



Kharazmi University

Protective Role of Wheat Sprout Extract on Histological and Histometric Structure of Ovary in Rats Exposed to Lead

Mehdi Hadijafari¹ , Hassan morovvati^{2✉} , Nezam armand³

1. PhD Graduated of Histology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Corresponding author, Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hmorovvati@ut.ac.ir
3. Assistant Professor Evidence-based Phytotherapy and Complementary Medicine Research Center, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 27 August 2024
Received in revised form 2
March 2024
Accepted 2 March 2025
Available online 27 June 2025

Keywords:

Histology,
Ovary,
Antioxidants,
Triticum,

ABSTRACT

Objective: Wheat germ is rich in antioxidants such as vitamin E, thiamine, zinc, phenolic acid, resorcinol, aminophenol and aminobenzoic acid and tocopherol and has many medicinal properties such as antidiabetic, anti-mutagenic, antihyperglycemic and anticancer properties. It has also been reported that antioxidant molecules isolated from wheat germ can prevent oxidative DNA damage in vitro. Lead acetate causes weakness, mental and behavioral disabilities in children, leads to deafness and blindness, reduced sperm quality and reduced fertility in women. Heavy metals such as lead can cause their harmful effects through reactive oxygen species (ROS) or inhibition of antioxidant enzyme activity.

Method: In this study, 30 adult female Wistar rats were divided into 6 groups: control group, lead acetate group at a dose of 10 mg/kg body weight, 100 mg/kg body weight and 200 mg/kg body weight wheat germ extract group, and simultaneous lead group at a dose of 10 mg/kg body weight and 100 and 200 mg/kg body weight wheat germ extract..

Results: Compared with the control group, the weight of rats and ovaries in the lead group at a dose of 10 mg/kg decreased ($P<0.5$), and the thickness of the ovarian capsule, and the diameter and number of follicles also decreased in this group ($P<0.5$), while the number of atretic follicles increased.

Conclusions: The results of this study showed that wheat germ extract such or sprouted wheat can improve the damage caused by lead, depending on the dose applied.

Cite this article: Last Name, Initial., Last Name, Initial., & Last Name, Initial. (2025). Title of paper in lower case letters (except for initial letter of first word, initial of first word after a colon, and proper nouns). *Nova Biologica Reperta*, 12 (1), 1-14. <http://doi.org/000000000000000000>



© The Author(s).

Publisher: Kharazmi University.

DOI: <http://doi.org/000000000000000000000000>

Extended Abstract

Introduction

Wheat sprout contains enzymes including catalase and peroxidase, and antioxidant compounds including phenolic acids, aminophenol acids, vanillic acid and aminobenzoic acids folic acid, thiamine, pyridoxine, calcium, magnesium, B, magnesium, B12, D, thiamine, riboflavin and niacin. Human exposure to lead is increasing owing to environmental pollution. Nearly 3 million workers are exposed to lead through the air, water, soil and food. Exposure to lead, even at low levels, causes body weakness, behavioral and mental disorders among children, loss of hearing and eyesight, reduction in the number and quality of sperm, and increased danger of stroke and heart attack. Women are more exposed to lead due to the use of cosmetics. It has been reported that the outbreak of breast cancer increases as lead surface increases in cosmetics, such as lipsticks and their frequent use. Female reproductive system and fertility consequently may be affected because of the exposure against the environmental toxins such as lead. Lead can damage the structure and function of gonads and cause infertility. The adverse effects of lead exposure on the physiology, histomorphology of various organs in animals and humans have been reported. Estradiol levels are reduced among women exposed to lead. also The female rat reproductive system begins to function for about 4 weeks and the duration of each period of estrus is 4 to 6 days. The use of medicinal herbs for treating exposure to toxins has been. Also, the health benefits of wheat sprout have been reported. We investigated both the effects of lead acetate on ovarian tissue structure in adult rats and the potential beneficial effects of wheat sprout extract for ameliorating toxic effects.

Materials and methods:

Thirty adult female Wistar rats were randomly divided into 6 groups. In each group, 5 rats were kept in 12-h lighting. The ethics guideline for working with experimental animals (written by Faculty of Veterinary Medicine of Tehran University) was observed.

1. Control group: injection of 1 ml/kg physiologic serum.
2. Lead acetate: 10 mg/kg daily (i.p).
3. receiving 10 mg/kg extract of wheat sprout intraperitoneally and 100 mg/kg by gavage.
4. receiving 10 mg/kg wheat sprout extract intraperitoneal injection and 100 mg/kg by gavage.
5. receiving wheat extract at 100 mg/kg as gavage.
6. receiving wheat sprout extract at 200 mg/kg as gavage.

This study lasted for 35 days. On the 36th day, animals were weighed and euthanized by Ketamine–Xylazine, the ovaries were removed and washed with a physiological solution. Sections with a thickness of 5 to 7 μm were taken. Sections were stained with H&E staining method and they were examined hystometrically. The histomorphometric structure of the ovary was evaluated for counting the number of primordial, primary, secondary, graph, atretic follicles, and the corpus luteum and measuring the thickness of these data in a circle with a radius of 100 μm . In order to count and measure each of the studied characteristics, 5 sections were prepared from each group and 5 different fields of view were considered and counted, and their average was calculated for each characteristic. Gathered data were analyzed by using SPSS 19. Data were presented as mean $\pm$ standard deviation (STD). In order to compare averages in the groups, ANOVA test was used and $P\leq 0.05$ was considered meaningful.

Results and discussion:

According to the macroscopic results, as compared to the control group, the weight of rats in the acetate group showed a significant decrease, Ovarian weight increased, and the relative weight of ovary showed a non-significant increase ($P<0.05$). The thickness of the ovarian capsule, compared with the control group, in lead acetate group decreased, which is significant ($P<0.05$), increased significantly in lead acetate group with 100 mg wheat sprout ($P<0.05$), slightly decreased in lead acetate group with 200 mg wheat sprout extract. The thickness of the inner layer, as compared to the control group, in the acetate group increased ($P<0.05$), in lead acetate group with 100 mg wheat sprout, significantly reduced ($P<0.05$), but in the lead acetate group with 200 mg wheat sprout, had meaningless decrease. In the lead acetate group with 100 mg wheat sprout, the outer layer showed a significant reduction ($P<0.05$), but in lead acetate group with 200 mg wheat sprout, the increase in the thickness of the single outer layer was not significant as compared to the control group. This study is the first study on the use of wheat sprout extract in protecting and preventing lead toxicity on the ovary. The relative weight of ovary increased in lead acetate group as compared to the control group. In other groups, increase in relative weight of the ovary was observed as compared to the control group, which in the lead acetates group with 200 mg wheat sprout extract, the amount is higher due to the prescription of a higher dose of wheat sprout. It has been reported that the mechanisms that led to weight loss in mice before puberty have a direct relationship with the delay in puberty and the first ovulation. Shalan reported in 2025 that the body weight of rats in the control and lead acetate groups decreased, which is consistent with the findings of this study. Body weight loss is a vital indicator of the disruption of the general health cycle of the body, and the loss of weight of various organs also confirms the disruption of this cycle and the presence of toxicity in the relevant organ. He et al. in 2020 showed that lead causes a decrease in water absorption and body weight loss and prevents body growth. Taupeau et al. reported in 2001 that the mechanisms leading to weight loss in mice before puberty are directly related to delayed puberty and early ovulation.

Ali et al. and Sedik et al. in 2010 stated that lead causes a decrease in growth rate in animals experimentally fed with lead.

Conclusions:

The present research showed that prescription of 10 mg lead acetate of body weight can cause dysfunction in the rat's ovary tissue. Alternatively, prescription of wheat sprout extract can restrain the lead damage to the ovary tissue. Finally, it can be concluded that consuming wheat sprout extract, due to the oxidative anti-stress properties, can be effective in improving the damage caused by lead on the rat's ovary.

اثر محافظتی عصاره جوانه گندم بر ساختار بافتی و هیستومتریک تخمدان موش
صحرايي مواجهه شده با سرب

مهدی هادی جعفری^۱، حسن مروتی^۲، نظام ارمند^۳

۱. دانش آموخته دکتری بافت‌شناسی مقایسه‌ای، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. استاد گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hmorovvati@ut.ac.ir
۳. استادیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و طب مکمل، مستند، ب شواهد، دانشگاه علوم پزشکی، البرز.

اطلاعات مقاله	
نوع مقاله	مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴	تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲
	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲
	تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶
کلیدواژه‌ها:	بافت‌شناسی تخمندان آنتی‌اکسیدان گندم
چکیده مقدمه: جوانه گندم غنی از آنتی‌اکسیدان‌هایی مثل ویتامین E، تیامین، زینک، روی، فنولیک‌اسید، رزورسین، آمینوفنل و آمینوبنزوتیک اسید و توکوفرول و دارای خواص دارویی فراوانی مثل خواص ضد دیابت، ضد جهش، آنتی هیپرگلیسمی و ضد سرطان می‌باشد و همچنین گزارش شده که مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی جدا شده از جوانه گندم می‌توانند از آسیب اکسیداتیو DNA در In Vitro جلوگیری کنند. استات سرب باعث ضعف، ناتوانی ذهنی و رفتاری در کودکان شده، منجر به ناشنوایی و کوری، کاهش کیفیت اسپرم و کاهش توانایی باروری در ماده‌ها نیز می‌شود. فلزات سنگین مثل سرب می‌توانند اثرات مضر خود را از طریق گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و یا مهار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ایجاد کنند. مواد و روش‌ها: در این تحقیق از ۳۰ رت ویستار بالغ ماده در ۶ گروه استفاده شد: گروه کنترل، گروه استات سرب با دوز ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن، گروه ۱۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن و ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن عصاره جوانه گندم و گروه همزمان سرب با دوز ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن و ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن عصاره جوانه گندم. نتایج: در مقایسه با گروه کنترل، وزن رت‌ها و تخمدان در گروه سرب با دوز ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم کاهش یافت ($P < 0.5$) و ضخامت کپسول تخمدان، و قطر و تعداد فولیکول‌ها نیز در این گروه کاهش داشت ($P < 0.5$)، در حالی که تعداد فولیکول‌های آترتیک افزایش نشان داد. نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد مصرف خوراکی‌های حاوی عصاره جوانه گندم مثل سمنو یا گندم جوانه زده می‌تواند آسیب‌های ایجاد شده با سرب را، بسته به دوز اعمال شده، بهبود بخشد.	

استناد: نام خانوادگی، نام؛ نام خانوادگی، نام؛ و نام خانوادگی، نام (۱۴۰۴). عنوان مقاله. اثر محافظتی عصاره جوانه گندم بر ساختار بافتی و هیستومتریک تخمدان، موش صحرایی مواجهه شده با سرب. یافته‌های نوین در علوم زیست، ۱۲ (۱)، ۱۴-۱.



<http://doi.org/00000000000000000000000000000000>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

مقدمه

گندم *Triticum aestivum* L. در تغذیه مردم نقش مهمی دارد. این گیاه به خوبی با آب و هوای مختلف سازگار بوده و در سطح جهانی کاشته و برداشت می‌شود (H. R. Moradi, Taherianfard, Rashidi, Javid, & Hesami, 2023; Hassan Morovvati, Moradi, & Biabani, 2018; Morovvati, Moradi, Adibmoradi, Sheykhi, & Amoli, 2018). جوانه گندم در برخی از کشورهای اروپایی، آمریکا و هند به عنوان یک غذای سالم معرفی شده است (H. Moradi, Morovvati, 2017; Adibmoradi, & Najafzadeh Varzi, 2017). جوانه گندم دارای آنزیم‌های ردوکس از جمله کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد (Bartolini et al., 2022; H. Moradi et al., 2017). همچنین ترکیبات غنی از آنتی‌اکسیدان از جمله فنولیک اسید، آمینوفنول اسید، اسید وانیلیک و آمینوبنزوتیک اسید، فولیک اسید، تیامین، پیریدوکسین، کلسیم، منیزیم، منگنز، B12، ریبوفلاوین و نیاسین در این بخش از گیاه یافت می‌شود (Du et al., 2022; Hassan Morovvati et al., 2018; Yang, Zheng, Guo, Cen, & Dong, 2023). وجود ترکیبات توکوفرول، که آنتی‌اکسیدان‌های قوی محلول در چربی هستند، نیز به اثبات رسیده است (Du et al., 2022; Hassan Morovvati & Moradi, 2018). خواص ضد سرطان و آنتی هیپرگلیسمی جوانه گندم در شرایط In Vivo و درون بدن در پژوهش‌های مختلف به اثبات رسیده است (Bayat et al., 2022; Karami, Peighambardoust, Hesari, Akbari-Adergani, & Andreu, 2019; Song, Huang, Zhang, & Shen, 2023). همچنین گزارش شده است که مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی جدا شده از جوانه گندم در In Vitro از آسیب اکسیداتیو DNA جلوگیری می‌کنند (Mackei et al., 2020).

فلزات سنگین یک گروه مهمی از مواد شیمیایی محیطی هستند که عملکرد تولیدمثلی را تحت الشعاع قرار می‌دهند (Goutam Mukherjee, Ramesh Wanjari, Renu, Vellingiri, & Valsala Gopalakrishnan, 2022; Uchewa & Ezugworie, 2019). مطالعات اپیدمیولوژیک تایید می‌کنند که سرب از فلزات سنگین عمده در گردش خون انسان و دیگر جانوران می‌باشد (Almerud et al., 2021; Ferron, Kuno, Campos, Castro, & Gouveia, 2020; Vogel et al., 2021). قرارگیری انسان در معرض سرب با توجه به افزایش آلاینده‌های محیطی روز به روز افزایش می‌یابد. نزدیک به ۳ میلیون نفر از کارگران در معرض سرب از طرق مختلف هوا، آب، خاک و غذا هستند (Ahmed, Ahmed, Meki, & Abdraboh, 2013; Raj & Das 2023). بر اساس گزارش WHO در سال ۲۰۲۲ سرب به عنوان یکی از ده عامل شیمیایی تهدید کننده سلامت عمومی جامعه در نظر گرفته شده است. براساس اطلاعات ارائه شده توسط WHO در سال ۲۰۲۰، قرار گرفتن در معرض سرب ممکن است باعث ایجاد طیفی از آسیب در سیستم‌های مختلف بدن، از جمله کم خونی، فشار خون بالا، نارسایی کلیوی، سمیت ایمنی و جلوگیری از رشد مغز کودکان و ایجاد نقص‌های عصبی و رفتاری به شکل غیرقابل بازگشت شود (WHO 2020). بر روی اثرات سمی سرب مطالعات وسیعی صورت گرفته است. قرار گرفتن در معرض سرب، حتی در دوزهای پایین، منجر به ضعف بدنی، اختلالات رفتاری و ذهنی در میان کودکان، ضعف شنوایی و بینایی، کاهش تعداد و کیفیت اسپرم، و افزایش خطرات سکنه و حملات قلبی می‌شود (H. Moradi et al., 2017; H. R. Moradi et al., 2023; Hassan Morovvati & Moradi, 2018; H Morovvati et al., 2016). زنان، خصوصاً زنان ایرانی، به علت مصرف بیشتر لوازم آرایشی در معرض مقادیر بیشتری از سرب و کادمیوم هستند (Parizi, Sedaghat, Mazloomi, & Fararouei, 2021; Waseem, Butt, & Hamid, 2014). گزارش شده است که با افزایش سطح سرب در لوازم آرایشی و استفاده مکرر از آنها، شیوع سرطان سینه افزایش می‌یابد. سیستم تولیدمثلی و در نتیجه باروری زنان ممکن است به دلیل قرار گرفتن در معرض سموم محیطی مانند سرب تحت تاثیر قرار گیرد (Konduracka, Krzemieniecki, & Gajos, 2014; Waseem et al., 2014). سرب می‌تواند ساختار و عملکرد بیضه و تخمدان را تحت تاثیر قرار داده و باعث ناباروری شود. اثرات مخرب سرب بر روی فیزیولوژی، هیستومورفولوژی اندام‌های متفاوت حیوانات و انسان گزارش شده است (Hassan Morovvati & Moradi, 2018; Vigeh, Smith, & Hsu, 2011). مطالعه بر روی زنان شاغل در کارخانه‌های تولیدی سرب نشان می‌دهد که زنان به طور قابل توجهی ناباروری، سقط جنین، زایمان زودرس و مرگ زودرس نوزادان را نشان می‌دهند (Kumar, 2018). سطوح استرادیول در زنان در معرض سرب کاهش نشان می‌دهد (H. Moradi et al., 2020).

al., 2017). استفاده از گیاهان دارویی برای درمان مواجهه با سرب در تحقیقات مختلفی گزارش شده است (H. Moradi et al., 2017; H. R. Moradi et al., 2023; Hassan Morovvati & Moradi, 2018; H Morovvati et al., 2016; Waseem et al., 2014). همچنین فواید جوانه گندم برای سلامتی گزارش شده است (H. Moradi et al., 2017; Hassan Morovvati & Moradi, 2018). از آنجایی که گزارشی مبنی بر اثرات جوانه گندم بر تخمدان مواجهه شده با سرب وجود ندارد، در این تحقیق اثرات جوانه گندم بر بافت‌شناسی تخمدان‌های رت مواجهه شده با سرب بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی عصاره هیدروالکلی جوانه گندم

پودر جوانه گندم که از آسیاب کردن جوانه گندم تازه به دست می‌آید، در ظرفی ریخته شد و اتانول ۷۰٪ با نسبت ۱ به ۳ (وزنی/حجمی) به آن اضافه شد. درب ظرف محکم بسته شده و به مدت سه روز در جای ثابتی قرار گرفت. عصاره با تقطیر چرخشی دارای خلا تغلیظ شد. برای تهیه محلول خوراکی، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم عصاره خشک در محلول ۰٫۵ میلی لیتر سرم فیزیولوژی حل شد. در نهایت به‌طور روزانه، برای هر موش ۰٫۱ میلی گرم از محلول‌های آماده شده با دوز ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم برداشته شده و با گاواژ به موش‌ها خوراندند (Hassan Morovvati & Moradi, 2018).

گروه‌های آزمایش

۳۰ سر موش صحرایی ماده بالغ نژاد ویستار و به ظاهر سالم با میانگین وزنی 240 ± 20 گرم از مرکز تکثیر و پرورش حیوانات آزمایشگاهی پژوهشگاه علوم اعصاب شفای خاتم تهران خریداری شدند. یک روز قبل از شروع آزمایش، موش‌های صحرایی به‌طور تصادفی به ۶ گروه تقسیم شدند. در هر گروه ۵ سر موش صحرایی که در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در دمای ۲۳-۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. آب و غذای مورد نیاز حیوان نیز به صورت آزاد در دسترس قرار داده شدند. حیوانات به مدت یک هفته به‌منظور سازش با شرایط محیطی نگهداری شدند. دستورالعمل اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران رعایت گردید.

- ۱- گروه کنترل با تزریق روزانه سرم فیزیولوژی به مقدار ۱ میلی گرم/کیلوگرم.
 - ۲- گروه دریافت کننده استات سرب با دوز ۱۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت تزریق روزانه داخل صفاقی (i.p.) (Taupeau, Poupon, Nomé, & Lefèvre, 2001).
 - ۳- گروه دریافت کننده استات سرب با دوز ۱۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت تزریق روزانه داخل صفاقی همزمان با عصاره جوانه گندم به میزان ۱۰۰ mg/kg به‌صورت گاواژ.
 - ۴- گروه دریافت کننده استات سرب با دوز ۱۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت تزریق روزانه داخل صفاقی همزمان با عصاره جوانه گندم به میزان ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت گاواژ.
 - ۵- گروه دریافت کننده عصاره جوانه گندم به میزان ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت گاواژ.
 - ۶- گروه دریافت کننده عصاره جوانه گندم به میزان ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم به‌صورت گاواژ.
- این مطالعه به مدت ۳۵ روز به طول انجامید و تمام دوز عصاره‌ها بر طبق مطالعه Morovvati و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام گرفت (H Morovvati et al., 2016).

در روز ۳۶، حیوانات وزن شدند و با کلروفرم آسان‌کشی شدند. سپس محوطه شکمی آنها باز شده و تخمدان‌ها از حفره شکمی خارج شده، با محلول فیزیولوژی شستشو شده، پس از وزن کردن، در محلول فیکساتیو فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. پس از تثبیت نمونه‌های بافتی، مراحل آب‌گیری، شفاف‌سازی، و قالب‌گیری طی شد، برش‌های با ضخامت ۵-۷ میکرومتر از نمونه‌ها صورت گرفت. برش‌ها با روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و اتوزین (H&E) رنگ شدند و نهایتاً مورد مطالعه هیستومتری قرار گرفتند. ساختار هیستومورفومتری تخمدان جهت شمارش تعداد فولیکول‌های آغازین، اولیه، ثانویه، گرآف، آترتیک و جسم زرد و اندازه‌گیری ضخامت این داده‌ها در دایره‌ای با شعاع ۱۰۰ میکرومتر مورد بررسی قرار گرفت. برای این مطالعات هیستومتری از لنز دیجیتال Dino-lite، نرم افزار Dino capture 2 (Crop AnMo Electronics, New Taipei City, Taiwan) و عدسی

چشمی مدرج استفاده شد. برای شمارش و اندازه‌گیری هر یک از مشخصه‌های مورد مطالعه، از هر گروه ۵ عدد لام تهیه گردید و از هر لام ۵ میدان دید مختلف مورد مطالعه و شمارش قرار گرفتند و میانگین آنها برای هر مشخصه محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. داده‌ها به صورت $\text{mean} \pm \text{STD}$ ارائه شدند. جهت مقایسه میانگین‌ها در گروه‌های تحت مطالعه از آزمون ANOVA پس آزمون Tukey استفاده شد و در مواردی که $P \leq 0.05$ بود معنی‌دار تلقی گردید.

نتایج

نتایج ماکروسکوپی

با توجه به نتایج ماکروسکوپی نشان داده شده در جدول ۱، وزن رت‌ها در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). وزن رت‌ها در سایر گروه‌ها در مقایسه با گروه کنترل کاهش نشان می‌دهد که در تمام موارد این کاهش معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

وزن تخمدان در گروه استات سرب نسبت به گروه شاهد افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار نبود. در سایر گروه‌ها وزن تخمدان نسبت به گروه کنترل افزایش نشان می‌دهد که البته این افزایش معنی‌دار نیست ($P < 0.05$). وزن نسبی تخمدان در گروه استات سرب نسبت به گروه شاهد افزایش غیر معنی‌داری را نشان می‌دهد. در سایر گروه‌های آزمایش نیز وزن نسبی تخمدان نسبت به گروه کنترل افزایش غیر معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

جدول شماره ۱- مقایسه داده‌های ماکروسکوپی

عصاره جوانه گندم ۲۰۰	عصاره جوانه گندم ۱۰۰	استات+ عصاره جوانه گندم ۲۰۰	استات+ عصاره جوانه گندم ۱۰۰	استات سرب	کنترل	
193 ± 13.03^a	82.61 ± 37.9^a	187 ± 40.9^a	180 ± 20.87^a	187 ± 24.11	237 ± 0.1^a	وزن موش
0.94 ± 0.01	0.98 ± 0.01	0.9 ± 0.02	0.74 ± 0.02	0.76 ± 0.024	0.54 ± 0.01	وزن تخمدان ^۱
49 ± 4.97^a	53 ± 6.50^a	47 ± 10.92^a	39 ± 8.18	40 ± 15.48	22 ± 0.02^a	وزن نسبی تخمدان ^۲

*حروف یکسان بیانگر معنی‌دار بودن داده‌ها می‌باشد ($P < 0.05$).

*واحد وزن تخمدان صدم گرم می‌باشد.

*واحد وزن نسبی تخمدان میلیون‌گرم (10^{-6}) می‌باشد.

Table NO.1 Macroscopic data comparison

*The same alphabets represent the meaningfulness of the data ($P < 0.05$).

¹ The unit weight of the ovary is one hundred grams

² The relative weight of the ovary unit is a million grams (10^{-6}).

نتایج میکروسکوپی

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، ضخامت کپسول تخمدان در گروه استات سرب در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری یافته است ($P < 0.05$). در گروه استات سرب با همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم، ضخامت کپسول به طور معنی‌داری افزایش یافته است ($P < 0.05$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ نسبت به گروه کنترل، کاهش غیر معنی‌داری مشاهده می‌شود ($P < 0.05$).

ضخامت لایه تک داخلی در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰، نسبت به گروه کنترل، ضخامت لایه تک داخلی به طور معنی‌داری کاهش

یافت ($P < 0.5$)، اما در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم نیز ضخامت لایه تک داخلی نسبت به گروه کنترل کاهش غیر معنی داری داشت.

ضخامت لایه تک خارجی در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم نسبت به گروه کنترل، کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). اما در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، نسبت به گروه کنترل، افزایش غیر معنی داری در این لایه مشاهده می شود ($P < 0.5$).

مطابق داده های جدول ۲، قطر فولیکول آغازین در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، قطر فولیکول های آغازین در مقایسه با گروه شاهد کاهش داشت که معنی دار نبود. همچنین در گروه استات سرب همزمان با جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم نیز قطر فولیکول های اولیه کاهش داشت که این کاهش معنی دار نبود.

قطر فولیکول اولیه در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). در گروه استات سرب همزمان با جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، قطر فولیکول اولیه نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). این کاهش در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، نسبت به گروه کنترل، نیز مشاهده می شود که البته غیر معنی دار است.

قطر فولیکول ثانویه در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است که این کاهش غیر معنی دار می باشد. قطر فولیکول ثانویه در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، نسبت به گروه کنترل، کاهش غیر معنی داری نشان می دهد. در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، قطر فولیکول ثانویه افزایش یافته است که این افزایش غیر معنی دار می باشد.

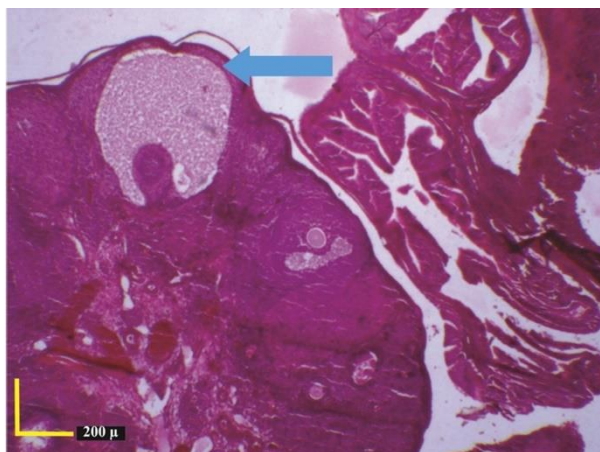
قطر فولیکول گراف در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.5$). قطر فولیکول گراف در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). اما در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، قطر فولیکول گراف نسبت به گروه کنترل کاهش غیر معنی داری را نشان می دهد.

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تعداد فولیکول های آغازین (شکل ۱) در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، تعداد فولیکول های آغازین نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان می دهد ($P < 0.5$)، در حالی که در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، تعداد فولیکول های آغازین نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.5$).

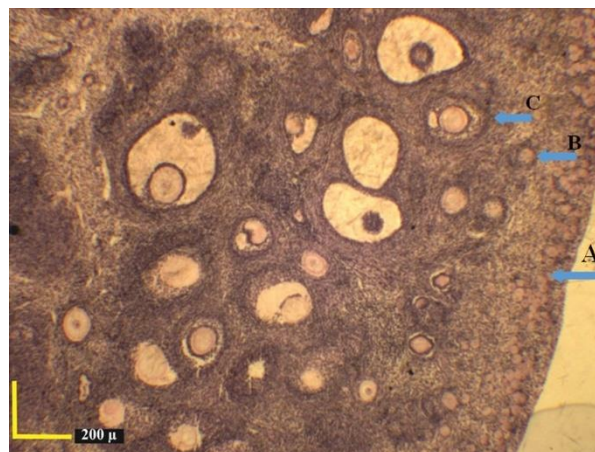
تعداد فولیکول های اولیه (شکل ۱) در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.5$). همچنین کاهش تعداد فولیکول های اولیه در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم نسبت به گروه کنترل معنی دار بود ($P < 0.5$) اما این کاهش در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، نسبت به گروه کنترل، معنی دار نبود.

تعداد فولیکول های ثانویه (شکل ۱) در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است که این کاهش معنی دار می باشد ($P < 0.5$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰، تعداد فولیکول های ثانویه نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.5$)، اما در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، کاهش تعداد فولیکول های ثانویه، نسبت به گروه کنترل، معنی دار نبود.

تعداد فولیکول‌های گراف (شکل ۲) در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است که این کاهش معنی‌دار می‌باشد ($P<0.5$). تعداد فولیکول‌های گراف در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<0.5$)، در حالی که در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰، کاهش تعداد فولیکول‌های گراف نسبت به گروه کنترل، معنی‌دار نبود.



تصویر ۲- فولیکول گراف (بالغ) در گروه استات سرب نشان داده شده است. بزرگنمایی ۴۰.

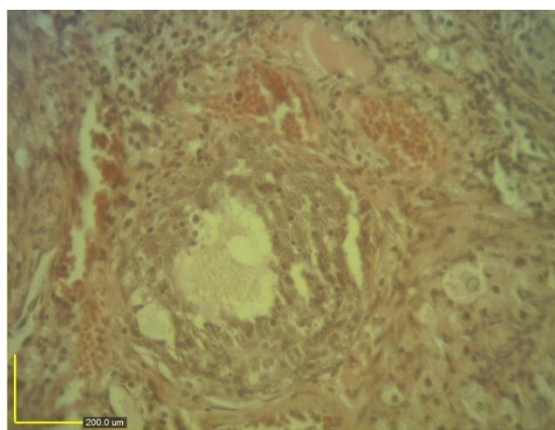


تصویر ۱- در این نمای کلی از تخمدان گروه کنترل تعداد زیادی فولیکول در مراحل مختلف رشد مشاهده می‌شوند. (A) فولیکول‌های آغازین، (B) فولیکول اولیه، (C) فولیکول ثانویه در این تصویر با پیکان آبی مشخص شده‌اند. بزرگنمایی ۴۰.

Figure 2 - Graff follicle (mature) shown in lead acetate group. Magnification 40.

Figure 1 - This general view of the control ovary shows a large number of follicles in various stages of development. (A) Primordial follicles, (B) Primary follicle, (C) Secondary follicle are indicated by the blue arrow in this image. Magnification 40.

تعداد فولیکول‌های آترتیک (شکل ۳) در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافته است ($P<0.5$). در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، تعداد فولیکول آترتیک نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافته است ($P<0.5$). اما در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم این افزایش معنی‌دار نبود.



تصویر ۳- یک فولیکول آترتیک در گروه استات سرب نشان داده شده است. بزرگنمایی ۴۰.

تعداد اجسام زرد در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است که البته این افزایش معنی دار نبود. در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۱۰۰ میلی گرم، تعداد جسم زرد نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است که این افزایش معنی دار نبود. در گروه همزمان استات سرب و عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم، تعداد جسم زرد در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافته است که این کاهش معنی دار نیست.

جدول ۲ - مقایسه داده‌های میکروسکوپی

عصاره جوانه گندم ۲۰۰	عصاره جوانه گندم ۱۰۰	سرب+عصاره جوانه گندم ۲۰۰	سرب+عصاره جوانه گندم ۱۰۰	سرب	کنترل	
۰,۵۳۳±۱۱,۵۹ ^{bc}	۱۰,۹۸±۰,۳۳۳ ^{bc}	۱۰,۵۷±۰,۵۲۸ ^{bc}	۸,۲۲±۰,۴۳۵ ^{ac}	۶,۷۲±۱,۰۲ ^{ab}	۱۰,۹۶±۲,۳۸ ^a	ضخامت کپسول تخمدان
۲۱,۱۷±۰,۲۳۴ ^{bde}	۲۰,۳۳±۰,۱۱۷ ^{bd}	۱۹,۳۶±۰,۵۴۸ ^{bd}	۱۴,۷۴±۱,۰۴ ^{abcd}	۱۲,۱۴±۱,۴۷ ^{ab}	۱۹,۶۹±۱,۱۲ ^a	ضخامت تک داخلی
۹,۰۲±۰,۱۸۴ ^{abd}	۸,۴۶±۰,۳۲۰ ^{bd}	۸,۴۳±۰,۵۲۲ ^{bd}	۶,۶۸±۰,۳۲۲ ^{acd}	۵,۷۰±۰,۱۶۸ ^{ab}	۷,۷۹±۰,۱۴۷ ^a	ضخامت تک خارجی
۱۴,۴۵±۰,۳۴۴ ^{bd}	۱۳,۹۵±۰,۱۳۴ ^{bd}	۱۰,۴۷±۰,۵۴۰ ^{bd}	۱۱,۴۸±۰,۵۴۴ ^{cd}	۱۱,۵۹±۱,۲۶ ^{ab}	۱۳,۸۵±۳,۵۹ ^a	قطر فولیکول آغازین
۴۶,۱۲±۰,۴۰۹ ^{bd}	۴۵,۸۴±۰,۳۶۲ ^b	۴۴,۴۶±۱,۰۴ ^b	۳۳,۶۱±۱,۲ ^{acd}	۲۹,۲۵±۳,۲۲ ^{ab}	۴۵,۳۹±۴,۰۸ ^a	قطر فولیکول اولیه
۱۴۲,۲۸±۴,۳۰ ^{bc}	۱۴۱,۶۹±۲,۸۶ ^b	۱۴۲,۰۵±۵,۶۶ ^b	۱۱۹,۳۰±۴,۵۷ ^{bc}	۱۱۴,۰۷±۱۱,۷۹ ^b	۱۳۹,۷۷±۳۶,۰۹ ^a	قطر فولیکول ثانویه
۴۷۳,۴۹±۱,۲۸ ^{bd}	۴۷۰,۰۵±۹,۹۰ ^{bd}	۴۵۱,۱۴±۲۳,۰۴ ^{bd}	۳۲۷,۷۹±۲۳,۶۵ ^{acd}	۳۱۵,۸۲±۸,۲۶ ^{ab}	۴۶۷,۲۵±۱۴۴,۱۷ ^a	قطر فولیکول گراف
۲۰,۳۰±۰,۲۷۳ ^{bd}	۲۰,۵۵±۰,۷۵۸ ^{bd}	۱۹,۸۵±۰,۶۵۱ ^{bd}	۱۴,۶۲±۰,۳۲۲ ^{acd}	۱۴,۲۲±۱,۹۵ ^{ab}	۱۹,۹۶±۲,۷۶ ^a	تعداد فولیکول آغازین
۹,۵۵±۰,۴۸۰ ^{bd}	۱۰±۰,۳۰۶ ^{bd}	۹,۷۵±۰,۶۸۴ ^{bd}	۷,۱۲۵±۰,۳۲۲ ^{acd}	۵,۸۲±۰,۸۸۲ ^{ab}	۹,۵۵±۰,۳۴۶ ^a	تعداد فولیکول اولیه
۵,۷۵±۰,۱۷۶ ^{bdeg}	۶±۰,۱۷۶ ^{bdf}	۵,۰۵±۰,۲۰۹ ^{bde}	۳,۶۲±۰,۳۲۲ ^{acd}	۳,۳۹±۰,۵۹۷ ^{ab}	۵,۴۴±۰,۶۹۶ ^a	تعداد فولیکول ثانویه
۳,۳۰±۰,۲۰۹ ^{bde}	۲,۹۵±۰,۲۰۹ ^{bd}	۲,۹۰±۰,۲۳۳ ^{bd}	۱,۸۱±۰,۲۳۹ ^{acd}	۱,۸۳±۰,۴۳۱ ^{ab}	۲,۹۹±۰,۳۵۵ ^a	تعداد فولیکول گراف
۱,۷۰±۰,۲۰۹ ^{bdg}	۱,۷۵±۰,۳۹۵ ^{bdf}	۲,۴۵±۰,۴۱۰ ^{bde}	۸,۳۷±۰,۳۲۲ ^{abcd}	۹,۸۳±۰,۹۹۸ ^{ab}	۱,۹۹±۰,۵۷۷ ^a	تعداد فولیکول آترتیک
۲,۶۰±۰,۴۱۸	۲,۲۵±۰,۳۰۶	۲,۱۵±۰,۳۳۵ ^a	۳,۳۱±۰,۱۲۵	۳,۴۱±۰,۶۲۹ ^a	۲,۸۸±۱,۶۷	تعداد جسم زرد

* در هر ردیف، حروف انگلیسی یکسان، که به شکل توان در بالای اعداد نشان داده شده است، نشانگر اختلاف معنی دار آن دو عدد با یکدیگر است.

($P < 0.05$).

Table NO.2 Microscopic data comparison

*The same alphabets represent the meaningfulness of the data ($P < 0.05$).

بحث

مطالعه‌ی حاضر، نخستین مطالعه در مورد اثرات عصاره جوانه گندم در محافظت و پیشگیری احتمالی از سمیت سرب بر روی تخمدان رت است. شباهت‌هایی از نظر ساختار بافت شناسی، فیزیولوژی و جنین شناسی بین تخمدان انسان و رت وجود دارد. ضمن اینکه تفاوت‌هایی نیز در خصوص اندازه و مراحل رشد و بلوغ مشاهده می‌شود (Bassit, Ouies, & Roshdy, 2020). در مطالعه حاضر وزن بدن رت‌ها در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش نشان داد. shalan در سال ۲۰۲۵ گزارش نمود که وزن بدن رت‌ها در گروه کنترل و استات سرب کاهش یافته است که با یافته‌های این مطالعه مطابقت دارد. (Shalan, 2025). کاهش وزن بدن یک شاخص حیاتی در گسست چرخه‌ی سلامت عمومی بدن بوده و کاهش وزن ارگان‌های مختلف نیز موید برهم خوردن این چرخه و وجود سمیت در ارگان مربوطه می‌باشد (Uzunhisarcikli, Aslanturk, Kalender, Apaydin, & Bas, 2015). و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند که سرب باعث کاهش جذب آب و کاهش وزن بدن شده و از رشد بدن جلوگیری می‌کند (He, Wang, Li, & Zhao, 2020). و همکاران در سال ۲۰۰۱ گزارش کردند که مکانیسم‌هایی که منجر به کاهش وزن در موش‌ها قبل از بلوغ می‌شود ارتباط مستقیمی با تاخیر در بلوغ و همچنین نخستین

تخمک‌گذاری دارد (Taupeau et al., 2001). Ali و همکاران و Sedik و همکاران در سال ۲۰۱۰ بیان نمودند که سرب باعث کاهش نرخ رشد در جاندارانی می‌شود که به صورت تجربی با سرب تغذیه می‌شدند (Ali, Awal, Mostofa, Islam, & Dorostghoal, 2010; Ghosh, 2010; Seddik, Bah, Aoues, Brnderdour, & Silmani, 2010). گزارش کرده‌اند که تجویز سرب با دوزهای ۲۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در نوزادان ۱ تا ۲۱ روزه منجر به کاهش وزن موش‌ها می‌شود (Dorostghoal, Moazedi, & Moattari, 2011). همچنین مشخص شده است که قرار گرفتن در معرض سرب در دوران بارداری و شیردهی منجر به کاهش وزن نوزادان متولد شده و کوتاه شدن فاصله تاج تا دم می‌شود (Sebastiani et al., 2022). Cezard & Haguenoer در سال ۱۹۹۲ گزارش نمودند که سمیت سرب باعث کاهش وزن در موش‌ها می‌شود (Cezard & Haguenoer, 1992). Marija و همکاران در سال ۲۰۰۴ احتمال دادند که کاهش وزن در اثر وقفه ایجاد شده بر اثر سرب، در جذب و متابولیسم مواد غذایی مورد نیاز برای سلامتی جاندار می‌باشد (Marija Varnai et al., 2004).

وزن نسبی تخمدان در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد. در سایر گروه‌ها افزایش وزن نسبی تخمدان نسبت به گروه کنترل مشاهده می‌شود که در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوز ۲۰۰ میلی گرم به دلیل استفاده از مقادیر بیشتر عصاره جوانه گندم، این افزایش وزن بیشتر می‌باشد. Arak & Assi در سال ۲۰۱۱ گزارش شده کردند که استات سرب باعث افزایش وزن تخمدان نسبت به وزن بدن (وزن نسبی تخمدان) در رت می‌شود (Arak & Assi, 2011). علت افزایش وزن تخمدان در گروه استات سرب به افزایش هورمون‌های گونادوتروپین (FSH و LH) مربوط می‌شود که باعث تغییرات ساختاری و بافتی مانند وزن و قطر تخمدان می‌شود (Froment et al., 2002). el Feki و همکاران در سال ۲۰۰۰ و McGivern و همکاران در سال ۱۹۹۱ نشان داده‌اند که سرب به کاهش وزن تخمدان در رت‌ها کمک می‌کند که بر خلاف یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد (McGivern, el Feki, Ghorbel, Smaoui, Makni-Ayadi, & Kammoun, 2000; Sokol, & Berman, 1991). همچنین He و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند که سرب منجر به کاهش اندازه تخمدان می‌شود. همینطور منجر به آسیب‌های بافت‌شناسی از جمله برهم خوردن ساختار سلول‌های گرانولوزا، آترزی فولیکولی و دژنراسیون سرتاسری سلولی می‌شود. (He et al., 2020). Hwang و Wang در سال ۲۰۰۱ بیان نمودند که افزایش وزن اندام‌هایی که در معرض سرب قرار می‌گیرند به علت نکروز و آپوپتوز رخ داده در این اندام‌هاست که منجر به تجمع چربی نیز می‌شود (Hwang & Wang, 2001).

در مطالعه حاضر، ضخامت کپسول تخمدان در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش نشان داد، اما تجویز عصاره جوانه گندم باعث افزایش نسبی ضخامت کپسول شد. ضخامت تک داخلی و خارجی در گروه استات سرب نیز نسبت به گروه شاهد کاهش یافت، و تجویز عصاره جوانه گندم باعث افزایش ضخامت شد تا جایی که بین ضخامت تک داخلی و خارجی در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوزهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم تفاوت اندکی مشاهده شد. به طور کلی ضخامت لایه‌ها در گروه کنترل از مابقی گروه‌ها بیشتر بود. یکی از مضرات سرب آپوپتوز است (Pulido & Parrish, 2003). خانواده Bcl-2 از حدود ۲۰ نوع پروتئین تشکیل شده است که با هم منجر به حیات سلول شده و می‌توانند در شرایطی آغاز کننده فرآیند آپوپتوز نیز باشند (Chipuk, Moldoveanu, Llambi, Parsons, & Green, 2010). قرار گرفتن در معرض سرب می‌تواند استرس اکسیداتیو را افزایش دهد و ممکن است باعث آپوپتوز در سلول‌های مختلف شود (Ahmed et al., 2013). سرب می‌تواند باعث آترزی فولیکولی و شل شدن اتصال بین سلول‌های گرانولوزا و تخریب و انحطاط تخمک نیز شود (Ouarda & Abdenmour, 2008). یکپارچگی سلولی برای عملکردهای تخمدان مانند گیرنده‌های گونادوتروپین در غشای سلولی سلول‌های گرانولوزای تخمدان مهم است. گونادوتروپین‌ها با این گیرنده‌ها ترکیب می‌شوند و فرآیند استروئیدوژنز آغاز می‌شود که چرخه فعلی و فرآیند تخمک‌گذاری را کنترل می‌کند. Priya و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش نمودند که سرب پیوندهای گونادوتروپین را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش تولید استروئیدها می‌شود (Priya, Pillai, & Gupta, 2004). استروئیدوژنز تخمدان با دوز بالای سرب مختل می‌شود و منجر به کاهش سطح استرادیول می‌شود (He et al., 2020). به نظر می‌رسد مجموعه موارد ذکر شده در بالا می‌تواند علت کاهش ضخامت لایه‌های تک داخلی و خارجی در مطالعه‌ی حاضر را توجیه نماید.

در این مطالعه، قطر فولیکول‌های اولیه و ثانویه در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل کاهش یافت که در همه‌ی موارد معنی‌دار بود. تجویز همزمان عصاره جوانه گندم و سرب نیز نتوانست این کاهش قطر را به‌خوبی جبران کند و فقط باعث اندکی افزایش قطر فولیکول‌ها شده است. اما در گروه‌های جوانه گندم با دوز ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم افزایش قطر معنی‌دار در فولیکول‌ها نمایان است. Bassit و همکاران در سال ۲۰۲۰ گزارش نمودند که القای سرب در رت منجر به کاهش قطر انواع فولیکول‌ها می‌شود که در تطابق با مطالعه‌ی حاضر می‌باشد (Bassit et al., 2020). Ouies و همکاران در سال ۲۰۲۱ بیان نمودند سلول‌های گرانولوزا تحت تاثیر القای سرب ارگانل‌های خود را از دست داده و به‌هم ریختگی‌هایی در سیتوپلاسم آنها رخ می‌دهد و در میتوکندری سلول‌ها نیز تیغه‌های کریستا از دست می‌رود که احتمالاً این موارد منجر به کاهش قطر فولیکول‌ها می‌شود (Ouies, Roshdy, & Baset, 2021). Cezard & Haguenoer در سال ۱۹۹۲ گزارش کردند که تجویز خوراکی ۳۰ میلی‌گرم/کیلوگرم استات سرب به مدت دو ماه باعث کاهش اندازه فولیکول اولیه در موش سوری می‌شود (Cezard & Haguenoer, 1992). همچنین Dijkstra و همکاران ۱۹۹۶ گزارش نمودند که قرار گرفتن در معرض سرب با دوزهای ۲۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز، در زمان‌های متنوع ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روزه‌گی، منجر به کاهش قطر فولیکول‌های ثانویه و آنترال می‌شود (Dijkstra, de Rooij, de Jong, & van den Hurk, 1996).

در مطالعه حاضر، کاهش تعداد انواع فولیکول‌ها در گروه استات سرب نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود. تجویز عصاره جوانه گندم همزمان با استات سرب با دوزهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم منجر به افزایش فولیکول‌ها نسبت به گروه سرب شد. Sebastiani و همکاران در سال ۲۰۲۲ گزارش شده است که تجویز ۷۵ میلی‌گرم/کیلوگرم سرب به مدت دو ماه تعداد فولیکول‌های اولیه را کاهش می‌دهد (Sebastiani et al., 2022). Ouies و همکاران در سال ۲۰۲۱ گزارش نمودند که القای سرب منجر به کاهش تعداد انواع فولیکول آغازین، اولیه، ثانویه و بالغ در رت‌های گروه تیمار نسبت به گروه کنترل می‌شود (Ouies et al., 2021). Waseem و همکاران در سال ۲۰۱۴ بیان نمودند که استات سرب تعداد فولیکول‌های اولیه و تعداد فولیکول‌های ورودی به فاز رشد در رت را کاهش می‌دهد (Waseem et al., 2014). Dorostghol و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کرده‌اند که قرار گرفتن در معرض سرب با دوزهای ۲۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در رت‌های ویستار در زمان‌های مختلف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روزه‌گی، قطر فولیکول‌های ثانویه و آنترال را کاهش می‌دهد (Dorostghol et al., 2011). Taupeau در سال ۲۰۰۱ گزارش نمود که تفاوت معنی‌داری در درصد فولیکول‌های آنترال در هر تخمدان بین گروه کنترل و رت‌های مواجهه شده با سرب وجود نداشت، اما درصد فولیکول‌های اولیه در گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافت، در حالی که درصد فولیکول‌های در حال رشد و فولیکول‌های آترتیک در گروه سرب نسبت به گروه کنترل افزایش یافت (Taupeau et al., 2001). Junaid و همکاران در سال ۱۹۹۶ گزارش کردند که سطوح پایین استات سرب منجر به کاهش تعداد فولیکول‌های کوچک و متوسط و سطوح بالای سرب منجر به کاهش تعداد فولیکول‌های بزرگ می‌شود (Junaid, Murthy, & Saxena, 1996).

در مطالعه حاضر، سرب تعداد فولیکول‌های آترتیک را افزایش داد، در حالی که در گروه استات سرب همزمان با عصاره جوانه گندم با دوزهای ۱۰۰ و ۲۰۰ افزایش غیرمعنی‌داری در تعداد فولیکول‌های آترزی مشاهده شد. در گروه‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم عصاره جوانه گندم، تعداد فولیکول‌های آترتیک بسیار کم بود. قرار گرفتن در معرض سرب همچنین باعث کاهش تعداد جسم زرد در رت‌های گروه استات سرب شد که پس از تجویز عصاره جوانه گندم بهبود یافت. Shan و همکاران در سال ۲۰۲۳ گزارش نمودند که قرار گرفتن در معرض سرب در رت‌های مادر باعث غیرطبیعی شدن چرخه فعلی در فرزندان آنها می‌شود (Shan et al., 2023). یکی از پیامدهای مواجهه با سرب در سلول آپوپتوز است که معمولاً توسط علائم زیادی از جمله قطعه قطعه شدن DNA مشخص می‌شود که به موجب آن مکانیسم تعمیر DNA نیز فعال شده که این اتفاق نیز به نوبه خود باعث افزایش ROS می‌شود که همه‌ی این موارد احتمال رخ دادن آترزی سلولی را افزایش می‌دهد (Ouies et al., 2021). Dorostghol و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کرده‌اند که قرار گرفتن در معرض سرب در رت‌های ویستار با دوز ۲۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، روزانه در زمان‌های مختلف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روزه باعث افزایش فولیکول‌های آترتیک و کاهش تعداد جسم زرد می‌شود (Dorostghol et al., 2011). Azarnia و همکاران در سال ۲۰۰۴ بیان شده است که القای سرب به میزان ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم در هفته در موش سوری باعث افزایش قابل توجهی در فولیکول‌های آترتیک می‌شود (Azarnia, Shakour, Rostami, 2004).

Taupeau, & Sanaie-Mehr, 2004). گزارش نمود که درصد فولیکول‌های در حال رشد و فولیکول‌های آتروفیک در گروه سرب نسبت به گروه کنترل افزایش یافت (Taupeau et al., 2001).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داده که تجویز ۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن استات سرب می‌تواند باعث اختلال در عملکرد بافت تخمدان رت شود. متعاقباً، تجویز عصاره جوانه‌گندم به علت وجود آنزیم‌هایی از جمله کاتالاز و پراکسیداز و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله فنولیک اسید، آمینوفنول اسید، اسیدوانیلیک و آمینوبنزوئیک اسید، فولیک اسید، تیامین، پیریدوکسین، کلسیم، منیزیم، منگنز، B12، ریبوفلاوین و نیاسین می‌تواند آسیب سرب به بافت تخمدان را مهار کرده یا کاهش دهد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که مصرف عصاره جوانه‌گندم به دلیل خاصیت ضد استرس اکسیداتیو می‌تواند در بهبود آسیب‌های ناشی از سرب بر روی تخمدان رت موثر باشد.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: مهدی هادی جعفری؛ تهیه گزارش پژوهش: مهدی هادی جعفری؛ تحلیل داده‌ها: مهدی هادی جعفری/حسن مروتی/نظام ارمند

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از پایان‌نامه تقریباً به شکل زیر باشد:

نویسنده اول: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیشنویس مقاله

نویسنده دوم: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله

نویسنده سوم: استاد مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شد.

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه تهران، دانشکده دامپزشکی در قالب پژوهانه پایان‌نامه دانشجویی نویسنده اول و همچنین پژوهانه برای سایر نویسندگان انجام شده است.

References:

- Ahmed, M.B., et al., 2013. Neurotoxic effect of lead on rats: Relationship to Apoptosis. *The International Journal of Health Sciences (IJHS)*, 2013. 7(2): p. 192-9. Doi: [10.12816/0006042](https://doi.org/10.12816/0006042).
- Ali, M., et al., 2010. Effects of Selenium and Vitamin B6 With Their Combination in Lead Acetate Induced Toxities in Long Evans Rats. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*. 8(1): p. 63-73.
- Almerud, P., et al., 2021. Cadmium, total mercury, and lead in blood and associations with diet, sociodemographic factors, and smoking in Swedish adolescents. *Environmental Research*, 197: p. 110991. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110991>.
- Arak, J. and M.J.A.-A.M.J. Assi., 2011. Effect of Nigella Sativa L. seeds on ovaries function in adult Rats treated with Lead Acetate. 9(1): p. 59-70.
- Azarnia, M., et al., 2004. The Protective Role of L-Cystein Against Follicular Atresia Induced by Lead in Mouse Ovary. *Acta Medica Iranica*, 2004. 42.
- Bartolini, D., et al. 2022. Wheat germ oil vitamin E cytoprotective effect and its nutrigenomics signature in human hepatocyte lipotoxicity. *Heliyon*, 8(9). E10748. Doi: [10.1016/j.heliyon.2022.e10748](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10748).
- Bassit, A.S., S.M. Ouies, and S.J.S.M.J. Roshdy., 2020. Effect of administration of lead acetate on the post natal development of ovary in albino rats. *Sohag Medical Journal*. 24(3): p. 49-55. Doi: [10.21608/smj.2020.25756.1117](https://doi.org/10.21608/smj.2020.25756.1117).
- Bayat, E., et al., 2022. Wheat Germ Fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus plantarum*: Process Optimization for Enhanced Composition and Antioxidant Properties In Vitro. *Foods* 11(8): p. 1125. Doi: [10.3390/foods11081125](https://doi.org/10.3390/foods11081125).
- Cezard, C. and J.M. Haguenoer., 1992. Toxicologie du plomb chez l'homme. 1992, Paris: *Technique et documentation Lavoisier*. 350.
- Chipuk, J.E., et al., 2010. The BCL-2 family reunion. *Molecular Cell journal*. 37(3): p. 299-310. Doi: [10.1016/j.molcel.2010.01.025](https://doi.org/10.1016/j.molcel.2010.01.025).
- Dijkstra, G., et al., 1996. Effect of hypothyroidism on ovarian follicular development, granulosa cell proliferation and peripheral hormone levels in the prepubertal rat. *European Journal of Endocrinology* 134(5): p. 649-654. Doi: [10.1530/eje.0.1340649](https://doi.org/10.1530/eje.0.1340649).
- Dorostghoal, M., A.A. Moazedi, and M. Moattari., 2011. Long-term Developmental Effects of Lactational Exposure to Lead Acetate on Ovary in Offspring Wistar Rats. *International Journal of Fertility and Sterility*, 5(1): p. 39-46.
- Du, K., et al. 2022. Application of enzymes in the preparation of wheat germ polypeptides and their biological activities. *Frontiers in Nutrition*, 9: p. 943950. Doi: [10.3389/fnut.2022.943950](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.943950).
- el Feki, A., et al., 2000. Effects of automobile lead on the general growth and sexual activity of the rat. *Gynecologie Obstetrique Fertilité & Senologie*, 28(1): p. 51-59.
- Ferron, M.M., et al., 2020. Cadmium, lead and mercury in the blood of workers from recycling sorting facilities in São Paulo, Brazil. *Cadernos de saude publica Journal*, 36(8): p. e00072119. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00072119>.

- Froment, P., et al., 2002. Reproductive Abnormalities in Human IGF Binding Protein-1 Transgenic Female Mice. *Endocrinology*. 143(5): p. 1801-1808. Doi: [10.1210/endo.143.5.8815](https://doi.org/10.1210/endo.143.5.8815).
- Goutam Mukherjee, A., et al., 2022. Heavy metal and metalloid - induced reproductive toxicity. *Environmental Toxicology and Pharmacology*,. 92: p. 103859. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2022.103859>.
- He, Y., et al., 2020. The effects of chronic lead exposure on the ovaries of female juvenile Japanese quails (*Coturnix japonica*): Developmental delay, histopathological alterations, hormone release disruption and gene expression disorder. *Ecotoxicology and Environmental Safety*,. 205: p. 111338. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111338>.
- Hwang, D.-F. and L.J.T. Wang,. 2001. Effect of taurine on toxicity of cadmium in rats. *Toxicology*. 167(3): p. 173-180. Doi: [10.1016/s0300-483x\(01\)00472-3](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(01)00472-3).
- Junaid, M., R.C. Murthy, and D.K.1996. Saxena, Embryotoxicity of orally administered chromium in mice: Exposure during the period of organogenesis. *Toxicology Letters*,. 84(3): p. 143-148.
- Karami, Z., et al., 2019. Antioxidant, anticancer and ACE-inhibitory activities of bioactive peptides from wheat germ protein hydrolysates. *Food Bioscience*. 32: p. 100450.
- Konduracka, E., K. Krzemieniecki, and G. Gajos,. 2014. Relationship between everyday use cosmetics and female breast cancer. *Polish Archives of Internal Medicine*,. 124(5): p. 264-9. Doi: [10.20452/pamw.2257](https://doi.org/10.20452/pamw.2257).
- Kumar, S., 2018. Occupational and Environmental Exposure to Lead and Reproductive Health Impairment: An Overview. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*,. 22(3): p. 128-137. Doi: [10.4103/ijoem.IJOEM_126_18](https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_126_18).
- Mackei, M., et al., 2020. Fermented Wheat Germ Extract as a Redox Modulator: Alleviating Endotoxin-Triggered Oxidative Stress in Primary Cultured Rat Hepatocytes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*,. 2020: p. 3181202. Doi: 10.1155/2020/3181202. eCollection 2020.
- Marija Varnai, V., et al., 2004. Succimer treatment and calcium supplementation reduce tissue lead in suckling rats. *Journal of Applied Toxicology*, 24(2): p. 123-128. Doi: [10.1002/jat.961](https://doi.org/10.1002/jat.961).
- McGivern, R.F., R.Z. Sokol, and N.G. Berman,. 1991. Prenatal lead exposure in the rat during the third week of gestation: Long-term behavioral, physiological, and anatomical effects associated with reproduction. *Toxicology and Applied Pharmacology*,. 110(2): p. 206-215. Doi: [10.1016/s0041-008x\(05\)80003-1](https://doi.org/10.1016/s0041-008x(05)80003-1).
- Moradi, H., et al. 2017. The Effect of Wheat Sprout Extract on Skin Injury Following Injection of Lead Acetate in Rat. *Armaghane Danesh*. 22(2): p. 161-175. [In Persian]
- Moradi, H.R., et al. 2023. Protective Effects of Wheat Sprout on Acrylamide Toxicity in the Hippocampus Structure and Spatial Learning and Memory of Rat. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam*. 11(2): p. 10-19. [In Persian]. doi: [10.61186/shefa.11.2.10](https://doi.org/10.61186/shefa.11.2.10).
- Morovvati, H. and H. Moradi,. 2018. Effects of wheat sprout extract on the quality of sperm in rats exposed to lead. *Journal of veterinary research* 12(3):p. 76-85. [In Persian]. Doi: [10.22055/ivj.2016.38460](https://doi.org/10.22055/ivj.2016.38460).

- Morovvati, H., et al. 2018. Wheat sprout effects on histological and histometrical structure and sperm parameters in testis of rat exposed to lead. *Journal of veterinary research* 72(1):p. 87-101. [In Persian]. doi: [10.22059/jvr.2017.61357](https://doi.org/10.22059/jvr.2017.61357).
- Morovvati, H., et al., 2016. Effects of wheat sprout extract on the quality of sperm in rats exposed to lead. *Journal of veterinary research*. 12(3): p. 76-85. Doi: [10.22055/ivj.2016.38460](https://doi.org/10.22055/ivj.2016.38460).
- Morovvati, H., H. Moradi, and M. Biabani. 2018. Effect of Hydroalcoholic Extract of Wheat Sprout On Histology and Histometry Structure of Rat's Prostate Exposed to Lead. *Iranian South Medical Journal*. 20(6): p. 540-552. [In Persian]
- Ouarda, M. and C. Abdennour,. 2008. Influence of Sudden Cystine Supplementation and Suppression on Adrenal and Ovary of Lead Exposed Rat. *European Journal of Scientific Research*,. 23.
- Ouies, S.M., S. Roshdy, and A.J.E.J.o.H. 2021. Baset, Effect of lead acetate on the ovarian growth in the pre-pubertal and pubertal periods in the offspring of albino rats and the possible protective role of nigella sativa oil. *The Egyptian Journal of Histology*, 44(3): p. 814-827. Doi: [10.21608/ejh.2020.44558.1366](https://doi.org/10.21608/ejh.2020.44558.1366).
- Parizi, M.G., et al., 2021. Serum level of lead and cadmium is linked to facial cosmetics use among Iranian young women. *Environmental Science and Pollution Research*,. 28(11): p. 13913-13918. Doi: [10.1007/s11356-020-11618-x](https://doi.org/10.1007/s11356-020-11618-x).
- Priya, P.N., A. Pillai, and S. Gupta, 2004. Effect of simultaneous exposure to lead and cadmium on gonadotropin binding and steroidogenesis on granulosa cells: an in vitro study. *Indian Journal of Experimental Biology (IJEB)*. 42(2): p. 143-8.
- Pulido, M.D. and A.R. Parrish,. 2003. Metal-induced apoptosis: mechanisms. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* , 2003. 533(1-2): p. 227-41. Doi: [10.1016/j.mrfmmm.2003.07.015](https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2003.07.015).
- Raj, K. and A.P. Das, 2023. Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*,. 5: p. 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.enceco.2023.02.001>.
- Sebastiani, G., et al., 2022. Effects of antioxidant intake on fetal development and maternal/neonatal health during pregnancy. *Antioxidants* 11 (4): p. 648. Doi: [10.3390/antiox11040648](https://doi.org/10.3390/antiox11040648).
- Seddik, L., et al., 2010. Dried leaf extract protects against lead-induced neurotoxicity in Wistar rats. *European Journal of Scientific Research*. 42(1): p. 139-151. Doi: [10.1016/j.heliyon.2024.e41256](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41256).
- Shalan, M.G., 2025. Mitigating lead acetate-induced histopathologic and physiologic disorders in rats receiving vitamin C and glutathione supplement. *Heliyon*,. 11(1): p. e41256. Doi: [10.1016/j.heliyon.2024.e41256](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41256).
- Shan, D., et al., 2023. Pubertal lead exposure affects ovary development, folliculogenesis and steroidogenesis by activation of IRE1 α -JNK signaling pathway in rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*,. 257: p. 114919. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.114919>.

Song, H., et al., 2023. Wheat germ peptide improves glucose metabolism and insulin resistance in HepG2 hepatocytes via regulating SOCS3/IRS1/Akt pathway. *Nutrition Research*,. 120: p. 135-144. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2023.10.005>.

Taupeau, C., et al., 2001. Lead accumulation in the mouse ovary after treatment-induced follicular atresia. *Reproductive Toxicology* ,. 15(4): p. 385-91. Doi: [10.1016/s0890-6238\(01\)00139-3](https://doi.org/10.1016/s0890-6238(01)00139-3).

Uchewa, O.O. and O.J. Ezugworie.,2019. Countering the effects of lead as an environmental toxicant on the microanatomy of female reproductive system of adult wistar rats using aqueous extract of *Ficus vogelii*. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*,. 52: p. 192-198. Doi: [10.1016/j.jtemb.2018.12.016](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.12.016).

Uzunhisarcikli, M., et al., 2015. Mercuric chloride induced hepatotoxic and hematologic changes in rats: The protective effects of sodium selenite and vitamin E. *Toxicology and Industrial Health*,. 32(9): p. 1651-1662. Doi: [10.1177/0748233715572561](https://doi.org/10.1177/0748233715572561).

Vigeh, M., D.R. Smith, and P.C. Hsu., 2011. How does lead induce male infertility?. *Iranian Journal of Reproductive Medicine* ,. 9(1): p. 1-8.

Vogel, N., et al., 2021. Lead, cadmium, mercury, and chromium in urine and blood of children and adolescents in Germany – Human biomonitoring results of the German Environmental Survey 2014–2017 (GerES V). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*,. 237: p. 113822. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113822>.

Waseem, N., S.A. Butt, and S. Hamid, 2014. Amelioration of lead induced changes in ovary of mice, by garlic extract. *Pakistan Medical Association*,. 64(7): p. 798-801. <https://doi.org/10.1186/s40557-015-0085-9>.

Yang, S., et al. 2023. Allelopathic effect of phenolic acids in various extracts of wheat against *Fusarium wilt* in faba bean. *functional biology of plants*,50(12):1062-2072. Doi: 10.1071/fp23052.