JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering
J Occup Hyg Eng,2025;12(3): 271-282 Doi: 10.53208/joohe.12.3.271
https://johe.umsha.ac.ir

Review Article

A Review of Studies on the Effects of Occupational Exposure to Pesticides on Infertility and Sexual Dysfunction in Farmers in Iran and Worldwide

Hojatollah Hossainian[1], *Ali Salehi Sahlabadi*[2,3], *Zahra Rahimi*[4], *Negar Safarpour Khotbesara*[3], *Shokat Tajzadeh*[5], *Ali Askari*[6], *Ayoub Ghanbary Sartang*[7*], *Mohsen Poursadeghiyan*[8,9*]

[1] *Applied Chemistry Department, Faculty of Gas and Petroleum, Yasouj University, Gachsaran, Iran*
[2] *Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Research Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[3] *Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[4] *Students Research Committee, School of Medicine, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran*
[5] *Health Deputy, Abadan University of Medical Sciences, Abadan, Iran*
[6] *Department of Occupational Health and Safety, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[7] *Health Deputy Department of Occupational Health, Abadan University of Medical Sciences, Abadan, Iran*
[8] *Social Determinants of Health Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran*
[9] *Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran*

Article history:
Received: *13 December 2025*
Revised: *11 February 2026*
Accepted: *01 June 2026*
ePublished: *16 June 2026*

**** First Corresponding author***: *Ayoub Ghanbary Sartang, Health Deputy Department of Occupational Health, Abadan University of Medical Sciences, Abadan, Iran.*

E-mail: aioobghanbary@ymail.com

**** Second Corresponding author***: *Mohsen Poursadeghiyan, Social Determinants of Health Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.*

E-mail: poursadeghiyan@gmail.com

Abstract

Background and Objective: *Occupational exposure to pesticides is considered one of the most significant health hazards for agricultural workers. This review aimed to gather and elucidate existing evidence regarding the association between occupational exposure to pesticides and the incidence of infertility and sexual dysfunction in male and female farmers.*

Materials and Methods: *This review study was conducted through a systematic search in such international databases as PubMed, Scopus, and Web of Science, as well as Persian databases (SID, Magiran, IranMedex, IranDoc) for articles published from 1979 to 2025. The search strategy included a combination of keywords, and articles were selected based on inclusion and exclusion criteria, resulting in a total of 11 articles. Subsequently, the extracted data were categorized and clarified through thematic analysis.*

Results: *A review of the evidence suggests a significant association between occupational exposure to pesticides and reproductive health problems. In men, this exposure leads to reduced sperm quantity and quality, DNA damage, and sexual dysfunction. In women, it is associated with increased menstrual irregularities, polycystic ovary syndrome, reduced egg quality, and adverse outcomes, such as miscarriage and stillbirth. These toxins have caused changes in the patients' damaged tissues through chemical mechanisms.*

Conclusion: *The results show that farmers who are exposed to pesticides absorb a greater amount of toxins through various routes, such as respiratory, digestive, and dermal. Therefore, they face a higher prevalence of infertility and sexual disorders. Accordingly, reducing these risks requires multifaceted preventive measures, such as risk education, provision of protective equipment, monitoring compliance with safety protocols, and providing special instructions to pregnant women or women of childbearing age.*

Keywords: *Infertility, Occupational exposure, Pesticides, Reproductive health, Sexual dysfunction*

Please cite this article as follows: *Hossainian H, Salehi Sahlabadi A, Rahimi Z, Safarpour Khotbesara N, Tajzadeh Sh, Askari A, Ghanbary Sartang A, Poursadeghiyan M. A review of studies on the effects of occupational exposure to pesticides on infertility and sexual dysfunction in farmers in Iran and worldwide. J Occup Hyg Eng. 2025; 12(3): 271-282. DOI: 10.53208/joohe.12.3.271*

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

Copyright *© 2025 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite*

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات: ۲۸۲-۲۷۱
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله مروری

مروری بر مطالعات اثرات مواجهۀ شغلی با آفت‌کش‌ها بر ناباروری و ناتوانی جنسی در کشاورزان در ایران و جهان

حجت اله حسینیان[۱]، علی صالحی سهل آبادی[۲،۳]، زهرا رحیمی[۴]، نگار صفرپورخطبه سرا[۳]، شوکت تاج‌زاده[۵]، علی عسکری[۶]، ایوب قنبری سرتنگ[۷*]، محسن پورصادقیان[۸،۹*]

۱. گروه شیمی کاربردی، دانشکده نفت و گاز گچساران، دانشگاه یاسوج، گچساران، ایران
۲. مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکدۀ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ایران
۵. معاونت بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آبادان، آبادان، ایران
۶. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدۀ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۷. گروه سلامت کار معاونت بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آبادان، آبادان، ایران
۸. مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت ، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
۹. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۹/۲۲
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۵/۰۳/۱۱
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۵/۰۳/۲۶

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

*نویسنده مسئول اول: ایوب قنبری سرتنگ، گروه سلامت کار معاونت بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آبادان، آبادان، ایران
ایمیل: aioobghanbary@ymail.com

*نویسنده مسئول دوم: محسن پورصادقیان، مرکز تحقیقات تعیین‌کننده‌های اجتماعی سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
ایمیل: poursadeghiyan@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: مواجهۀ شغلی با آفت‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین خطرات سلامتی برای کارگران کشاورزی محسوب می‌شود. هدف از این بررسی، جمع‌آوری و روشن‌کردن شواهد موجود در مورد ارتباط بین مواجهۀ شغلی با آفت‌کش‌ها و بروز ناباروری و اختلال عملکرد جنسی در کشاورزان زن و مرد است.

مواد و روش‌ها: این مطالعۀ مروری ازطریق جست‌وجوی سیستماتیک در پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی (*PubMed*، *Scopus*، و *Web of Science*) و پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی (*SID*، *Magiran*، *IranMedex*، و *IranDoc*) برای مقالات منتشرشده از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۲۵ انجام شد. استراتژی جست‌وجو شامل ترکیبی از کلمات کلیدی بود و مقالات براساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند و در کل ۱۱ مقاله حاصل شد؛ که در مرحلۀ بعد داده‌های استخراج‌شده ازطریق تحلیل موضوعی طبقه‌بندی و شفاف‌سازی شدند.

یافته‌ها: بررسی شواهد نشان می‌دهد ارتباط معناداری بین مواجهۀ شغلی با آفت‌کش‌ها، به‌ویژه گروه‌هایی مانند ارگانوفسفات‌ها (مانند دیازینون) و برخی از علف‌کش‌ها (مانند گلیفوسات) و مشکلات سلامت باروری وجود دارد. در مردان، این مواجهه منجر به کاهش کمیت و کیفیت اسپرم، آسیب دی‌ان‌اِی می‌شود و در زنان، با افزایش بی‌نظمی قاعدگی، سندرم تخمدان پلی‌کیستیک و دیگر عوارض همراه است. این سموم تغییراتی با مکانیسم شیمیایی بر بافت‌های آسیب دیده بیماران را باعث شده‌اند.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیقات نشان می‌دهد کشاورزانی که در معرض آفت‌کش‌ها قرار دارند، مقدار بیشتری از سموم از طرق مختلف نظیر تنفسی، گوارشی و پوستی وارد بدن آنها می‌شود و بنابراین با شیوع بالاتری از ناباروری و اختلالات جنسی مواجه هستند. بنابراین، کاهش این خطرات نیازمند اقدامات پیشگیرانۀ چندوجهی مانند آموزش خطرات، تهیه تجهیزات حفاظتی، نظارت بر رعایت پروتکل‌های ایمنی و ارائۀ دستورالعمل‌های ویژه به زنان باردار یا زنان در سن باروری است.

واژگان کلیدی: مواجهۀ شغلی، آفت‌کش‌ها، سلامت تولیدمثلی، ناباروری، ناتوانی جنسی

استناد: حسینیان، حجت اله؛ صالحی سهل آبادی، علی؛ رحیمی، زهرا؛ صفرپورخطبه سرا، نگار؛ تاج‌زاده، شوکت؛ عسکری، علی؛ قنبری سرتنگ، ایوب؛ پورصادقیان، محسن. مروری بر مطالعات اثرات مواجهۀ شغلی با آفت‌کش‌ها بر ناباروری و ناتوانی جنسی در کشاورزان در ایران و جهان. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، پاییز ۱۴۰۴؛۱۲(۳): ۲۸۱-۲۸۲.

مقدمه

ناباروری به‌عنوان یک چالش بهداشتی جهانی و یکی از مهم‌ترین بحران‌های زندگی زنان و مردان، بار روانی، اجتماعی و اقتصادی سنگینی بر جوامع تحمیل می‌کند [۱]. براساس آمارها شیوع این مشکل در طول ۱۶ سال گذشته حدود ۲۱

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

درصد افزایش یافته و نرخ استانداردشدهٔ سنی ناباروری در افراد ۱۵ تا ۴۹ساله بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ به‌طور متوسط سالانه ۰/۴۹ درصد برای مردان و ۰/۶۸ درصد برای زنان بوده است [۲]. در میان عوامل متعدد مؤثر بر باروری، ازجمله ژنتیک، سبک زندگی و تعادل هورمونی، نقش عوامل محیطی و شغلی در دهه‌های اخیر بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است [۳].

یکی از جدی‌ترین خطرات شغلی-محیطی، به‌ویژه برای کارگران در بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه، مواجههٔ ناایمن با آفت‌کش‌های شیمیایی است [۴، ۵]. این ترکیبات که برای افزایش تولید محصولات کشاورزی طراحی شده‌اند، به‌دلیل پخش گسترده در محیط و پتانسیل تجمع زیستی، تهدیدی جدی برای سلامت عمومی و بهداشت کارگران محسوب می‌شوند [۶]. شواهد علمی متعدد نشان می‌دهد سیستم تولیدمثلی انسان، به‌دلیل حساسیت بالای فرایندهای سلولی مانند اسپرماتوژنز و اووژنز، به‌طور خاص در برابر اثرات سمی این مواد آسیب‌پذیر است [۶، ۷].

اهمیت این ارتباط برای اولین بار در دههٔ ۱۹۷۰ با مواجههٔ کارگران کارخانه‌های تولیدکنندهٔ حشره‌کش دی‌بروموکلروپروپان(*DBCP*) و بروز ناباروری شدید در آنها آشکار شد [۸]. این کشف، نقطهٔ عطفی در تحقیقات بود و راه را برای مطالعات گسترده‌تر روی سایر آفت‌کش‌ها باز کرد. تحقیقات بعدی، ارتباط معناداری بین مواجهه با دسته‌های مختلف آفت‌کش‌ها و اختلالات تولیدمثلی تأیید کرده‌اند. برای مثال، قرارگرفتن در معرض آفت‌کش‌های ارگانوکلرین مانند *DDT* و *DDE* با کاهش کیفیت پارامترهای اسپرم [۹] و آفت‌کش‌های ارگانوفسفره با آسیب میتوکندری، مرگ سلولی و مختل‌سازی سنتز اسیدهای نوکلئیک در سلول‌های زایشی مرتبط بوده است [۱۰]. پیامدهای این مواجهه در زنان نیز شامل به‌تأخیرافتادن بارداری، سقط خودبه‌خودی، مرده‌زایی و کاهش کیفیت تخمک گزارش شده است [۱۱، ۱۲].

با توجه به گسترهٔ وسیع شواهد که اثرات مخرب آفت‌کش‌ها بر سلامت تولیدمثلی مردان و زنان را تأیید می‌کند [۵، ۱۳-۱۵]، با توجه به پراکندگی شواهد موجود درزمینهٔ تأثیر مواجههٔ شغلی با آفت‌کش‌ها بر پیامدهای باروری و جنسی کشاورزان، این مرور روایتی با هدف جمع‌آوری، دسته‌بندی و تحلیل انتقادی مطالعات انجام‌شده در این حوزه طراحی گردید. تلاش شد تا با تمرکز بر شواهد اپیدمیولوژیک (انسانی) و تجربی (حیوانی و آزمایشگاهی)، تصویری منسجم از وضعیت موجود ارائه شود. همچنین، یافته‌های مطالعات مختلف با یکدیگر مقایسه شده و شکاف‌های دانشی (*knowledge gaps*) شناسایی شدند. انتظار می‌رود این مرور بتواند زمینه‌ساز طراحی مطالعات آینده با تأکید بر جنبه‌های مغفول‌مانده (مانند مطالعات کوهورت طولی در جمعیت‌های در معرض مواجهه یا بررسی مداخلات کاهش خطر) باشد. مقایسهٔ نتایج مطالعات مشابه و تأکید بر نوآوری‌های این مرور (ازجمله توجه هم‌زمان به ناباروری و ناتوانی جنسی و تفکیک انواع آفت‌کش‌ها) در بخش بحث به‌تفصیل ارائه شده است.

روش کار

طراحی مطالعه و استراتژی جست‌وجو این مطالعه به‌صورت یک مرور روایتی (*Narrative Review*) در سال ۲۰۲۵ انجام شد تا به‌صورت جامع، شواهد موجود در مورد ارتباط میان مواجههٔ شغلی با آفت‌کش‌ها و سلامت تولیدمثلی را تحلیل و تلفیق کند. فرایند جست‌وجوی مقالات با پوشش بازهٔ زمانی ژانویه ۱۹۷۹ تا دسامبر ۲۰۲۵ انجام گرفت.

جست‌وجو به‌صورت سیستماتیک در پایگاه‌های داده‌های بین‌المللی معتبر شامل *PubMed*، *Scopus*، *Wiley*، *Web of Science*، و *ScienceDirect* انجام شد. برای اطمینان از پوشش کامل، از موتور جست‌وجوی *Google Scholar* نیز به‌عنوان یک ابزار مکمل استفاده گردید. علاوه‌براین، جهت شناسایی مطالعات فارسی‌زبان، پایگاه‌های داده‌های داخلی *SID*، *Magiran*، *IranMede*، و *IranDoc* جست‌وجو شدند.

استراتژی جست‌وجو براساس ترکیبی از کلمات کلیدی اصلی و مترادف‌های آنها با استفاده از عملگرهای بولی (*AND, OR*) طراحی شد. برای پایگاه‌های بین‌المللی، از کلمات کلیدی انگلیسی شامل "*Agricultural Poisons*" (سموم کشاورزی)، "*Agricultural Pesticides*" (آفت‌کش کشاورزی)، "*Sexual Health*" (سلامت جنسی)، "*Reproductive Effect*" (اثر تولیدمثلی)، "*Farmers*" (کشاورزان)، "*Occupational Exposure*" (مواجههٔ شغلی) و "*Infertility*" (ناباروری) استفاده شد. فرایند انتخاب مقالات و معیارهای ورود و خروج تمام مقالات شناسایی شده پس از جست‌وجو به نرم‌افزار مدیریت مراجع *EndNote (Version X8)* منتقل شدند و مقالات تکراری به‌صورت خودکار و دستی حذف گردیدند. فرایند

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

غربالگری مقالات در دو مرحله انجام شد:

۱. بررسی اولیه: عنوان و چکیدهٔ همهٔ مقالات باقی‌مانده به‌طور مستقل توسط دو نویسنده بررسی شد تا مرتبط بودن آنها با هدف مطالعه مشخص شود.

۲. بررسی متن کامل: مقالاتی که در مرحلهٔ اولیه واجد شرایط شناخته شدند، متن کامل آنها مورد بررسی دقیق قرار گرفت.

معیارهای ورود (*Inclusion Criteria*):

- مقالات پژوهشی اصیل یا مروری که به زبان انگلیسی یا فارسی منتشر شده بودند شامل:

- مطالعات تجربی (*in-vivo* و *in-vitro*)
- مطالعات اپیدمیولوژیک شامل مطالعات بررسی مواجههٔ شغلی انسان با آفت‌کش‌ها و مطالعات بررسی پیامدهای مرتبط با سلامت تولیدمثلی (ناباروری، ناتوانی جنسی، پارامترهای اسپرم، پیامدهای بارداری)

معیارهای خروج (*Exclusion Criteria*):

- مطالعاتی که به مواجهه عمومی یا خوراکی (غیرشغلی) می‌پرداختند.
- خلاصه کنفرانس‌ها، مقالات بدون متن کامل، یا نامه به سردبیر.
- مطالعاتی که به زبانی غیر از فارسی یا انگلیسی منتشر شده بودند.

به‌منظور اطمینان از جامعیت جست‌وجو، فهرست منابع مقالات انتخاب شده نهایی نیز به روش *Ball-and-Snowballing* (بررسی ارجاعات مقالات) اسکن شد تا مطالعات کلیدی احتمالی از قلم نیفتد. با توجه به تمامی موارد ذکر شده، در نهایت ۱۰ مقاله مناسب یافت شد.

استخراج داده‌ها و تحلیل ترکیبی (*Synthesis*) داده‌های مورد نیاز از مقالات نهایی با استفاده از یک فرم استاندارد استخراج گردید. این داده‌ها شامل اطلاعات اولیه (نویسنده، سال انتشار)، نوع مطالعه، جامعه مورد بررسی، نوع آفت‌کش مورد مواجهه و پیامدهای تولیدمثلی گزارش شده بود. مدیریت و دسته‌بندی این داده‌ها با نرم‌افزار *Microsoft Excel* انجام شد.

درنهایت، یافته‌های استخراج‌شده به روش تحلیل موضوعی (*Thematic Analysis*) تلفیق و تحلیل گردید. در این فرایند، مقالات براساس محورهای موضوعی مشترک (مانند اثرات بر مردان، اثرات بر زنان، انواع آفت‌کش‌ها و مکانیسم‌های آسیب‌زایی بر تولیدمثل) دسته‌بندی شدند تا یک روایت منسجم و یکپارچه از شواهد موجود ارائه گردد.

یافته ها

پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند مواجهه با آفت‌کش‌ها می‌تواند اثرات مخرب و گسترده‌ای بر سیستم تولیدمثل زنان و مردان داشته باشد، به‌طوری که این اثرات از اختلال در پارامترهای اسپرم و عملکرد تخمدان گرفته تا افزایش خطر سقط جنین، ناباروری و نقایص تکاملی را در بر می‌گیرد [۱۶-۱۸]. این مقاله به مرور و تحلیل یافته‌های کلیدی مطالعات تجربی و اپیدمیولوژیک در این زمینه می‌پردازد.

شواهد علمی قاطع نشان می‌دهد آفت‌کش‌ها، به‌عنوان عوامل مخرب زیست محیطی، اثرات نامطلوب و گسترده‌ای بر سیستم تولیدمثل انسان در هر دو جنس وارد می‌کنند، به‌طوری که این تأثیرات ازطریق مکانیسم‌های چند وجهی ازجمله سمیت ژنتیکی (*Genotoxicity*)، اختلال در غدد درون‌ریز (*Endocrine disruption*) و آسیب مستقیم سلولی اعمال می‌شوند [۱۱،۱۲،۱۹]. شدت این پیامدها به نوع ترکیب شیمیایی، دوز و مدت مواجهه بستگی دارد و عوارض حاد مانند واکنش‌های پوستی و تحریک تنفسی، در کنار اثرات مزمن مانند اختلالات عصبی و نقص‌های جنینی، طیف وسیعی از خطرات ناشی از این مواد را تشکیل می‌دهند [۲۰،۲۱]. براساس دو تصویر، آفت‌کش‌ها ازطریق القای گونه‌های فعال اکسیژن (*ROS*) و استرس اکسیداتیو(*OS*) ، به دو نوع سلول کلیدی بیضه آسیب می‌رسانند: در سلول لیدیگ (واقع در فضای بینابینی)، آفت‌کش‌ها با افزایش *ROS*، مسیر پیام‌رسانی هورمون لوتئین‌کننده (*LH*) شامل *cAMP*و *PKA* را مختل می‌کنند. این اختلال باعث کاهش بیان ژن‌های استروئیدوژنز مانند *SCARB1* (واردکننده کلسترول)،*STAR* (انتقال‌دهندهٔ کلسترول به میتوکندری) و *CYP11A1* (آنزیم کلیدی تبدیل کلسترول به پرگننولون *Pregnenolone*) می‌شود. درنتیجه، تولید تستوسترون از کلسترول کاهش یافته و سطح این هورمون در بیضه افت می‌کند. در سلول سرتولی، آفت‌کش‌ها همچنین ازطریق *ROS* باعث گسست سد خونی-بیضه (*BTB*)، کاهش حجم سلول، افزایش آپوپتوز و در نهایت کاهش شدید سلول‌های زایا(*Germ cell depletion*) می‌شوند [۱۹]. خلاصه‌ای از ۸ مطالعهٔ کلیدی که این یافته‌ها را تأیید می‌کنند، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج ۸ مطالعهٔ تجربی، مروری و اپیدمیولوژیک درزمینهٔ اثرات مختلف آفت‌کش‌ها بر سیستم تولیدمثلی و ناباروری در مردان و زنان.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

شماره	نویسندهٔ اول و سال مطالعه	مکان	تعداد نمونه	طراحی مطالعه	موضوع مطالعه	یافتهٔ کلیدی
۱	نقاب و همکاران ۲۰۱۳ [۱۱]	ایران	۲۶۸	اپیدمیولوژیک	اثرات مواجهه با آفت‌کش‌ها بر وضعیت باروری کارگران کشاورزی ساکن در یک منطقهٔ روستایی استان فارس	سقط خودبه‌خودی و مرده‌زایی در زنان دارای مواجهه نسبت به افراد عادی بالاتر بود.
۲	مدرسی و همکاران ۲۰۱۱ [۱۲]	ایران	۴۰	تجربی	اثرات آندوسولفان بر پارامترهای تولیدمثلی موش‌های صحرایی نر	کاهش تعداد و حرکت اسپرم و کاهش وزن بیضه
۳	جورسرایی و همکاران ۲۰۰۵ [۲۳]	ایران	در مطالعه ذکر نشده بود.	تجربی	اثرات برون‌تنی هینوسان و دیازینون بر پارامترهای اسپرم انسان	مواجهه با آفت‌کش فسفره هینوزان و دیازینون سبب کاهش حرکت اسپرم و کاهش تعداد اسپرم می‌شود.
۴	رحیمی و همکاران [۵۷]	ایران	۶۴۵	اپیدمیولوژیک	پیامدهای سلامت عمومی و باروری در میان زنان شاغل در گلخانه‌ها: یک مطالعهٔ تطبیقی	در گروه زنان شاغل در گلخانه نسبت به زنان خانه‌دار وقوع سقط خودبه‌خودی به‌طور معنی‌داری بیشتر و میزان ناباروری نیز به‌طور چشمگیری افزایش یافته بود.
۵	اسپینوزا ناوارو و همکاران ۲۰۱۴ [۲۲]	شیلی	۲۰	تجربی	اثرات مالاتیون بر سلولی بودن و تمایز اسپرم در بیضه و اپیدیدیم موش‌های صحرایی بالغ	مواجهه با مالاتیون در حیوانات آزمایشگاهی سبب کاهش وزن اپیدیدیم و بیضه و کاهش تعداد اسپرم می‌شود.
۶	گلاور و همکاران ۲۰۲۴ [۲۴]	ایالات متحده آمریکا	۶۷۱	اپیدمیولوژیک	بررسی شیوع اختلال نعوظ در میان مردان مواجهه‌یافته با حشره‌کش‌های ارگانوفسفات	مواجهه با ارگانوفسفره کلرپیرفوس (دورسبان) باعث اختلال در نعوظ در مردان می‌شود.
۷	روی و همکاران ۲۰۱۷ [۲۵]	هند	۵۵	اپیدمیولوژیک	آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، و ناباروری مردان	اثر گنادوتوکسیک آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها در این مطالعه بررسی شد و مواجهه با آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها رابطه‌ای قطعی با ناباروری مردان دارد.
۸	چانگ و همکاران ۲۰۲۴ [۲۶]	چین	۲۹۹	اپیدمیولوژیک	ارتباط بین مواجهه با مخلوط آفت‌کش‌ها و کیفیت منی در میان مردان غیرشغلی مواجهه‌یافته: چهار مدل آماری	مواجهه‌های غیرشغلی با قارچ‌کش پیری‌متانیل، علف کش دی‌متنامید و کلومازون و آفت‌کش بنزن هگزاکلراید بر روی پارامترهای کیفیت مایع منی و به‌ویژه میزان تحرک اسپرم تأثیر منفی دارد.
۹	سلیمان و همکاران ۲۰۰۸ [۸]	مصر	۸۷	اپیدمیولوژیک	اختلال نعوظ در کارگران با مواجههٔ مزمن با آفت‌کش‌ها و حلال‌های آلی در استان دمیاط	مواجهه ترکیبی و هم‌زمان با حلال‌های آلی و آفت‌کش ها مانند کربن دی سولفید و حشره‌کش *DDT* موجب اختلال در نعوظ می‌شود.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

۱۰	بیجوروانگ و همکاران ۲۰۲۰ [۵۸]	سوئد	۸۱۸	اپیدمیولوژیک	آلاینده‌های آلی پایدار، استفاده از قرص‌های ضدبارداری ترکیبی پیش از بارداری، سن، و زمان تا بارداری در گروه *SELMA*	مواجهه بالاتر با هگزاکلروبنزن (*HCB*) در زنان زیر ۲۹ سال که از قرص‌های ضدبارداری ترکیبی (*COCs*) استفاده می‌کردند، با ناباروری (نسبت شانس ۲،۲۵، فاصلهٔ اطمینان ۹۵٪: ۱/۰۶ تا ۴/۷۸) و طولانی‌تر شدن زمان تا بارداری (*TTP*) همراه بود. درحالی‌که مواجهه با دیکلرودی‌فنیل‌دیکلرواتان (*DDE*) در مصرف‌کنندگان *COCs* با سن ۲۹ سال و بالاتر، تنها با افزایش زمان تا بارداری (*TTP*) ارتباط داشت.
۱۱	جوواسیز و همکاران ۲۰۲۰ [۵۹]	لهستان	۵۱۱	اپیدمیولوژیک	پارامترهای ذخیره تخمدانی در ارتباط با غلظت‌های ادراری پارابن‌ها	به‌ازای هر نانوگرم بر میلی‌لیتر افزایش در سطح متابولیت ۳-فنوکسی بنزوئیک اسید (*PBA۳*-)، ارتباط مثبتی با سطح هورمون *FSH* مشاهده شد (بتا = ۰/۰۱ واحد بین‌المللی بر لیتر؛ فاصله اطمینان ۹۵٪: ۰/۰۱ تا ۰/۲۵). برعکس، روابط منفی معنی‌داری برای هر دو شاخص *AMH* (کاهش بتا = ۰/۰۴- نانوگرم بر میلی‌لیتر) و *AFC* (کاهش بتا = ۰/۰۲- فولیکول) شناسایی شد.

آسیب به سیستم تولیدمثل مردان یکی از مستندترین پیامدهای مواجهه با آفت‌کش‌هاست، به‌طوری که این اختلالات که منجر به کاهش کیفیت مایع منی و ناباروری می‌شوند، عمدتاً بر سه پارامتر کلیدی اسپرم تأثیر می‌گذارند: شمارش (*Count*)، تحرک‌پذیری (*Motility*) و مورفولوژی (*Morphology*) [۱۷،۲۷].

آفت‌کش‌های ارگانوفسفره (*Organophosphates*) از ترکیبات شیمیایی است که با مهار آنزیم استیل‌کولین‌استراز، اثرات سمی خود را اعمال می‌کنند. برای درک بهتر آثار ناباروری آفت‌کش ها مناسب است به‌صورت موردی یک نمونه از آفت‌کش‌ها را مقداری از لحاظ شیوه عملکرد شیمیایی و مکانیسم شیمیایی درگیر در عملکرد با توجه به منابع علمی وجود بررسی کنیم که در ادامه مورد ارگانوفسفات را بررسی می‌کنیم. ارگانوفسفات‌ها (*Organophosphates*) از نظر شیمیایی یک گروه آلی فسفردار بسیار واکنش‌پذیر هستند که ساختار آنها اساس اثرات زیستی و همچنین سمیت تولیدمثلی (ناباروری) را توضیح می‌دهد. ارگانوفسفات‌ها یک ساختار کلی دارند. یعنی ساختار عمومی آنها بر پایه اتم فسفر (*P*) است:

$$(RO)_3P=O \text{ or } (RO)_2P(=S)X$$

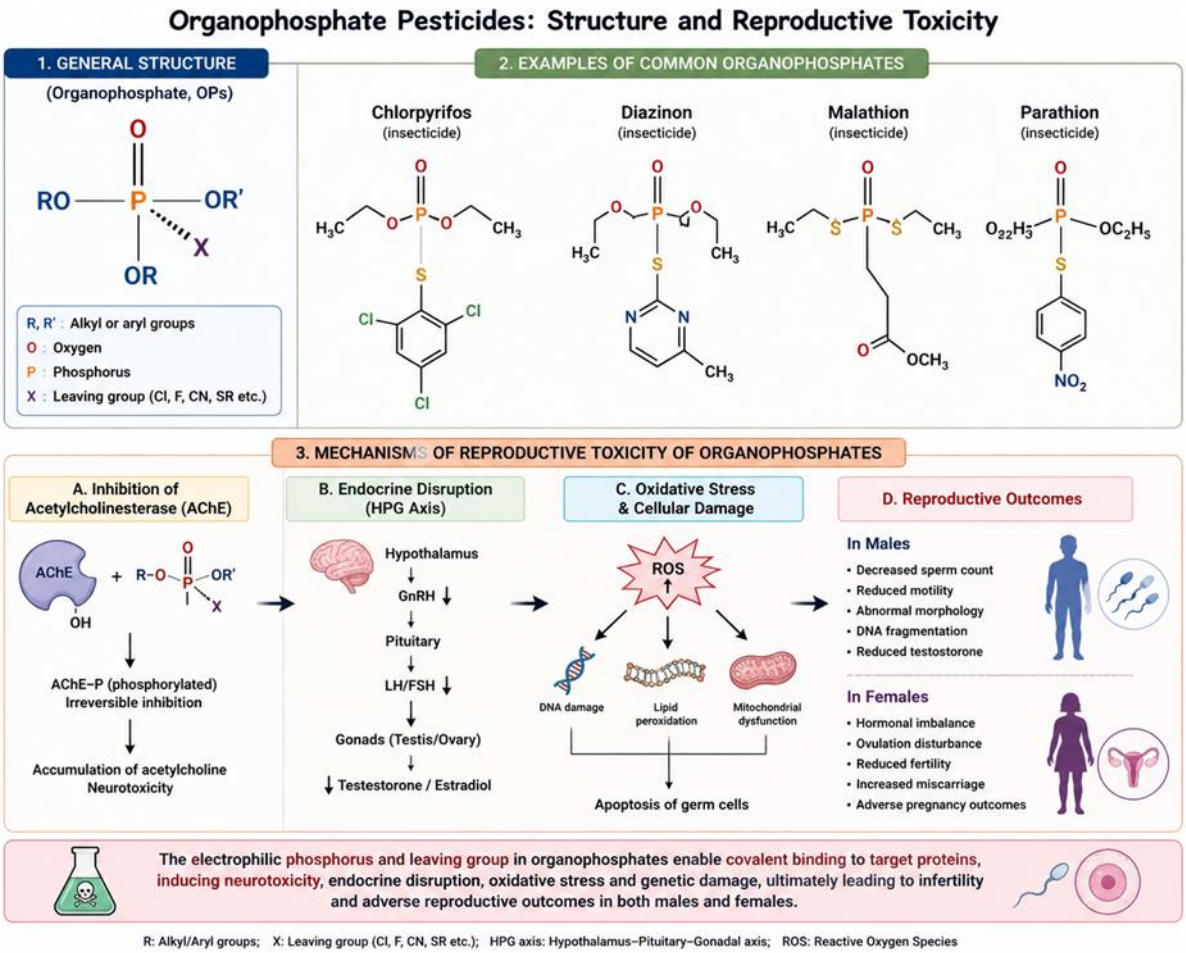
در این ساختار P اتم فسفر مرکزی، O اکسیژن (گروه اکسو)، S گوگرد (گروه تیونو)، R گروه‌های آلی متصل به فسفر (آلکیل/آریل) است. X گروه ترک‌کننده (مثل فلور، کلر، سیانید یا تیواتر) است. دلیل شیمیایی اصلی سمیت تولیدمثلی آفت‌کش ارگانوفسفات‌ها ویژگی‌های ساختاری مهم زیر است؛

۱. فسفر الکترون‌دوست است (*Electrophilic*) است که به گروه‌های نوکلئوفیل (مثل *OH*- و- *SH*) در آنزیم‌ها به‌آسانی حمله می‌کند.
۲. گروه‌های ترک‌کنندهٔ قوی دارد که باعث واکنش سریع با پروتئین‌ها و دی‌ان‌ای می‌شوند.
۳. قابلیت تشکیل پیوند پایدار کووالانسی (غیرقابل برگشت در بسیاری موارد) با آنزیم‌ها دارد [۲۸].

شکل شماتیک ساختار ارگانوفسفات‌ها (*Graphical Abstract*) تهیه‌شده توسط مقالات به‌صورت زیر است [۲۸]:

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]



شکل ۱. شکل شماتیک ساختار ارگانوفسفات‌ها.

آفت‌کش‌های ارگانوفسفات با عمل فسفریلاسیون آنزیم *AChE* را به فرم زیر غیرفعال می‌کنند [۲۸]:

$$\mathrm{AChE + OP \rightarrow AChE - P\ (irreversible\ inhibition)}$$

NCBI. NBK470430. In: NCBI Bookshelf [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470430 /

که فراتر از سیستم عصبی، سیستم تولیدمثل را نیز درگیر می‌کند، به‌طوری که مطالعات متعدد اثرات مخرب دیازینون و پاراتیون را تأیید کرده‌اند و این ترکیبات با کاهش معنی‌دار تعداد و تحرک اسپرم و تخریب بافت بیضه (به‌ویژه لوله‌های اسپرم‌ساز) مرتبط هستند [۳۰، ۲۹، ۱۶].

مطالعهٔ *in vitro* جورسرایی و همکاران نیز نشان داد هینوزان و دیازینون به‌طور مستقیم بر حرکت و تعداد اسپرم انسان تأثیر منفی می‌گذارند [۲۳]. یافته‌های بالینی در مطالعهٔ گلاوِر (*Glover*) و همکاران نشان داد مواجهه با کلرپیریفوس (*Chlorpyrifos*) با افزایش خطر اختلال نعوظ (*Erectile Dysfunction*) در مردان مرتبط است [۲۴]. این یافته در مطالعهٔ کائور (*Kaur*) و همکاران نیز برای استامی‌پراید و کربوفوران تأیید شد [۳۱]. همچنین مواجهه ترکیبی با حلال‌های آلی و آفت‌کش‌ها مانند *DDT* نیز به اختلال در نعوظ منجر شده است [۱۷،۳۲].

آفت‌کش‌های ارگانوکلره (*Organochlorines*) به‌دلیل پایداری بالا در محیط و تمایل به تجمع بیولوژیکی (*Bioaccumulation*)، اثرات طولانی‌مدت و جدی‌ای دارند و آندوسولفان یکی از پرخطرترین ترکیبات این دسته است که مطالعهٔ مدرسی و همکاران نشان داد با کاهش تعداد و حرکت اسپرم و کاهش وزن بیضه در حیوانات آزمایشگاهی همراه است [۱۲]. این حشره‌کش با اختلال در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد، باعث افزایش سطح هورمون‌های محرک فولیکول (*FSH*) و لوتئینی‌کننده (*LH*) و درنتیجه، کاهش سطح تستوسترون می‌شود [۳۳، ۳۴]. *DDT* نیز یک نمونهٔ کلاسیک است که می‌تواند باعث آتروفی (تحلیل رفتن) بیضه شود [۳۵]. سایر ترکیبات مانند متوکسی‌کلر، کلردان (*Chlordane*) و کپون (*Kepone*) نیز با اختلالات عملکرد بیضه و کاهش اسپرم‌سازی همراه هستند [۳۶-۳۸] . سایر ترکیبات (کاربامات‌ها، پیرتروییدها و قارچ‌کش‌ها نظیر مالاتیون

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

در مدل‌های حیوانی باعث کاهش وزن بیضه و اپیدیدیم و کاهش تعداد اسپرم می‌شود [۳۹،۴۰]. کاربندازیم از دسته‌ی قارچ کش های کارباماته که باعث تغییر شکل اسپرم [۴۱] و سیپرمترین از دسته‌ی [۴۲،۴۳] پیرتروئیدها باعث تخریب دی‌ان‌ای اسپرم می‌شود. مطالعهٔ رُوی (*Roy*) و همکاران نیز نشان داد مواجهه با سیپرمترین، تیاکلوپراید و استامیپرید باعث کاهش غلظت و حجم اسپرم می‌شود [۲۵]. مواجهه با قارچ‌کش‌هایی مانند مانکوزب (*Mancozeb*) باعث کاهش وزن بیضه و کیسه منی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آسیب‌زا می‌شود [۴۴]. در یک مطالعهٔ اپیدمیولوژیک کلیدی، پِترِلی (*Petrelli*) و همکاران نشان دادند کارگران مرد شاغل در گلخانه‌ها که با ترکیبات مختلف آفت‌کشی مواجهه داشتند، ریسک ناباروری معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشتند و زنان نیز به همان اندازه در معرض خطرات ناشی از آفت‌کش‌ها هستند که می‌تواند منجر به ناباروری، عوارض بارداری، و نقص‌های جنینی شود [۴۵].

مواجهه با ترکیباتی مانند متوکسی‌کلرو، کپون با مهار فاز لوتئال (*Luteal Phase*)، عدم تخمک‌گذاری (*Anovulation*) و اختلال در فرایند فولیکولوژنز (*Folliculogenesis*) همراه است که همگی منجر به کاهش باروری می‌شوند [۴۶،۴۷] . مواجهه با کربوفوران و کپون همچنین می‌تواند باعث بی‌نظمی چرخهٔ قاعدگی شود [۴۸]. در مطالعهٔ نقاب و همکاران، میزان سقط خودبه‌خودی مکرر (تعریف‌شده به‌عنوان سه یا بیشتر سقط در نیمهٔ اول بارداری) در زنان کشاورز به‌طور قابل‌توجهی بالاتر بود [۱۱]. همچنین، زمان تا بارداری (*Time to Pregnancy – TTP*) در زنان در معرض ترکیباتی مانند گلایفوزیت، دیازینون و مالاتیون به بیش از ۱۲ ماه افزایش یافته بود که نشان‌دهنده کاهش باروری پتانسیل است (جدول ۲) [۴۹،۵۰].

جدول ۲. فهرست آفت‌کش‌های مورد استفاده توسط کشاورزان و اثرات سم شناسی آنها روی تولیدمثل و ناباروری [۱۱].

شماره	نام عمومی (نام تجاری)	آفت‌کش	علف‌کش	حشره‌کش			اثرات سم‌شناسی			
				NC	*PY*	*OP*	*SB*	*BDC*	*TTP*	*DS*
۱	پاراکوات ۲۲٪ *SL*		❋				+	-	-	+
۲	راندآپ (گلیفوزیت) ۴۱٪ *SL*		❋				+	+	+	+
۳	استامیپرید ۲۰٪ *SP*			❋			+	-	-	+
۴	ایمیداکلوپرید ۳۵٪ *SC* (کنفیدور)			❋			+	+	-	+
۵	نیکوسولفورون ۴٪ *SC*		❋				+	-	-	+
۶	فن‌پروپاترین ۱۰٪ *EC*				❋		+	-	-	+
۷	لوفنورون (مچ ۵٪ *EC*)	❋					+	+	-	+
۸	توپاز ۲۰۰ *EW*	❋					+	+	-	+
۹	دیازینون ۶۰٪ *EC*					❋	+	+	+	+
۱۰	مالاتیون ۵۷٪ *EC*					❋	+	+	+	+
۱۱	سیپرمترین ۴۰٪ *EC*				❋		-	-	+	+

- *OP* - ارگانوفسفات، *PY* - پایرتروئید، *NC* - نئونیکوتینوئید
- *SL* - مایع قابل‌حل در آب، *SC* - کنسانتره سوسپانسیون، *EC*- کنسانتره امولسیون‌شونده، *SP* - پودر قابل‌حل در آب، *EW* - امولسیون روغن در آب.
- *TTP* - پارامتر سمیت بیضه، *BDC*: ناقص الخلقه، *SB* - مرده‌زایی، *DS* - کاهش اسپرم (تعداد/کیفیت)

مواجهه با دیازینون نیز با توقف تکامل جنین، کاهش وزن جنین و ناهنجاری‌های مادرزادی مانند کریپتورکیدیسم مرتبط است [۲۳،۵۱]. مطالعات وِسا (*Vessa*) و همکاران و سیفاکیس (*Sifakis*) و همکاران نیز ارتباط مواجهه با *DDT*، *DDE* و کلردان را با کاهش باروری و افزایش سقط جنین نشان دادند [۱۶،۵۲]. مواجههٔ شغلی زنان با علف‌کش ۲،۴-دی‌کلروفنوکسی‌استیک اسید نیز به سقط ناگهانی منجر شده است [۵۳].

بسیاری از آفت‌کش‌ها دارای پتانسیل سمیت ژنتیکی هستند و می‌توانند باعث جهش‌های کروموزومی و نقص‌های دی‌ان‌ای در گامت‌ها (اسپرم و تخمک) شوند به‌طوری که ترکیباتی مانند آلدیکارب (*Aldicarb*)، اندرین (*Endrin*)، *DBCP*، و *DDT* در حیوانات آزمایشگاهی این اثر را نشان داده‌اند. این آسیب‌های ژنتیکی در مطالعات انسانی نیز برای ترکیباتی نظیر *DDT*، *DBCP*، دلتامترین، و سیپرمترین اثبات شده است [۵۲]. در حیوانات آزمایشگاهی، مواجهه با پیرتروئیدها و کاربامات‌ها نیز باعث ناهنجاری کروموزومی و تخریب دی‌ان‌ای اسپرم شده است [۴۹].

شواهد اپیدمیولوژیک (مطالعات جمعیت شناختی) نیز این یافته‌ها را در سطح جامعه تأیید می‌کند. در یک مطالعهٔ

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

مقطعی بر روی ۲۶۸ کشاورز مرد متأهل ساکن منطقه روستایی استان فارس (جنوب ایران)، نمونه‌های اسپرم در دو فصل تابستان (اوج مصرف آفت‌کش‌ها) و زمستان جمع‌آوری و تحت آنالیز استاندارد قرار گرفتند. نتایج نشان داد میانگین تعداد اسپرم در فصل تابستان به‌طور معنی‌داری کمتر از فصل زمستان بود ($P<۰/۰۵$). این یافته با شواهد مروری تأکیدکننده نقش عوامل محیطی ازجمله آفت‌کش‌ها در کاهش کیفیت اسپرم هم‌سو است [۱۱،۵۴]. همچنین، یک مطالعهٔ مورد-شاهدی نشان داد که زنان و مردان نابارور به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از گروه کنترل در معرض آفت‌کش‌ها قرار داشتند [۵۵]. این یافته‌ها آفت‌کش‌ها را به‌عنوان یک عامل خطر کلیدی برای ناباروری زنان و مردان معرفی می‌کنند. در سطح سیاست‌گذاری، انجمن ایمنی و بهداشت شغلی کرهٔ جنوبی نیز براساس شواهد موجود، مواد شیمیایی با سمیت تولیدمثلی را به سه گروه $A۱$ (اثرات اثبات‌شده روی انسان)، $B۱$ (مشکوک به اثرات روی انسان) و ۲ (شواهد محدود روی انسان و حیوان) طبقه‌بندی کرده است.

با توجه به خطرات اثبات‌شده برای سلامت تولیدمثلی و تکاملی، اتخاذ استراتژی‌های مؤثر برای کنترل مواجهه با آفت‌کش‌ها ضروری است. انتخاب بهترین استراتژی نیازمند ارزیابی عواملی چون بزرگی خطر، شدت مواجهه و الزامات قانونی است. برای زنان باردار، حساسیت ویژهٔ جنین، لزوم اتخاذ کنترل‌های سخت‌گیرانه‌تر را ایجاب می‌کند؛ برای مثال، می‌توان با تغییر شغل یا اصلاح شرایط کاری، مواجهه را به حداقل رساند [۵۶]. سایر اقدامات تکمیلی شامل معاینات پزشکی دوره‌ای، شناسایی دقیق منابع خطر و اطلاع رسانی شفاف در مورد اثرات تولیدمثلی این مواد هستند [۵۷-۶۱].

بحث

فرایند صنعتی‌شدن جهان باوجود بهبود شاخص‌های زندگی با معرفی گسترده مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها، چالش‌های جدیدی برای سلامت انسان ایجاد کرده است، به‌طوری که یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، اختلال در عملکرد دستگاه تولیدمثل است [۶۲, ۶۳]. براساس تعریف سازمان بهداشت جهانی، بخش قابل‌توجهی از علل ناشناختهٔ ناباروری با عوامل محیطی چندگانه در ارتباط است. باروری و داشتن فرزند نه‌تنها یک دغدغهٔ فردی، بلکه یک مسئلهٔ مهم بهداشتی-اجتماعی است و امروزه ناباروری به یکی از چالش‌های اصلی در حوزهٔ سلامت عمومی تبدیل شده است که علل آن در زنان شامل اختلالات تخمک‌گذاری، لوله‌های رحمی و رحم، و در مردان شامل کاهش تعداد اسپرم، بلوغ ناکامل، مورفولوژی غیرطبیعی و کاهش تحرک اسپرم است [۶۰]. یافته‌های پژوهش‌های متعدد اثرات مخرب و گسترده‌ای را برای آفت‌کش‌ها بر سیستم تولیدمثل مردان و زنان ازطریق مکانیسم‌های پیچیده تأیید می‌کند [۱۷-۴۱]. یافته‌ها نشان می‌دهد مواجهه با آفت‌کش‌ها، به‌ویژه گروه ارگانوفسفره، تأثیرات مخربی بر عملکرد جنسی و پارامترهای اسپرم مردان دارد به‌طوری که مطالعهٔ گلاور (*Glover*) و همکاران [۲۰-۲۴] به‌طور مشخص نشان داد مواجهه با کلرپیرفوس باعث افزایش خطر اختلال نعوظ، ناتوانی جنسی و انزال زودرس می‌شود [۲۴]. این یافته توسط کائور (*Kaur*) و همکاران نیز تأیید شد و خطر مشابهی را برای حشره‌کش‌های دیگری مانند استامی‌پراید و کربوفوران گزارش کردند [۳۰]. علاوه‌براین، مواجهه هم‌زمان با آفت‌کش‌ها و حلال‌های آلی، این ریسک را تشدید می‌کند [۶۴].

در سطح مکانیسمی، آفت‌کش‌های ارگانوفسفره ازطریق مسیرهای مختلفی باعث تخریب بافت بیضه و کاهش کیفیت اسپرم می‌شوند و این مواد باعث آتروفی سلول‌های لیدیگو کاهش سطح تستوسترون سرم می‌شوند که هورمون کلیدی برای اسپرماتوژنز است [۶۵]. به‌طور مشخص، هینوزان و سایر ارگانوفسفره‌ها با توقف تقسیم میتوزی و القای مرگ سلولی (آپوپتوز)، باعث کاهش سلول‌های ژرمینال (تولیدکننده اسپرم) می‌شوند و این کاهش مستقیماً منجر به کاهش تعداد اسپرم‌های نهایی می‌گردد [۶۶، ۶۷]. علاوه‌براین، این سموم با افزایش تبادلات کروموزومی و ایجاد ناهنجاری‌های میکرونوکلئوس در سلول‌های بنیادی مغز استخوان و اسپرم باعث سمیت ژنتیکی می‌شوند [۶۸،۶۹].

دیازینون و دیگر ارگانو فسفره‌ها اثرات مخرب مشابهی دارد اما با مکانیسم‌های منحصر به فرد این ماده با تغییر ساختار کروماتین اسپرم ازطریق فسفوریلاسیون پروتامین‌های هسته، بر بقا، حرکت و مورفولوژی اسپرم، به‌ویژه در مراحل نهایی بلوغ، اثر منفی می‌گذارد و همچنین دیازینون با سست‌کردن بافت همبند و عضلات صاف اطراف لوله‌های اسپرم‌ساز، ساختار آناتومی بیضه را تغییر داده و در درازمدت باعث کاهش وزن اندام‌های جنسی مانند پروستات، کیسه منی و بیضه می‌شود [۷۰،۷۱]. برخی دیگر از ارگانوفسفره‌ها مانند کینولفوس (*Quinalphos*) نیز مستقیماً بافت بیضه را هدف قرار داده و سطح تستوسترون را کاهش می‌دهند [۱۶]. اثرات مخرب آفت‌کش‌ها به سیستم تولیدمثل مردان محدود نمی‌شود و شواهد قوی، آسیب‌های جدی و ماندگاری را نیز

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

برای سلامت باروری زنان نشان می‌دهد به‌طوری که مطالعات نشان داده است که مواجهۀ شغلی زنان با هینوزان می‌تواند خطر ناباروری را تا ۳/۳ برابرافزایش دهد و دیازینون نیز بر تخمدان‌ها تأثیر سمی مستقیم دارد؛ این ماده باعث نکروز بافت تخمدان، آسیب به فولیکول‌ها و اختلال در بلوغ اووسیت‌ها می‌شود و این فرایند با کاهش سطح استرادیول خون همراه است که احتمال آسیب به اووسیت‌ها را افزایش می‌دهد [۷۲]. نگرانی‌ها در این زمینه به اختلالات عملکردی محدود نمی‌شود و به پیامدهای بسیار جدی‌تر مانند سرطان نیز می‌رسد، به‌طوری که نتایج مطالعۀ شارما (*Sharma*) و همکاران در زنان کشاورز نشان داد که مواجهه با آفت‌کش ارگانوکلر هپتاکلر با افزایش بروز سرطان تخمدان و سرطان اپیتلیال تخمدان مرتبط است [۶۱]. این یافته، خطرناک‌ترین جنبه سمیت تولیدمثل آفت‌کش‌ها را برجسته می‌کند.

درمجموع، داده‌های موجود تصویری نگران‌کننده از نقش آفت‌کش‌ها به‌عنوان عوامل خطر اصلی برای ناباروری در هر دو جنس ترسیم می‌کند. این مواد ازطریق مکانیسم‌های چندوجهی شامل اختلال در غدد درون‌ریز (کاهش تستوسترون و استرادیول)، سمیت سلولی مستقیم (آسیب به سلول‌های لیدیگ، سرتولی، ژرمینال و فولیکولی)، سمیت ژنتیکی (آسیب کروموزومی و دی‌ان‌ای) و آسیب‌های ساختاری (آتروفی بیضه و نکروز تخمدان) بر سلامت تولیدمثل تأثیر می‌گذارند. این یافته‌ها اهمیت فوق‌العاده‌ای برای سیاست‌گذاران بهداشتی، متخصصان سلامت شغلی و جامعۀ پزشکی دارد.

مطالعۀ سموم نانوآفت‌کش‌ها (*Nanopesticides*) خطر نوظهور عصر جدید است. نانوساختارهایی مانند نانو ذرات نقره (*AgNPs*) و نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید (*TiO_2NPs*) به‌دلیل اندازۀ بسیار کوچک و قابلیت نفوذ بالا می‌توانند از سدهای زیستی عبور کنند و باعث آسیب دی‌ان‌ای و استرس اکسیداتیو شدید شوند. شواهد فعلی عمدتاً از مطالعات حیوانی به‌دست آمده است. نانوذرات نقره به‌دلیل خاصیت ضدباکتریایی در حوزه‌های پزشکی و صنعتی کاربرد گسترده‌ای دارند، اما مصرف بی‌رویۀ آنها می‌تواند پیامدهای نامطلوبی برای سلامت انسان به‌ویژه عملکرد تولیدمثلی ایجاد کند. در این پژوهش، اثر غلظت‌های مختلف این نانوذرات بر اسپرم انسان در بازه‌های زمانی متفاوت بررسی شد و شاخص‌هایی مانند بقا، تحرک و میزان ناهنجاری‌های اسپرم ارزیابی گردید. همچنین با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (*TEM*) و روش‌های بیوشیمیایی، تغییرات ساختاری، تولید گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب دی‌ان‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد با افزایش دوز نانوذرات نقره در ۵ نمونۀ مورد بررسی از مقدار صفر در نمونۀ شاهد (بدون اثر) تا حداکثر ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر و مدت تماس‌های مختلف از ۱۵ تا ۶۰ دقیقه، کیفیت اسپرم به‌طور قابل‌توجهی در نمونه‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر در زمان‌های طولانی‌تر (۳۰ و ۶۰ دقیقه) کاهش یافته و ناهنجاری‌های ساختاری افزایش می‌یابد. علاوه‌براین، افزایش استرس اکسیداتیو و تخریب مادۀ ژنتیکی در مواجهه‌های شدیدتر مشاهده شد. به‌طور کلی، نتایج حاکی از آن است که نانوذرات نقره می‌توانند اثرات مخربی بر ویژگی‌های اسپرم داشته باشند و استفادۀ کنترل‌نشده از آنها نیازمند توجه و احتیاط بیشتر است [۷۳-۷۴].

نتیجه گیری

نتایج این مرور و سایر مطالعات به‌روشنی نشان می‌دهد شیوع ناباروری در مردان و زنان کشاورز در معرض آفت‌کش‌ها به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از جمعیت عمومی است. این یافته بر ضرورت اتخاذ رویکردهای چندوجهی برای مقابله با این چالش سلامت عمومی تأکید دارد. براساس شواهد ارائه‌شده، راهکارهای زیر برای کاهش خطر و ارتقای سلامت باروری در این جمعیت ضروری به‌نظر می‌رسد:

۱. ارتقای سطح آگاهی و آموزش: اجرای برنامه‌های آموزشی هدفمند برای کشاورزان جهت آگاهی‌سازی در مورد خطرات سموم، اهمیت استفادۀ صحیح از وسایل حفاظت فردی (*PPE*) و رعایت اصول بهداشت محیط زیست، یک اولویت است.

۲. بهبود فناوری و زیرساخت‌ها: نهادهای دولتی مربوطه باید تمهیدات لازم را برای توسعه و ترویج سم‌پاشی مکانیزه و اتوماسیون فرایندها فراهم کنند تا مواجهۀ مستقیم کارگران با آفت‌کش‌ها به حداقل برسد.

۳. غربالگری و مداخلۀ بهنگام: اجرای برنامه‌های غربالگری منظم برای زنان و مردان جوان، به‌ویژه آنهایی که در مشاغل پرخطر مشغول هستند، می‌تواند به شناسایی زودهنگام عوامل خطر ناباروری کمک کند. با توجه به تأثیر منفی سن بر موفقیت درمان‌های ناباروری، تشخیص به‌موقع نقشی حیاتی در افزایش شانس موفقیت و ارتقای سطح سلامت باروری در جامعه ایفا می‌کند.

۴. سلسله‌مراتب کنترل: با توجه به یافته‌های این مرور، اگرچه اثربخشی روش‌های مختلف کاهش مواجهه در مطالعات بررسی‌شده متغیر است، اما به‌طور کلی استفاده از رویکرد

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

سلسله‌مراتب کنترل به‌عنوان یک چهارچوب مؤثر در مدیریت خطرات شغلی ناشی از آفت‌کش‌ها توصیه می‌شود. این رویکرد به‌ترتیب اولویت شامل حذف خطر، جایگزینی با مواد کم‌خطرتر، کنترل‌های مهندسی، کنترل‌های اداری و درنهایت، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی است.

۵. استفاده از سموم نانوآفت‌کش‌ها با هدف رویکرد صرف داشتن به‌سمت نانوفناوری بدون مطالعات وسیع و جامع اثرات زیستی احتمالا غیرقابل‌جبران آنها، نباید به‌جای سموم رایج فراگیر شود و نیاز به مطالعات بیوشیمی بیشتری بر اثرات نانومواد وجود دارد.

حفظ سلامت تولیدمثل نسل‌های آینده مستلزم توجه جدی به اثرات مخرب این مواد شیمیایی و اجرای هماهنگ راهکارهای پیشگیرانه در سطوح فردی، صنعتی، و سیاست‌گذاری است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی عزیزانی که پژوهشگران را درراستای انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله با یکدیگر تضاد منافعی نداشته‌اند.

حمایت مالی

همهٔ نویسندگان در مطالعهٔ اولیه، تعیین موضوع، اجرای فرایندها، تحلیل داده‌ها، نگارش مقاله، و گزارش نهایی مشارکت داشته‌اند.

سهم نویسندگان

برای اجرای این طرح از منابع مالی شخصی پژوهشگران استفاده شده است.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش از نوع مروری است و اخذ کد اخلاق برای اجرای آن الزامی نبود.

REFERENCES

۱. Thoma M, Fledderjohann J, Cox C, Adageba RK. Biological and social aspects of human infertility: a global perspective. *Oxford Res Encycl Glob Public Health.* 2021. DOI: 10.1093/ACREFORE/9780190632366.013.184

۲. Liang Y, Huang J, Zhao Q, Mo H, Su Z, Feng S, et al. Global, regional, and national prevalence and trends of infertility among individuals of reproductive age (15–49 years) from 1990 to 2021, with projections to 2040. *Hum Reprod*. 2025;**40**(3):529–44. PMID: 39752330

۳. Agricultural areas. *Environ Res*. 2017;**156**:559–70. PMID: 28437652 DOI: 10.1016/j.envres.2017.04.017

٤. Majdabadi HA, khadri B, Pirposhteh EA, Nouri M, Dolatabadi ZA, Kassiri N, et al. Relationship between the status of occupational health management and job satisfaction among farmers: A health promotion approach. *J Edu Health Promot.* 2022;**11**:390. PMID: 36618452 DOI: 10.4103/jehp.jehp_1037_21

٥. Fucic A, Duca RC, Galea KS, Maric T, Garcia K, Bloom MS, et al. Reproductive health risks associated with occupational and environmental exposure to pesticides. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;**18**(12):6576. PMID: 34207279 DOI: 10.3390/ijerph18126576

٦. Chiang C, Mahalingam S, Flaws JA, editors. Environmental contaminants affecting fertility and somatic health. *Semin Reprod Med*. 2017;**35**(3):241-249. PMID: 28658707 DOI: 10.1055/s-0037-1603569

۷. Krzastek SC, Farhi J, Gray M, Smith RP. Impact of environmental toxin exposure on male fertility potential. *Transl Androl Urol*. 2020;**9**(6):2797-2813. PMID: 33457251 DOI:10.21037/tau-20-685

۸. Soliman SS, Allah A-SA, Ebied ZM. Erectile dysfunction in workers chronically-exposed to pesticides and organic solvents in damietta governorate. *Mansoura J Foren Med Clin Toxicol*. 2008;**16**(2):63–76. Link

۹. Xu Y, Fan Y, Gao X, Pan X, He H, Zhai J. The association of environmental organochlorine pesticides exposure and human semen parameters: a systematic review and meta-analysis. *J Public Health*. 2025;**33**(2):357–78. DOI:10.1007/s10389-023-02007-y

۱۰. Prathiksha J, Narasimhamurthy RK, Dsouza HS, Mumbrekar KD. Organophosphate pesticide-induced toxicity through DNA damage and DNA repair mechanisms. *Mol Biol Rep*. 2023;**50**(6):5465–79. PMID: 37155010 DOI: 10.1007/s11033-023-08424-2

۱۱. Neghab M, Momenbella-Fard M, Naziaghdam R, Salahshour N, Kazemi M, Alipour H. The effects of exposure to pesticides on the fecundity status of farm workers resident in a rural region of Fars province, southern Iran. Asian Pac J Trop Biomed. 2014;4(4):324–8. PMID: 25182559 DOI: 10.12980/apjtb.4.2014c586

۱۲. Modaresi M, Seif MR. Effects of endosulfan on the reproductive parameters of male rats. *J Reprod Infertil*. 2011;**12**(2):117-22. Link

۱۳. Ghosh A, Tripathy A, Ghosh D, editors. Impact of endocrine disrupting chemicals (EDCs) on reproductive health of human. *Proc Zool Soc*. 2022;**75**:16-30. DOI: 10.1007/s12595-021-00412-3

۱٤. Piazza MJ, Urbanetz AA. Environmental toxins and the impact of other endocrine disrupting chemicals in women's reproductive health. *JBRA Assist Reprod*. 2019;**23**(2):154-65. PMID: 30875185 DOI:10.5935/1518-0557.20190016

۱٥. Sharma A, Mollier J, Brocklesby RW, Caves C, Jayasena CN, Minhas S. Endocrine-disrupting chemicals and male reproductive health. *Reprod Med Biol*. 2020;**19**(3):243–53. PMID: 32684823 DOI:10.1002/rmb2.12326

۱٦. Sifakis S, Tsatsakis A, Mparmpas M, Soldin OP. Pesticide exposure and health related issues in male and female reproductive system. In: Stoytcheva M, editor. Pesticides: formulations, effects, fate. Rijeka (Croatia): InTech; 2011;495-526. DOI:10.5772/15845

۱۷. Gautam R, Priyadarshini E, Patel AK, Arora T. Assessing the impact and mechanisms of environmental pollutants (heavy metals and pesticides) on the male reproductive system: a comprehensive review. *J Environ Sci Health, Part C*. 2024;**42**(2):126–53. PMID: 38240636 DOI: 10.1080/26896583.2024.2302738

۱۸. Jain D, Verma RK, Sharma V, Kaur A, Rai AR, Kumari P, et al. Associations between high levels pesticide and adverse reproductive outcomes in females: A

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

comprehensive review. *Materials Today: Proceed*. 2023;**95**(5):50–60. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.06.449

۱۹. Moreira S, Pereira SC, Seco-Rovira V, Oliveira PF, Alves MG, Pereira MdL. Pesticides and male fertility: A dangerous crosstalk. *Metabolites*. 2021;**11**(12):799. PMID: 34940557 DOI:10.3390/metabo11120799

۲۰. Kim K-H, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ*. 2017;**575**:525–35. PMID: 27614863 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.009

۲۱. Garud A, Pawar S, Patil MS, Kale SR, Patil S. A scientific review of pesticides: Classification, toxicity, health effects, sustainability, and environmental impact. *Cureus*. 2024;**16**(8):e67945. PMID: 39328626 DOI: 10.7759/cureus.67945

۲۲. Espinoza Navarro O, Bustos Obregón E. Effects of malathion on cellularity and sperm differentiation in testis and epididymis of adult rats. *Int J Morphol*. 2014;32(1):119-24. DOI: 10.4067/S0717-95022014000100020

۲۳. Joursaraei S, Beyki A, Yousefnia PY, Alizadeh NR. The in vitro effects of hinosan and diazinon on human sperm parameters. *J Babol Uni Med Sci*. 2005;**7**(2):30-4. Link

۲۴. Glover F, Mehta A, Richardson M, Muncey W, Del Giudice F, Belladelli F, et al. Investigating the prevalence of erectile dysfunction among men exposed to organophosphate insecticides. *J Endocrinol Invest*. 2024;**47**(2):389–99. PMID: 37574529 DOI: 10.1007/s40618-023-02155-8

۲۵. Roy P, Phukan PK, Changmai D, Boruah S. Pesticides, insecticides and male infertility. *Int J Reprod Contracept Obs Gynecol*. 2017;**6**(8):3387–91. DOI:10.18203/2320-1770.ijrcog20173448

۲۶. Chang C, Dai Y, Zhang J, Wu Z, Li S, Zhou Z. Associations between exposure to pesticides mixture and semen quality among the non-occupationally exposed males: Four statistical models. Environ Res. 2024;257:119400. PMID: 38866311 DOI: 10.1016/j.envres.2024.119400

۲۷. Mehrpour O, Karrari P, Zamani N, Tsatsakis AM, Abdollahi M. Occupational exposure to pesticides and consequences on male semen and fertility: a review. *Toxicol Lett*. 2014;**230**(2):146–56. PMID: 24487096 DOI: 10.1016/j.toxlet.2014.01.029

۲۸. Robb EL, Baker MB. Organophosphate Toxicity [Internet]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. [updated 2021 Jul 26; cited 2026 May 5]. Link

۲۹. Delorenzi Schons D, Leite GAA. Malathion or diazinon exposure and male reproductive toxicity: a systematic review of studies performed with rodents. *Critic Rev Toxicol*. 2023;**53**(8):506–20. DOI: 10.1080/10408444.2023.2270494

۳۰. Reshi MS, Mustafa RA, Javaid D, Haque S. Pesticide toxicity associated with infertility. Oxidative Stress and Toxicity in Reproductive Biology and Medicine: A Comprehensive Update on Male Infertility Volume II: Springer; 2022. p. 59–69. Link

۳۱. Kaur R, Gupta V, Christopher A, Bansal P. Potential pathways of pesticide action on erectile function–a contributory factor in male infertility. *Asian Pacific J Reprod*. 2015;**4**(4):322–30. DOI: 10.1016/j.apjr.2015.07.012

۳۲. Madhu NR, Sarkar B, Slama P, Jha NK, Ghorai SK, Jana SK, et al. Effect of environmental stressors, xenobiotics, and oxidative stress on male reproductive and sexual health. Oxidative Stress and Toxicity in Reproductive Biology and Medicine: A Comprehensive Update on Male Infertility Volume II: Springer; 2022. p. 33–58. Link

۳۳. Plunk EC, Richards SM. Endocrine-disrupting air pollutants and their effects on the hypothalamus-pituitary-gonadal axis. *Int J Molecul Sci*. 2020;**21**(23):9191. DOI:10.3390/ijms21239191

۳۴. Uwamahoro C, Jo J-H, Jang S-I, Jung E-J, Lee W-J, Bae J-W, et al. Assessing the risks of pesticide exposure: implications for endocrine disruption and male fertility. *Int J Molecul Sci*. 2024;**25**(13):6945. DOI:10.3390/ijms25136945

۳۵. King SE, McBirney M, Beck D, Sadler-Riggleman I, Nilsson E, Skinner MK. Sperm epimutation biomarkers of obesity and pathologies following DDT-induced epigenetic transgenerational inheritance of disease. *Environ Epigenet*. 2019;**5**(2):dvz008. PMID: 31186947 DOI:10.1093/eep/dvz008

۳۶. Raposo JFR. The impact of endocrine disruptors on spermatogonia survival: the case of methoxychlor. Covilhã (PT): Universidade da Beira Interior; 2022. Link

۳۷. Aly HA, Azhar AS. Methoxychlor induced biochemical alterations and disruption of spermatogenesis in adult rats. *Reprod Toxicol*. 2013;**40**:8-15. PMID:23684758 DOI: 10.1016/j.reprotox.2013.05.002

۳۸. Venkidasamy B, Subramanian U, Samynathan R, Rajakumar G, Shariati MA, Chung IM, et al. Organopesticides and fertility: where does the link lead to? *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021;**28**(6):6289-6301. PMID: 33492574 DOI: 10.1007/s11356-020-12155-3

۳۹. Zhang X, Zhang T, Ren X, Chen X, Wang S, Qin C. Pyrethroids toxicity to male reproductive system and offspring as a function of oxidative stress induction: rodent studies. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;**12**:656106. PMID: 34059637 DOI: 10.3389/fendo.2021.656106

۴۰. de Souza Pomacena M, Lisboa PC, de Moura EG, Miranda RA. Impact of pesticides on reproductive health: insights from animal and in vitro models in both sexes. *J Endocrinol*. 2025;**266**(2):e240379. PMID: 40602166 DOI: 10.1530/JOE-24-0379

۴۱. Moreira S, Silva R, Carrageta DF, Alves MG, Seco-Rovira V, Oliveira PF, et al. Carbamate pesticides: shedding light on their impact on the male reproductive system. *Int J Mol Sci*. 2022;**23**(15):8206. PMID: 35887346 DOI: 10.3390/ijms23158206

۴۲. Li J, Sun BX, Wang DL, Liu Y, Qi JJ, Nie XW, et al. Melatonin ameliorates cypermethrin-induced impairments by regulating oxidative stress, DNA damage and apoptosis in porcine Sertoli cells. *Theriogenology*. 2021;**167**:67-76. PMID: 33798974 DOI: 10.1016/j.theriogenology.2021.03.011

۴۳. de Andrade IBL, de Souza NP, Pascotto VM. Cypermethrin exposure and effects on the reproductive male system: a literature review. *Rev Intertox Toxicol Risco Ambient Soc*. 2017;**10**(3). DOI: 10.22280/revintervol10ed3.293

۴۴. Kumawat S. Evaluation of mancozeb induced subacute oral toxicity in rats. Ludhiana (IN): Guru Angad Dev Veterinary and Animal Sciences University; 2020. Link

۴۵. Petrelli G, Figà-Talamanca I, Lauria L, Mantovani A. Spontaneous abortion in spouses of greenhouse workers exposed to pesticides. *Environ Health Prev Med*. 2003;**8**(3):77-81. PMID: 12712292 DOI: 10.1007/BF02898156

۴۶. Babaniyi GG, Ajao BH, Akor UJ, Babaniyi E. Reproductive endocrinology drug development: hormones, metabolism, and fertility in female reproductive health. In: Perspectives of Quorum Quenching in New Drug Development. *Boca Raton (FL)*: CRC Press; 2024. p. 187-206. DOI: 10.1201/9781003297826-10

۴۷. Mourikes VE, Flaws JA. Reproductive toxicology: effects of chemical mixtures on the ovary. *Reproduction*. 2021;**162**(5):F91-F100. PMID: 34374435 DOI: 10.1530/REP-20-0587

۴۸. Bhardwaj JK. Influence of toxic chemicals on female reproduction: a review. *Cell Biol (Henderson NV)*. 2014;**3**:2. DOI: 10.4172/2324-9293.1000110

۴۹. de Araujo JSA, Delgado IF, Paumgartten FJR. Glyphosate and adverse pregnancy outcomes, a systematic review of observational studies. *BMC Public Health*. 2016;**16**(1):472. PMID: 27268031 DOI: 10.1186/s12889-016-3153-3

۵۰. ElMazoudy RH, Attia AA, AbdElGawad HS. Evaluation of developmental toxicity induced by anticholinesterase insecticide, diazinon in female rats. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol*. 2011;**92**(6):534-542. PMID: 21932488 DOI: 10.1002/bdrb.20322

۵۱. Calderón-Garcidueñas AL, Martínez-Valenzuela MC, Waliszewski-Kubiak SM. Pesticide exposure and its

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]

effects on intrauterine and postnatal development. *Perinatol Reprod Hum*. 2023;**37**(1):23-30. DOI: 10.24875/PER.22000014

۵۲. Vessa B, Perlman B, McGovern PG, Morelli SS. Endocrine disruptors and female fertility: a review of pesticide and plasticizer effects. *F S Rep*. 2022;**3**(2):86-90. PMID:35722372 DOI: 10.1016/j.xfre.2022.04.003

۵۳. Albadrani MS, Aljassim MT, El-Tokhy AI. Pesticide exposure and spontaneous abortion risk: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2024;**284**:117000. PMID: 39218456 DOI: 10.1016/j.ecoenv.2024.117000

۵۴. Sharpe RM. Environment, lifestyle and male infertility. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2000;**14**(3):489-503. PMID: 10966898 DOI: 10.1053/beem.2000.0093

۵۵. Somé EN, Traoré IT, Tamdamba S, Nabaloum B, Drabo MK. Association between pesticide exposure and infertility of couple in the Boucle du Mouhoun region: a case-control study. *Clin Epidemiol Glob Health*. 2022;**17**:101156. DOI: 10.1016/j.cegh.2022.101156

۵۶. Paul M, Himmelstein J. Reproductive hazards in the workplace: what the practitioner needs to know about chemical exposures. *Obstet Gynecol*. 1988;**71**(6):921-938. PMID: 3285273 Link

۵۷. Moghaddam TF, Feizbakhsh N, Sheikhi N, Behroozi LT. Exposure of infertile women to violence and related factors in women referring to Urmia infertility center in 2015. *Nurs Midwifery J*. 2016. Link

۵۸. Rahimi T, Rafati F, Sharifi H, Seyedi F. General and reproductive health outcomes among female greenhouse workers: a comparative study. *BMC Womens Health*. 2020;**20**(1):103. PMID: 32404142 DOI: 10.1186/s12905-020-00966-y

۵۹. Björvang RD, Gennings C, Lin PI, Hussein G, Kiviranta H, Rantakokko P, et al. Persistent organic pollutants, pre-pregnancy use of combined oral contraceptives, age, and time-to-pregnancy in the SELMA cohort. *Environ Health*. 2020;**19**(1):67. PMID: 32539770 DOI: 10.1186/s12940-020-00608-8

۶۰. Jurewicz J, Radwan M, Wielgomas B, Karwacka A, Klimowska A, Kałużny P, et al. Parameters of ovarian reserve in relation to urinary concentrations of parabens. *Environ Health*. 2020;**19**(1):26. PMID: 32122340 DOI: 10.1186/s12940-020-00580-3

۶۱. Shah HK, Sharma T, Banerjee BD. Organochlorine pesticides induce inflammation, ROS production, and DNA damage in human epithelial ovary cells: an in vitro study. *Chemosphere*. 2020;**246**:125691. PMID: 32092555 DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.125691

۶۲. Hait M, Kashyap NK, Bhardwaj AK. Emerging pollutants from urbanization and industrialization in the global south. In: *Biomonitoring of Pollutants in the Global South.* Singapore: Springer; 2024. p.39-87. DOI: 10.1007/978-981-97-1658-6_2

۶۳. Sharma N, Singhvi R. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. *Int J Agric Environ Biotechnol*. 2017;**10**(6):675-680. DOI: 10.5958/2230-732X.2017.00083.3

۶۴. Frazier LM. Reproductive disorders associated with pesticide exposure. *J Agromedicine*. 2007;**12**(1):27-37. PMID: 18032334 DOI: 10.1300/J096v12n01_04

۶۵. Jayashree IV, Vijayalaxmi KK, Rahiman MA. The genotoxicity of Hinosan, an organophosphorus pesticide in the in vivo mouse. *Mutat Res*. 1994;**322**(2):77-85. PMID: 7837325 DOI: 10.1016/0165-1218(94)00011-5

۶۶. Sanchez-Peña LC, Reyes BE, Lopez-Carrillo L, Recio R, Morán-Martínez J, Cebrián ME, et al. Organophosphorous pesticide exposure alters sperm chromatin structure in Mexican agricultural workers. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;**196**(1):108-113. PMID:15094351 DOI: 10.1016/j.taap.2003.11.023

۶۷. Giri S, Giri A, Sharma GD, Prasad SB. Mutagenic effects of carbosulfan, a carbamate pesticide. *Mutat Res*. 2002;**519**(1-2):75-82. PMID: 12161008 DOI: 10.1016/S1383-5718(02)00114-6

۶۸. Khodabandeh Z, Etebari M, Aliomrani M. Study of the probable genotoxic effects of Zolone (Phosalone) exposure in mice bone marrow derived cells. *Genes Environ*. 2021;**43**(1):18. PMID: 33941284 DOI: 10.1186/s41021-021-00191-5

۶۹. Alabi OA, Ogunwenmo KO, Adebusuyi TT, Shobowale OD. Genotoxic potential of pirimiphos-methyl organophosphate pesticide using the mouse bone marrow erythrocyte micronucleus and the sperm morphology assay. *J Environ Occup Sci*. 2014;**3**(2):81-86. DOI: 10.5455/JEOS.20140303015734

۷۰. Díaz-Resendiz KJG, Ortiz-Lazareno PC, Covantes-Rosales CE, Trujillo-Lepe AM, Toledo-Ibarra GA, Ventura-Ramón GH, et al. Effect of diazinon, an organophosphate pesticide, on signal transduction and death induction in mononuclear cells of Nile tilapia fish (Oreochromis niloticus). *Fish Shellfish Immunol*. 2019;**89**:12-17. PMID: 30922995 DOI: 10.1016/j.fsi.2019.03.036

۷۱. Harchegani AB, Rahmani A, Tahmasbpour E, Kabootaraki HB, Rostami H, Shahriary A. Mechanisms of diazinon effects on impaired spermatogenesis and male infertility. *Toxicol Ind Health*. 2018;**34**(9):653-664. PMID: 30075255 DOI: 10.1177/0748233718778665

۷۲. Fattahy E, Jorsaraei SGA, Parivar K, Moghaddamnia AA. The long-term effect of Hinosan on spermatogenesis in Balb/C mice. *J Gorgan Univ Med Sci*. 2007;**9**(4):5-10. Link

۷۳. Wang E, Huang Y, Du Q, Sun Y. Silver nanoparticle induced toxicity to human sperm by increasing reactive oxygen species production and DNA damage. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2017;**52**:193-199. PMID: 28433807 DOI: 10.1016/j.etap.2017.04.010

۷۴. Santonastaso M, Mottola F, Colacurci N, Iovine C, Pacifico S, Cammarota M, et al. In vitro genotoxic effects of titanium dioxide nanoparticles (n-TiO2) in human sperm cells. *Mol Reprod Dev*. 2019;**86**(10):1369-1378. PMID: 30803093 DOI: 10.1002/mrd.23134

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-09-16]