

Research Paper

Clinical and Biochemical Characteristics of Male Workers in a Pesticide Production Factory in Guilan Province, Iran



*Mir Saeed Attarchi¹, Fatemeh Nejatifar², Hamid Mohammadi Kojidi¹, Zahra Atrkar Roushan³, Niloofar Faraji⁴, Maryam Joshan⁴, Fatemeh Rahattalab⁴, Roholah Amini⁵

1. Department of Forensic Medicine, School of Medicine Inflammatory Lung Diseases Research Center, Razi Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
2. Department of Internal Medicine, School of Medicine, Razi Hospital Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
3. Department of Community Medicine, School of Medicine, Otorhinolaryngology Research Center, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
4. Razi Clinical Research Development Unit, Razi Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
5. Department of Occupational Health, Rasht Health Center, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.



Citation Attarchi MS, Nejatifar F, Mohammadi Kojidi H, Atrkar Roushan Z, Faraji N, Joshan M., et al. [Clinical and Biochemical Characteristics of Male Workers in a Pesticide Production Factory in Guilan Province, Iran(Persian)]. *Journal of Arak University of Medical Sciences(JAMS)*. 2023; 26(1):270-281. <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.2.6836.1>

 <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.2.6836.1>



Article Info:

Received: 06 Apr 2022

Accepted: 31 May 2022

Available Online: 10 Apr 2023

Key words:

Pesticides, Occupational exposure, Toxicity, Hematological tests

ABSTRACT

Background and Aim The high use of pesticides has increased the concern about its possible harm to individual and environment health. Chronic exposure to pesticides has serious effects on different body organs even before the onset of clinical symptoms. In this study, we aim to evaluate clinical and biochemical characteristics of male workers in a pesticide production factory in Guilan province, Iran.

Methods & Materials This cross-sectional study was conducted on 99 male workers exposed to pesticide and 107 people without exposure who were employed in a pesticide production factory in Guilan and selected using a convenience sampling method in 2020. Their demographical data as well as clinical characteristics such as respiratory symptoms (cough, shortness of breath, etc.), neurological symptoms (fatigue, tremors, cramps, muscle weakness, etc.), psychological symptoms (sleep disorders, anxiety, etc.) and skin symptoms (redness, itching, etc.) were collected from the occupational health records of the workers. Finally, the biochemical parameters were compared between the two groups. Statistical analysis was performed in SPSS software, version 16.

Ethical Considerations This study was approved by the Research Ethics committee of Guilan University of Medical Science, Rasht, Iran (Code: IR.GUMS.REC.1399.632). Informed consent was obtained from all participants in this study.

Results The frequency of symptoms such as headache, itchy skin, cough, and sleep disorders was higher in the exposed group ($P < 0.05$). Based on the biochemical findings, blood urea level, creatinine level, alkaline phosphatase, and fasting blood sugar level were significantly higher in the exposed group ($P < 0.05$). Thrombocytosis was observed in 9.09% of exposed workers, which was higher in those with more than 11 years of work experience.

Conclusion Chronic exposure to pesticide can cause thrombosis, changes in biochemical parameters, and clinical symptoms. It is recommended that biological monitoring should be conducted in exposed workers at a shorter interval.

* Corresponding Author:

Mir Saied Attarchi, MD.

Address: Department of Forensic Medicine, School of Medicine Inflammatory Lung Diseases Research Center, Razi Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Tel: +98 (13) 33542460

E-mail: attarchi602@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Chronic exposure to pesticides leads to biochemical changes in the body [1, 2], due to destructive and degenerative effects of pesticides on many body organs [3-6]. Exposure to low levels of pesticides can increase liver enzymes [7, 8]. Exposure to pesticides such as organochlorine, organophosphorus, and pyrethroids is associated with an increase in serum lipid levels [9]. Exposure to pesticides is one of the risk factors for cardiovascular diseases and metabolic syndrome [9, 10]. There are several pesticide production factories in Guilan province, Iran. Considering the impact of pesticides on increasing the risk of dangerous health problems and the shortage of necessary protection equipment, and the lack of knowledge of workers how to reduce exposure and direct contact with these substances, this study aims to compare the biochemical parameters in workers with exposure and non-exposure to pesticides in Rasht, Guilan, Iran.

Materials and Methods

This cross-sectional study was conducted on 99 male workers exposed to pesticides and 107 male workers without exposure in a pesticide production factory in Guilan, Iran. They were selected by a convenience sampling method in 2020. Demographic characteristics such as age, Body Mass Index (BMI), blood pressure, etc., as well as clinical characteristics including the respiratory symptoms (cough, shortness of breath, etc.), neurological symptoms (fatigue, tremors, cramps, muscle weakness, etc.), psychological symptoms (sleep disorders, anxiety, etc.) and skin symptoms (redness, itching, etc.) were collected from the occupational health records of the participants. Inclusion criterion was at least 6 months of work experience in the factory and the exclusion criterion was incomplete occupational health records. The study biochemical parameters were Fasting Blood Sugar (FBS), total cholesterol, High-Density Lipoprotein (HDL), Low-Density Lipoprotein (LDL), triglyceride (TG), Creatinine (Cr), Blood Urea Nitrogen (BUN), alanine transaminase (ALT), Aspartate Transaminase (AST) and Alkaline Phosphatase (ALP). Statistical analysis was performed in SPSS software, version 16 using the Shapiro-Wilk test, Mann-Whitney U test, Chi-square test, and Fisher's exact test. The significance level was set at 0.05.

Results

The Mean±SD age of participants was 38±7.74 years. Their mean work experience, BMI, systolic and diastolic blood pressures were 11.19±6.21 years, 25.94±3.36 kg/m², 125.19±8.2 mmHg, and 79.98±5.53 mmHg, respectively. Most of the workers were married (n=165, 80.9%) and about 20.4% (n=42) were smoking. Demographic information of workers in both groups are reported in Table 1. The most common symptoms among exposed workers were cough (13.1%), headache (8.7%), sleep disorders (7.8%), and itchy skin (6.8%).

The comparison of biochemical parameters between exposed and unexposed groups showed that the mean levels of FBS, BUN, Cr, and ALP were significantly higher in the exposed group ($P < 0.05$). About 27.3% of the workers in the exposed group were significantly prediabetic. However, the mean level of liver enzymes ALT and AST were not significantly different between the two groups ($P > 0.05$) (Table 2).

Of 206 participants, 11 (5.3%) had thrombocytosis (PLT>450×10³ mL). The frequency of thrombocytosis was significantly higher in the exposed group compared to the non-exposure group (9.09% vs. 1.9%) ($P = 0.028$). In comparing the frequency of thrombocytosis based on years of work experience, results showed that workers with a work experience of >11 years had higher rate of thrombocytosis compared to those with a work experience <11 years (90.9% vs. 9.1%), ($P = 0.003$) (Table 3)

Discussion

The high use of pesticides has increased the concern about its possible adverse effects on human health and the environment. Excessive exposure to pesticides causes toxic changes in liver and kidney enzymes [11, 12]. Elevated Cr level in response to pesticide exposure is an indicative of kidney problems and may be the result of glomerular dysfunction. A study by Yassin et al., showed that some renal function parameters such as BUN and Cr, were significantly higher in farmers who exposed to pesticides, [6] which is consistent with our results. Other studies have also reported similar results [13-15] attitude and practices of Kuwaiti farmers regarding the safe use of pesticides. A total of 250 farmers participated in this study through in-depth interviews and observations on-farm. The majority of the farmers acknowledged that pesticides were harmful to their health (71%).

Table 1. Demographic and clinical characteristics of participants in two groups

Variables	Mean±SD/No.(%)			P	
	Exposed	Unexposed	Total		
Age	38.46±7.98	37.57±7.53	38±7.74	0.317	
Work experience(year)	11.23±6.48	11.17±5.97	11.19±6.21	0.977	
BMI	26.05±3.32	25.84±3.4	25.94±3.36	0.68	
Systolic blood pressure	125.45±8.84	124.95±7.75	125.19±8.2	0.516	
Diastolic blood pressure	80.15±5.46	79.84±5.62	79.98±5.53	0.909	
Marital status	Married	76(78.4)	89(83.2)	165(80.9)	0.476
	Single	21(21.6)	18(16.8)	39(19.1)	
Smoking	Yes	20(20.2)	22(20.6)	42(20.4)	0.999*
	No	79(79.8)	85(79.4)	164(79.6)	
Headache	Yes	14(7.8)	4(2.2)	18(8.7)	0.012*
	No	85(45.2)	103(54.8)	188(91.3)	
Itchy skin	Yes	11(78.6)	3(21.4)	14(6.8)	0.025*
	No	88(45.8)	104(54.2)	192(93.2)	
Cough	Yes	19(70.4)	8(29.6)	27(13.1)	0.014*
	No	80(44.7)	99(55.3)	179(86.9)	
Sleep disorders	Yes	12(75)	4(25)	16(7.8)	0.035*
	No	87(45.8)	103(54.2)	190(92.2)	

* Significant at P<0.05

Table2. Mean levels of biochemical parameters in two study groups

Biochemical Factor	Mean±SD/No. (%)			P	
	Exposed	Unexposed	Total		
FBS (mg/dL)	94.31±16.86	88.22±25.91	91.15±22.18	0.001*	
Chol (mg/dL)	165.44±44.04	161.49±29.49	163.39±13.16	0.675	
LDL (mg/dL)	112.27±41.75	111.36±28.71	111.80±35.49	0.428	
HDL (mg/dL)	37.13±8.45	36.91±7.86	37.02±8.13	0.856	
TG (mg/dL)	218.79±156.82	183.09±100.71	200.25±131.61	0.254	
BUN (mg/dL)	13.62±3.81	12.05±2.29	12.80±3.20	0.019*	
Cr (mg/dL)	1.28±0.25	1.08±0.12	1.17±0.22	0.001*	
ALT (U/L)	28.97±13.94	28.83±13.68	28.89±13.77	0.883	
AST (U/L)	25.02±8.57	24.59±8.97	24.80±8.76	0.783	
ALP (U/L)	107.95±68.29	86.88±31.38	97±3.38	0.001*	
Prediabetes	Yes	27(27.3)	9(8.4)	36(17.5)	0.000*
	No	72(72.7)	98(91.6)	170(82.5)	

* Significant at P<0.05.

Table3. Prevalence of thrombocytosis in two study groups and based on work experience

Variables		No. (%)				P
		Exposed Group	Unexposed Group	Work Experience >11 Years	Work Experience <11 Years	
Thrombocytosis	Yes	9(9.09)	2(1.9)	10(90.9)	1(9.1)	0.028
	No	90(90.9)	105(98.1)	83(42.6)	112(57.4)	

The results of our study showed that the ALP level was higher in the exposed workers, but no significant difference was observed in the serum level of ALT and AST. In previous studies, it has been shown that the duration of contact has a relationship with the increase of liver enzymes. In Kori et al.'s study, the liver enzymes ALP, ALT, and AST were higher in the exposure group, which indicates the development of liver problems and hepatotoxicity caused by pesticides [16]. The elevated levels of FBS in workers with exposure to pesticides has also been reported in various studies [9, 17], consistent with our results. In our study, about 9% of workers with a work experience of >11 years had thrombocytosis. The frequency of symptoms such as headache, itchy skin, cough, and sleep disorders were higher in the exposed group, which is consistent with the findings of other studies [18-20] hematological findings were assessed in workers in an insecticide manufacturing plant. Hematological parameters and clinical symptoms were recorded in 99 workers exposed to insecticides and 107 workers not exposed to them in a cross-sectional study. Assessment of the hematological results showed a higher prevalence of thrombocytosis in the exposed group than the non-exposed group ($P < 0.05$). Overall, it can be concluded that chronic exposure to pesticides can cause thrombosis, changes in biochemical parameters, and clinical symptoms such as headache, itching, cough, and sleep disorders.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics committee of Guilan University of Medical Science, Rasht, Iran (Code: IR.GUMS.REC.1399.632). Informed consent was obtained from all participants in this study.

Funding

The paper was extracted from the MD thesis of Maryam Joshan and Fatemeh Rahattalab at the Razi Clinical Research Development Unit, Razi Hospital of Guilan University of Medical Sciences.

Authors' contributions

Design: Mirsaeed Attarchi; Writing the initial draft: Fatemeh Nejatifar; supervision: Hamid Mohammadi Kojidi; Data analysis: Zahra Atrkar Roushan; Editing: Niloofar Faraji; Data collection: Maryam Joshan, Fatemeh Rahattalab and Roholah Amini.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants for their cooperation in this study.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

بررسی یافته‌های بالینی و بیوشیمیایی در کارکنان یک کارخانه تولید حشره‌کش در استان گیلان طی سال ۲۰۲۰

* میرسعید عطارچی^۱، فاطمه نجاتی‌فر^۲، حمید محمدی کجیدی^۳، زهرا عطرکار روشن^۴، نیلوفر فرجی^۵، مریم جوشن^۶، فاطمه راحت‌طلب^۷، روح‌الله امینی^۸

۱. گروه پزشکی قانونی، مرکز تحقیقات بیماری‌های التهابی ریه دانشکده پزشکی، بیمارستان رازی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۲. گروه داخلی، دانشکده پزشکی، بیمارستان رازی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۳. گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۴. واحد توسعه تحقیقات بالینی رازی، بیمارستان رازی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۵. گروه بهداشت حرفه‌ای، مرکز بهداشت رشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.



Citation Attarchi M, Nejatifar F, Mohammadi Kojidi H, Atrkar Roushan Z, Faraji N, Joshan M, et al. [Evaluation of Hematological Indices among Insecticides Factory Workers in Guilan Province, Iran, during 2020 (Persian)]. *Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS)*. 2023; 26(1):270-281. <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.2.6836.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.2.6836.1>

چکیده

زمینه و هدف: افزایش قابل توجه استفاده از سموم دفع آفات، نگرانی در مورد اثرات احتمالی سوء آن بر سلامت انسان و محیط زیست را افزایش داده است. مواجهه مزمن با برخی آفت‌کش مانند حشره‌کش‌ها عوارض جدی بر ارگان‌های مختلف بدن حتی پیش از بروز علائم بالینی دارد. در این مطالعه به ارزیابی یافته‌های بیوشیمیایی در کارگران کارخانه تولید حشره‌کش در گیلان پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه به صورت مقطعی بر روی ۹۹ کارگر در مواجهه با حشره‌کش و ۱۰۷ فرد بدون مواجهه در یک کارخانه تولید حشره‌کش در گیلان با روش نمونه‌گیری در دسترس و طی سال ۲۰۲۰ انجام شد. اطلاعات کارگران شامل شاخص‌های پارامترهای بیوشیمیایی و علائم بالینی مانند علائم مسمومیت مزمن با حشره‌کش با تمرکز بر سیستم تنفسی (سرفه، تنگی نفس و...)، سیستم نورولوژیک (خستگی، ترمور، کرامپ، ضعف عضلانی و...)، سیستم سایکولوژیک (اختلال خواب، اضطراب و...) و سیستم پوستی (قرمزی، خارش و...) از پرونده سلامت شغلی کارکنان جمع‌آوری شد. در نهایت به مقایسه یافته‌های بیوشیمیایی و علائم بالینی در دو گروه مواجهه و غیرمواجهه در نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS پرداخته شد.

ملاحظات اخلاقی: این طرح با کد اخلاقی IR.GUMS.REC.1399/6323 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد فراوانی علائمی مانند سردرد، خارش پوستی، سرفه و اختلال خواب در گروه مواجهه بیشتر بود ($P < 0.05$). براساس یافته‌های بیوشیمیایی، مقادیر اوره و کراتینین خون، مقدار آلکالن فسفاتاز و قند ناشتای خون در گروه مواجهه به‌طور معناداری از گروه غیرمواجهه بیشتر بود ($P < 0.05$). ترومبوسیتوز در ۹/۰۹ درصد از کارگران در گروه مواجهه مشاهده شد و در کارگران با سابقه کار بیش از ۱۱ سال رایج‌تر بود.

نتیجه‌گیری: مواجهه مزمن با حشره‌کش‌ها ممکن است باعث ایجاد ترومبوز و تغییراتی در شاخص‌های بیوشیمیایی مانند افزایش اوره و کراتینین خون و آلکالن فسفاتاز و قند ناشتای خون شود و ممکن است با علائم بالینی مانند سردرد و خارش و سرفه و اختلال خواب همراه باشد. پیشنهاد می‌شود انواع بیولوژیک مانیتورینگ در کارگران در مواجهه با حشره‌کش در دوره کوتاه‌تری صورت گیرد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۷ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۰ خرداد ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۱۱ خرداد ۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:

حشره‌کش، مواجهه شغلی، سمیت، آزمایشات هماتولوژیک

* نویسنده مسئول:

میرسعید عطارچی

نشانی: رشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، بیمارستان رازی، مرکز تحقیقات بیماری‌های التهابی ریوی، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی قانونی.

تلفن: ۳۳۵۴۲۴۶۰ (۱۳) ۹۸+

پست الکترونیکی: attarchi602@gmail.com

مقدمه

تماس مستقیم با این مواد، بر آن شدیم که در این مطالعه به بررسی وضعیت پارامترهای بیوشیمیایی در کارگران معرض مواجهه شغلی با حشره‌کش‌ها در شهر رشت طی سال ۲۰۲۰ پرداخته شد.

مواد و روش

در یک مطالعه مقطعی تحلیلی در سال ۱۳۹۹ کلیه کارگران واحد تولید حشره‌کش به‌عنوان گروه مواجهه و بقیه شاغلین این کارخانه که در اندازه‌گیری محیطی انجام شده با حشره‌کش مواجهه نداشته و قبلاً سابقه کار در واحد تولید حشره‌کش و یا مواجهه با حشره‌کش در شغل دوم (کشاورز و...) را نداشتند، به‌عنوان گروه غیرمواجهه در نظر گرفته شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل حداقل ۶ ماه سابقه کار و شاخص‌های خروج ناقص بودن پرونده سلامت شغلی، بیماری کبدی، قلبی عروقی و سرطان بود. همه افراد مورد مطالعه مرد بودند. از همه شرکت‌کنندگان در این مطالعه رضایت آگاهانه اخذ شد.

در این مطالعه با هماهنگی با واحد سیستم مدیریت زیست محیطی کارخانه، مستندات انواع حشره‌کش‌های اصلی و پایش‌های محیطی آن‌ها در سالن تولید و بقیه واحدهای کارخانه جمع‌آوری شد. سه نوع حشره‌کش ارگانوفسفره (مالاتیون، کلرپیریفوس)، کاربامات (بندیوکارب، کارباریل) و پیرتروئید (فن‌والریت، سایپرمترین) در واحد تولید کارخانه وجود داشت. فقط میزان غلظت حشره‌کش کارباریل (گروه کاربامات) بیش از حد مجاز شغلی بود. همچنین میزان غلظت حشره‌کش در بقیه واحدهای کارخانه در حد قابل‌اغماض بود.

داده‌های موردنیاز این مطالعه طی چک لیستی اطلاعات جمعیت‌شناختی شامل سن، قد، وزن، مصرف سیگار، سابقه کار، وضعیت تأهل و سطح تحصیلات از پرونده سلامت شغلی کارگران جمع‌آوری شد. پارامترهای بیوشیمیایی شامل قندخون ناشتا، کلسترول توتال، لیپو پروتئین به‌چگالی بالا، لیپو پروتئین با چگالی پایین، تری‌گلیسرید، کراتینین، میزان اوره خون، آلانین ترانس آمیناز، آسپارات ترانس آمیناز و الکالین فسفاتاز در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین اطلاعات مربوط به علائم بالینی شامل مسمومیت مزمن با حشره‌کش با تمرکز بر سیستم تنفسی (سرفه، تنگی نفس و...)، سیستم نورولوژیک (خستگی، ترمور، کرامپ، ضعف عضلانی و...)، سیستم سایکولوژیک (اختلال خواب، اضطراب و...) و سیستم پوستی (قرمزی، خارش و...) از پرونده سلامت شغلی کارکنان استخراج شد.

حجم نمونه براساس یافته‌های همگلوبین در مقاله امام و همکاران (۱۴) (میانگین در گروه مواجهه و غیرمواجهه به میزان $14/9 \pm 1/24$ و $15/8 \pm 1/5$) و با در نظر گرفتن توان آزمون ۹۵ درصد و خطای نوع اول ۵ درصد با در نظر گرفتن ۳۰ درصد حجم نمونه بالاتر با استفاده از فرمول زیر برای هر گروه ۸۶ نفر برآورد شد.

افزایش قابل توجه در استفاده از سموم دفع آفات، نگرانی در مورد اثرات احتمالی سو آن بر سلامت انسان و محیط‌زیست را افزایش داده است. آفت‌کش‌ها علی‌رغم دفع یا از بین بردن آفات نباتی ممکن است به رشد و سلامت موجودات زنده آسیب وارد کنند. براساس سازمان بهداشت جهانی، حدوداً ۲۵ میلیون مورد مسمومیت با آفت‌کش‌ها سالانه در بین کشاورزان در کشورهای در حال توسعه، گزارش شده است [۱].

مواجهه مزمن با آفت‌کش‌ها ممکن است قبل از بروز علائم بالینی منجر به تغییرات بیوشیمیایی در انسان شود [۱، ۲]. این تغییرات بیوشیمیایی ممکن است در اثر تغییرات تخریبی و دژنراتیو ناشی از آفت‌کش‌ها در بسیاری از اندام‌ها از جمله، کلیه‌ها و تغییر شاخص‌های عملکردی آن ایجاد شود [۳-۶]. قرار گرفتن در معرض سطوح پایین سموم دفع آفات، تغییرات بیوشیمیایی مختلفی ایجاد می‌کند که برخی از تغییرات بیوشیمیایی ممکن است لزوماً به علائم بالینی قابل تشخیص منجر نشوند، و فقط افزایش آنزیم‌های عملکردی کبدی و افزایش چربی خون را دربر داشته باشد [۷، ۸]. مواجهه با ترکیباتی مانند ارگانوکلره، ارگانوفسفره و پیرتروئید با افزایش سطح سرمی لیپید همراه است [۹]. همچنین براساس مطالعات پیشین، مواجهه با آفت‌کش‌ها به‌عنوان یکی از ریسک فاکتورهای ایجاد بیماری قلبی-عروقی و سندروم متابولیک محسوب می‌شود و احتمال بروز آن را افزایش می‌دهد [۹، ۱۰]. برخی شواهد طی سال‌های اخیر حاکی از آن است که آلودگی‌های محیطی ممکن است در ایجاد دیابت نیز نقش داشته باشد. نتایج یک مطالعه مروری سیستماتیک در سال ۲۰۱۶ نشان داده است که بین مواجهه با آفت‌کش‌ها ارگانوکلره و دیابت نوع ۲ ارتباط وجود دارد [۱۱]. انواع مختلف سموم دفع آفات از جمله ترکیبات ارگانوکلره به‌طور مستقیم با افزایش خطر ایجاد ریسک فاکتورهای دیابت مانند چاقی، مقاومت به انسولین و دیس لیپیدمی و ایجاد مستقیم دیابت نوع ۲ گردد [۱۱، ۱۲].

باتوجه به استفاده گسترده از سموم دفع آفات در ایران در دهه گذشته و عدم وجود شواهد کافی در مورد اثرات بهداشتی این ترکیبات بر جمعیت ایران، محققان این کشور باید به بیماری‌هایی که بیشتر در اثر مواجهه با آن ایجاد می‌شوند، توجه بیشتری داشته باشند. با این حال، مطالعات کمی اثرات طولانی‌مدت قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها بر بیماری‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که بر سیستم خون‌ساز تأثیر می‌گذارند و نقش سموم دفع آفات در بروز بیماری‌ها علی‌رغم استفاده گسترده آن‌ها و مطالعات انجام شده در این خصوص هنوز بحث برانگیز است. در استان گیلان، کارخانه‌های تولید آفت‌کش نسبتاً فراوانی وجود دارد و کارگران زیادی در معرض مواجهه شغلی با آفت‌کش‌ها در این کارخانه قرار می‌گیرند. از سویی دیگر با در نظر گرفتن تأثیر سموم دفع آفات با افزایش خطر ایجاد مشکلات پرخطر سلامتی و محدود بودن حفاظت‌های لازم و کم بودن آگاهی کارگران جهت کاهش مواجهه و

مترمربع و حداقل ۱۹ و حداکثر ۴۱ کیلوگرم بر مترمربع بود. میانگین فشارخون سیستولیک و دیاستولیک به ترتیب $125/19 \pm 8/2$ و $79/98 \pm 5/53$ بود. اکثر کارگران متأهل بودند (۱۶۵ نفر، ۸۰/۹ درصد). حدود ۲۰/۴ درصد (۴۲ نفر) کارگران سیگار مصرف میکردند. اطلاعات جمعیت‌شناختی کارگران بر حسب مواجهه یا عدم‌مواجهه در جدول شماره ۱ گزارش شده است. شایع‌ترین علائم در کارگران به ترتیب سرفه (۱۳/۱ درصد)، سردرد (۸/۷ درصد)، اختلال خواب (۷/۸ درصد) و خارش پوستی (۶/۸ درصد) بود. (جدول شماره ۱)

نتایج مقایسه پارامترهای بیوشیمیایی بین دو گروه با استفاده از آزمون من ویتنی نیز نشان داد میانگین قند ناشتا، نیترژن اوره خون، کراتینین و ALP بین گروه مواجهه و غیرمواجهه از نظر آماری دارای اختلاف معناداری می‌باشد ($P < 0.05$). میانگین این فاکتورها در گروه مواجهه بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد حدود ۲۷/۳ درصد از افراد در گروه مواجهه به‌طور معناداری پره دیابت بودند. این درحالیست که میانگین آنزیم‌های کبدی ALT و AST در دو گروه اختلاف آماری معناداری نداشت ($P > 0.05$). (جدول شماره ۲).

برای توصیف داده‌های کمی از شاخص‌های میانگین و انحراف‌معیار و برای توصیف داده‌های کیفی از فراوانی و درصد استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو-ویلک بررسی شد. با توجه به اینکه فرض نرمال بودن داده‌ها تایید نشد برای مقایسه متغیرهای کمی از آزمون من-ویتنی و برای مقایسه فراوانی علایم بالینی در گروه مواجهه و غیرمواجهه از آزمون کای‌دو^۱ و تست دقیق فیشر^۲ استفاده شد. سطح معناداری در این مطالعه به‌صورت $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها

داده‌های بیوشیمیایی حاصل از ۲۰۶ کارگر کارخانه تولید حشره‌کش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. میانگین سنی افراد $38 \pm 7/74$ سال بود و در دامنه سنی ۲۲ تا ۶۶ سال بودند. میانگین سابقه کار $11/19 \pm 6/21$ سال، حداقل ۲ سال و حداکثر ۲۸ سال بود. میانگین شاخص توده بدنی کارگران $25/94 \pm 3/36$ کیلوگرم بر

1. Chi Square
2. Fishers Exact Test

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی و بالینی کارکنان کارخانه تولید حشره‌کش در استان گیلان مورد بررسی در مطالعه بر حسب مواجهه-عدم‌مواجهه

P	میانگین \pm انحراف معیار / فراوانی (درصد)			سطح	متغیر
	کل	غیرمواجهه	مواجهه		
0/317	$38 \pm 7/74$	$37/57 \pm 7/53$	$38/46 \pm 7/98$	-	سن
0/977	$11/19 \pm 6/21$	$11/17 \pm 5/97$	$11/23 \pm 6/48$	-	سابقه کار
0/68	$25/94 \pm 3/36$	$25/84 \pm 2/4$	$26/05 \pm 3/32$	-	شاخص توده بدنی
0/516	$125/19 \pm 8/2$	$124/95 \pm 7/75$	$125/45 \pm 8/84$	-	فشار خون سیستولیک
0/909	$79/98 \pm 5/53$	$79/81 \pm 5/62$	$80/15 \pm 5/46$	-	فشار خون دیاستولیک
0/476	۱۶۵ (۸۰/۹)	۸۹ (۸۳/۲)	۷۶ (۷۸/۴)	متأهل	وضعیت تأهل
	۳۹ (۱۹/۱)	۱۸ (۱۶/۸)	۲۱ (۲۱/۶)	مجرد	
0/999	۴۲ (۲۰/۴)	۲۲ (۲۰/۶)	۲۰ (۲۰/۲)	دارد	مصرف سیگار
	۱۶۴ (۷۹/۶)	۸۵ (۷۹/۴)	۷۹ (۷۹/۸)	ندارد	
0/012*	۱۸ (۸/۷)	۴ (۳۲/۲)	۱۴ (۷۷/۸)	دارد	سردرد
	۱۸۸ (۹۱/۳)	۱۰۳ (۵۴/۸)	۸۵ (۴۵/۲)	ندارد	
0/025*	۱۴ (۶/۸)	۳ (۲۱/۴)	۱۱ (۷۸/۶)	دارد	خارش پوستی
	۱۹۲ (۹۳/۲)	۱۰۴ (۵۴/۲)	۸۸ (۴۵/۸)	ندارد	
0/014*	۳۷ (۱۳/۱)	۸ (۲۹/۶)	۱۹ (۷۰/۴)	دارد	سرفه
	۱۷۹ (۸۶/۹)	۹۹ (۵۵/۳)	۸۰ (۴۴/۷)	ندارد	
0/035*	۱۶ (۷/۸)	۴ (۲۵)	۱۲ (۷۵)	دارد	اختلال خواب
	۱۹۰ (۹۲/۲)	۱۰۳ (۵۴/۲)	۸۷ (۴۵/۸)	ندارد	

* در سطح ۰/۵۰ معنادار است.



جدول ۲. میانگین پارامترهای بیوشیمیایی کارکنان کارخانه تولید حشره کش در استان گیلان بر حسب مواجهه-عدم مواجهه

P	میانگین \pm انحراف معیار/تعداد (درصد)			فاکتورهای بیوشیمیایی
	کل	غیرمواجهه	مواجهه	
۰/۰۰۱*	۹۱/۱۵ \pm ۲۲/۱۸	۸۷/۲۲ \pm ۲۵/۹۱	۹۴/۳۱ \pm ۱۶/۸۶	قند خون ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۶۷۵	۱۶۳/۳۹ \pm ۱۳/۱۶	۱۶۱/۴۹ \pm ۲۹/۴۹	۱۶۵/۴۴ \pm ۴۴/۰۴	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۴۲۸	۱۱۱/۸۰ \pm ۳۵/۴۹	۱۱۱/۳۶ \pm ۲۸/۷۱	۱۱۲/۲۷ \pm ۴۱/۷۵	لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۸۵۶	۳۷/۰۲ \pm ۸/۱۳	۳۶/۹۱ \pm ۷/۸۶	۳۷/۱۳ \pm ۸/۴۵	لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۲۵۴	۲۰۰/۲۵ \pm ۱۳/۱۶۱	۱۸۳/۰۹ \pm ۱۰۰/۷۱	۲۱۸/۷۹ \pm ۱۵۶/۸۲	تری گلیسیرید (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۰۱۹*	۱۲/۸۰ \pm ۳/۲۰	۱۲/۰۵ \pm ۲/۲۹	۱۳/۶۲ \pm ۳/۸۱	نیتروزن اوره خون (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۰۰۱*	۱/۱۷ \pm ۰/۲۲	۱/۰۸ \pm ۰/۱۲	۱/۲۸ \pm ۰/۲۵	کراتینین (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۸۸۳	۲۸/۸۹ \pm ۱۳/۷۷	۲۸/۸۳ \pm ۱۳/۶۸	۲۸/۹۷ \pm ۱۳/۹۴	آلانین ترانس آمیناز (واحد بین المللی بر لیتر)
۰/۷۸۳	۲۴/۸۰ \pm ۸/۷۶	۲۴/۵۹ \pm ۸/۹۷	۲۵/۰۲ \pm ۸/۵۷	آسپارات ترانس آمیناز (واحد بین المللی بر لیتر)
۰/۰۰۱*	۹۷ \pm ۵۳/۳۸	۸۶/۸۸ \pm ۳۱/۳۸	۱۰۷/۹۵ \pm ۶۸/۲۹	آلکالین فسفاتاز (واحد بین المللی بر لیتر)
۰/۰۰۰*	۳۶(۱۷/۵)	۹(۸/۴)	۲۷(۲۷/۳)	بله
	۱۷۰(۸۲/۵)	۹۸(۹۱/۶)	۷۲(۷۲/۷)	خیر



* در سطح ۰/۰۵ معنادار است.

بیماری‌های منتقله از طریق ناقل به ترتیب برای افزایش تولید محصول و حفاظت از سلامت عمومی استفاده می‌شوند [۱۳]. افزایش قابل توجه استفاده از سموم دفع آفات، نگرانی در مورد اثرات احتمالی سوء آن بر سلامت انسان و محیط زیست را افزایش داده است. مواجهه مزمن با برخی آفت کش مانند حشره کش‌ها عوارض جدی بر ارگان‌های مختلف بدن حتی پیش از بروز علائم بالینی دارد. مروری بر مطالعات نشان می‌دهد تعداد معدودی مطالعات به بررسی تماس‌های شغلی مزمن با آفت کش‌ها پرداخته‌اند. لذا در این مطالعه به ارزیابی یافته‌های بیوشیمیایی در کارگران کارخانه تولید حشره کش در گیلان پرداخته شد. یافته‌های این مطالعه در بررسی پارامترهای بیوشیمیایی نشان داد مواجهه مزمن با آفت کش‌ها باعث افزایش پارامترهای مانند اوره، کراتینین خون، مقدار آلکالین فسفاتاز و قند ناشتای خون در گروه مواجهه شد.

از ۲۰۶ کارگر کارخانه تولید حشره کش مورد بررسی، ۱۱ نفر (۵/۳ درصد) دچار ترومبوسیتوز ($PLT > 450 \times 10^3 \text{ mL}$) بودند. در مقایسه فراوانی ترومبوسیتوز در دو گروه مواجهه و غیرمواجهه، نتایج آزمون کای دو تفاوت معناداری نشان داد ($P = 0/028$) و فراوانی آن در گروه مواجهه بیشتر بود (۹/۰۹ درصد در مقابل ۱/۹ درصد). در مقایسه فراوانی ترومبوسیتوز در کارکنان با سابقه کار کم‌تر و بیش از ۱۱ سال، نتایج آزمون کای دو تفاوت معناداری نشان داد ($P = 0/003$) و فراوانی آن در گروه کارگران با سابقه کار بیش از ۱۱ سال بیشتر بود (۹۰/۹ درصد در مقابل ۹/۱ درصد) (جدول شماره ۳).

بحث

آفت کش‌ها گروه متنوعی از مواد شیمیایی مصنوعی هستند که معمولاً برای کنترل آفات در کشاورزی و برنامه‌های ریشه کنی

جدول ۳. مقایسه فراوانی ترومبوسیتوز در کارکنان کارخانه تولید حشره کش در استان گیلان در گروه‌های مواجهه و غیرمواجهه، بر حسب سابقه کار

P	تعداد (درصد)			سطح	متغیر
	کمتر از ۱۱ سال	بیشتر از ۱۱ سال	غیرمواجهه		
۰/۰۲۸*	۱(۹/۱)	۱۰(۹۰/۹)	۲(۱/۹)	دارد	ترومبوسیتوز
	۱۱۲(۵۷/۴)	۸۳(۴۲/۶)	۱۰۵(۹۷/۱)	ندارد	



* در سطح ۰/۰۵ معنادار است.

همکاران در سال ۲۰۱۹ نشان داده شد که آفت‌کش‌ها تأثیر نامطلوبی بر وضعیت قلبی عروقی دارند اما تفاوت معناداری بین میانگین سطح FBS در گروه کارگران در معرض مواجهه با آفت‌کش و گروه کنترل مشاهده نکردند [۹]. از دلایل تفاوت در نتایج بین مطالعات می‌توان به شرایط مطالعه، نوع آن آفت‌کش و میزان مواجهه با آن و یا کم‌تر بودن حجم نمونه در مطالعه حاضر اشاره کرد. در مطالعه دیگری توسط سودجاروئن و همکاران در سال ۲۰۱۷، نیز در گروه مواجهه با آفت‌کش، میانگین سطح FBS به‌طور معناداری بیشتر بود ($108/5 \pm 15/6$ در برابر $93/4 \pm 12/5$). همچنین در مطالعه آن‌ها، با توجه به مقدار قندخون در گروه مواجهه، به‌نظر می‌رسد افراد مواجهه با حشره‌کش با احتمال بیشتری مستعد پره دیابت هستند [۲۲]. در مطالعه حاضر نیز، حدود ۲۷/۳ درصد از افراد در گروه مواجهه، پره دیابت بودند.

بر اساس سایر نتایج این مطالعه، ترومبوسیتوز فقط در حدود ۹ درصد از کارگران در گروه مواجهه مشاهده شد و در کارگران با سابقه کار بیش از ۱۱ سال رایج‌تر بود. البته قابل ذکر است که میانگین سابقه کار نیز در گروه مواجهه بیشتر بود. همچنین در مطالعه ما فراوانی علائمی مانند سردرد، خارش پوستی، سرفه و اختلال خواب در گروه مواجهه بیشتر مشاهده شد که با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌خوانی داشت [۲۳-۲۵].

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد مواجهه مزمن با حشره‌کش‌ها ممکن است باعث ایجاد ترومبوز و تغییراتی در شاخص‌های بیوشیمیایی مانند افزایش اوره و کراتینین خون و آلکالن فسفاتاز و قند ناشتای خون و ایجاد علائمی بالینی مانند: سردرد و خارش و سرفه و اختلال خواب همراه است. در معاینات سلامت شغلی، بررسی شاخص بیوشیمیایی در دوره‌های کوتاه‌تری توصیه می‌شود.

محدودیت‌ها

از محدودیت‌های مطالعه می‌توان به مقطعی بودن مطالعه اشاره کرد که طبعاً با قطعیت نمی‌توان در مورد رابطه علیتی اظهار نظر کرد. اندازه‌گیری محیطی آفت‌کش‌ها نمی‌تواند نشان‌دهنده دقیقی برای ارزیابی میزان مواجهه کارگران با آفت‌کش‌ها باشد و برای بررسی دقیق‌تر مواجهه با آفت‌کش بهتر است میزان آنزیم کولین‌استراز اندازه‌گیری شود که در این مطالعه به‌علت محدودیت‌های مالی انجام نشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این طرح با کد اخلاقی IR.GUMS.REC. 1399.632 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان قرار گرفت.

میزان سرمی اوره و کراتینین از نظر بالینی بیانگر اختلال کلیوی در کشاورزان در معرض آفت‌کش است [۱۴]. قرار گرفتن بیش از حد در معرض آفت‌کش‌ها باعث ایجاد تغییرات سمی در پارامترهای بیوشیمیایی کبدی و کلیوی می‌شود [۱۳].

کراتینین به‌عنوان یک ماده دفعی به‌طور معمول از خون فیلتر شده و با ادرار دفع می‌شود. افزایش سطح کراتینین در پاسخ به قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها نشان‌دهنده مشکلات کلیه است و ممکن است در نتیجه اختلال در عملکرد گلومرول باشد. نتایج مطالعه شیرر و همکاران نشان داد که تغییر عملکرد کلیه در میان مصرف‌کننده آفت‌کش‌ها گزارش شده است. همچنین یافته‌های آن‌ها بیانگر ارتباط این علف‌کش‌ها با مرحله نهایی بیماری کلیوی بود که با مطالعات بهداشت کشاورزی مطابقت داشت [۱۵]. در مطالعات پیشین توسط وفا و همکاران [۱۶] و مطالعه‌ی اروند و همکاران [۱۷] نتایج مشابهی در خصوص افزایش BUN و Cr در کشاورزان در مواجهه با آفت‌کش نیز گزارش شده است. هرچند بر اساس یافته‌های مطالعه اخیر توسط کری و همکاران در سال ۲۰۱۹، BUN در گروه مواجهه به‌طور معناداری بیشتر بود. ولی در رابطه با پارامترهای Cr و نسبت Bun/Cr تفاوت اندکی بین دو گروه مواجهه و بدون مواجهه وجود داشت [۱۸]. در مطالعه یاسین و همکاران در سال ۲۰۱۶، ۹۶ کارگر مزرعه که با آفت‌کش مواجهه داشتند با ۹۶ نفر غیرمواجهه با آفت‌کش مقایسه شدند. میزان تست‌های عملکردی کلیوی یعنی BUN و Cr در کارگران مزرعه در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر بود. به‌طور کلی نتایج این مطالعه حاکی از تأثیر مواجهه آفت‌کش در کارگران مزرعه بر تغییر قابل‌ملاحظه در برخی از پارامترهای بیوشیمیایی مانند BUN ، Cr ، پروتئین توتال، آلبومین و گلوبین بود [۶]. سایر مطالعات نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند [۱۹-۲۱].

نتایج مطالعه ما همچنین نشان داد سطح ALP در گروه مواجهه بیشتر بود هرچند تفاوت معناداری در سطح سرمی آنزیم‌های کبدی ALT و AST مشاهده نشد. در مطالعات قبل نشان داده شده که مدت تماس با افزایش آنزیم‌ها مرتبط است که یکی از عللی که تفاوت بین آنزیم‌ها مطرح می‌باشد این است تعداد افرادی که تماس طولانی داشتند، کم بود. در مطالعه Kori و همکاران آنزیم‌های کبدی ALT و AST و فاکتور ALP در گروه مواجهه بیشتر بود که نشان‌دهنده ایجاد مشکل کبدی و هیپاتوتوکسیسیته ناشی از مواد آفت‌کش می‌باشد. افزایش ALP می‌تواند ناشی از افزایش نفوذپذیری غشای پلاسمایی و نکرور سلولی باشد. مطالعات نشان داده‌اند که تعداد سال‌هایی که افراد در مواجهه با آفت‌کش می‌باشند با سطح بالاتر AST و ALP مرتبط است [۱۸]. در مطالعه ما فقط ۴۵ درصد کارگران در مواجهه مزمن با آفت‌کش قرار داشتند.

در مطالعه ما FBS در گروه کارگران در معرض مواجهه با آفت‌کش به‌طور معناداری بیشتر بود. نتایج مطالعه Pothu و

حامی مالی

این مقاله از پایان نامه دکتری مریم جوشن و فاطمه راحت طلب در واحد توسعه تحقیقات بالینی رازی بیمارستان رازی دانشگاه علوم پزشکی گیلان استخراج شده است.

مشارکت نویسندگان

طرح: میرسعید عطارچی؛ نگارش پیش نویس اولیه: فاطمه نجاتی‌فر؛ سرپرست: حمید محمدی کوجیدی؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها: زهرا عطرکار روشن؛ تدوین: نیلوفر فرجی؛ گردآوری داده‌ها: مریم جوشن، فاطمه راحت طلب و روح الله امینی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگر این مطالعه از کارگران و مسئولین کارخانه تحت پژوهش و مرکز توسعه تحقیقات بالینی رازی رشت که در شکل‌گیری این مطالعه به ما یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

- [1] Jonnalagadda PR, Prasad AYE, Reddy KA, Suresh C, Rao MVV, Ramya G, et al. Biochemical alterations of certain health parameters in cotton growing farmers exposed to organophosphorous and pyrethroid insecticides. *African J Biotechnol.* 2010; 9(49):8369-77. [Link]
- [2] Balani T, Agrawal S, Thaker AM. Hematological and biochemical changes due to short-term oral administration of imidacloprid. *Toxicol Int.* 2011; 18(1):2-4. [DOI:10.4103/0971-6580.75843] [PMID] [PMCID]
- [3] Mossalam HH, Abd-El Aty OA, Morgan EN, Youssaf SMS, Mackawy AMH. Biochemical and ultra structure studies of the antioxidant effect of aqueous extract of hibiscus sabdariffa on the nephrotoxicity induced by organophosphorous pesticide (Malathion) on the adult albino rats. *J Am Sci.* 2011; 7(12):407-21. [Link]
- [4] Khan AA, Shah MA, Rahman SU. Occupational exposure to pesticides and its effects on health status of workers in swat, khyber pakhtunkhwa, Pakistan. *J Biol Life Sci.* 2013; 4(2):43-55. [DOI:10.5296/jbls.v4i2.3144]
- [5] Khan A, Ahmad L, Khan MZ. Hemato-biochemical changes induced by pyrethroid insecticides in avian, fish and mammalian species. *Int J Agric Biol.* 2012; 14(5):834-42. [Link]
- [6] Yassin MM, Al-Shanti TA. Effect of pesticides on kidney function and serum protein profile of farm workers in Gaza Strip. *Ann Med Biomed Sci.* 2016; 2(1):21-7. [Link]
- [7] Elhalwagy MEA, Zaki NI. Comparative study on pesticide mixture of organophosphorous and pyrethroid in commercial formulation. *Environ. Toxicol Pharmacol.* 2009; 28(2):219-24. [DOI:10.1016/j.etap.2009.04.007] [PMID]
- [8] Huang X, Zhang C, Hu R, Li Y, Yin Y, Chen Z, et al. Association between occupational exposures to pesticides with heterogeneous chemical structures and farmer health in China. *Sci Rep.* 2016; 6:25190. [DOI:10.1038/srep25190] [PMID] [PMCID]
- [9] Pothu UK, Thammisetty AK, Nelakuditi LK. Evaluation of cholinesterase and lipid profile levels in chronic pesticide exposed persons. *J Fam Med Prim care.* 2019; 8(6):2073-8. [DOI:10.4103/jfmpc.jfmpc_239_19] [PMID] [PMCID]
- [10] Rosenbaum PF, Weinstock RS, Silverstone AE, Sjödin A, Pavuk M. Metabolic syndrome is associated with exposure to organochlorine pesticides in Anniston, AL, United States. *Environ Int.* 2017; 108:11-21. [DOI:10.1016/j.envint.2017.07.017] [PMID] [PMCID]
- [11] Evangelou E, Ntritsos G, Chondrogiorgi M, Kavvoura FK, Hernández AF, Ntzani EE, et al. Exposure to pesticides and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int.* 2016; 91:60-8. [DOI:10.1016/j.envint.2016.02.013] [PMID]
- [12] Lee D-H, Steffes MW, Sjödin A, Jones RS, Needham LL, Jacobs DRJ. Low dose organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls predict obesity, dyslipidemia, and insulin resistance among people free of diabetes. *PLoS One.* 2011; 6(1):e15977. [DOI:10.1371/journal.pone.0015977] [PMID] [PMCID]
- [13] Bharti S, Rasool F. Analysis of the biochemical and histopathological impact of a mild dose of commercial malathion on *Channa punctatus* (Bloch) fish. *Toxicol Rep.* 2021; 8:443-55. [DOI:10.1016/j.toxrep.2021.02.018] [PMID] [PMCID]
- [14] Joshi AKR, Sukumaran BO. Metabolic dyshomeostasis by organophosphate insecticides: insights from experimental and human studies. *EXCLI J.* 2019; 18:479-84. [DOI:10.17179/excli2019-1492] [PMID] [PMCID]
- [15] Shearer JJ, Sandler DP, Andreotti G, Murata K, Shrestha S, Parks CG, et al. Pesticide use and kidney function among farmers in the Biomarkers of Exposure and Effect in Agriculture study. *Environ Res.* 2021; 199:111276. [DOI:10.1016/j.envres.2021.111276] [PMID] [PMCID]
- [16] Wafa T, Nadia K, Amel N, Ikbal C, Insaf T, Asma K, et al. Oxidative stress, hematological and biochemical alterations in farmers exposed to pesticides. *J Environ Sci Health B.* 2013; 48(12):1058-69. [DOI:10.1080/03601234.2013.824285] [PMID]
- [17] Araoud M, Neffeti F, Douki W, Hfaiedh H Ben, Akrouf M, Hassine M, et al. Adverse effects of pesticides on biochemical and haematological parameters in Tunisian agricultural workers. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2012; 22(3):243-7. [DOI:10.1038/jes.2012.11] [PMID]
- [18] Kori RK, Hasan W, Jain AK, Yadav RS. Cholinesterase inhibition and its association with hematological, biochemical and oxidative stress markers in chronic pesticide exposed agriculture workers. *J Biochem Mol Toxicol.* 2019; 33(9):e22367. [DOI:10.1002/jbt.22367] [PMID]
- [19] Khan AN. Biochemical And Histopathological Alterations Rendered By Combination Insecticide (Chlorpyrifos+Cypermethrin) In Two Generations of Gallus. *AMUJ.* 2022; 11(9):978-98. [Link]
- [20] Ritu A, Nidhi T, Anjali C, Shiva A. Biochemical alterations among spray farmers due to chronic exposure to Chlorpyrifos, an organophosphate pesticides. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 2013; 2(11):415-8.
- [21] Jallow MFA, Awadh DG, Albaho MS, Devi VY, Thomas BM. Pesticide knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey. *Int J Environ Res Public Health.* 2017; 14(4):340. [DOI:10.3390/ijerph14040340] [PMID] [PMCID]
- [22] Suwannahong K, Sudjaroen Y. Comparison of biochemical, hematological parameters and pesticide exposure-related symptoms among organic and non-organic farmers, Singburi, Thailand. *Asian J Pharm.* 2017; 11(1):S235-41. [link]
- [23] Nejatifar F, Abdollahi M, Attarchi M, Roushan ZA, Deilami AE, Joshani M, et al. Evaluation of hematological indices among insecticides factory workers. *Heliyon.* 2022; 8(3):e09040. [DOI:10.1016/j.heliyon.2022.e09040] [PMID] [PMCID]
- [24] Guadalupe-Fernandez V, De Sario M, Vecchi S, Bauleo L, Michelozzi P, Davoli M, et al. Industrial odour pollution and human health: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health.* 2021; 20(1):108. [DOI:10.1186/s12940-021-00774-3] [PMID] [PMCID]
- [25] Aguera RG, Freires C da S, Oliveira LO de, Monteiro LR, Lini RS, Romoli JCZ, et al. Risk evaluation of occupational exposure of southern Brazilian flower farmers to pesticides potentially leading to cholinesterase inhibition and metals exposure. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2022; 93:103874. [DOI:10.1016/j.etap.2022.103874] [PMID]