

Determination of Diazinon Residue in Honey Samples from Mane and Samalqan Region in North Khorasan Province Using UV-Vis Spectrophotometry

Z. Rahimi¹, V. Hakimzadeh^{2*}

1- Department of Food Science and Technology, Qu.C., Islamic Azad University, Quchan & Quality Control Manager at Shahd Shafa Samalqan Cooperative Company, Ghazi City, Maneh and Samalqan County, North Khorasan Province, Iran

2- Department of Food Science and Technology, Qu.C., Islamic Azad University, Quchan, Iran

(* - Corresponding Author Email: v.hakimzadeh@yahoo.com)

Received: 16.09.2024
Revised: 22.04.2025
Accepted: 06.05.2025
Available Online: 18.08.2025

How to cite this article:

Rahimi, Z., & Hakimzadeh V. (2025). Determination of diazinon residue in honey samples from Mane and Semelqan region in North Khorasan province using UV-Vis spectrophotometry. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 21(4), 451-462. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/ifstrj.2025.89540.1368>

Introduction

In 2023, North Khorasan province hosted 188,000 bee colonies, producing over 2,900 tons of honey. Approximately 20% of the honey in the province is produced in the Mane and Semelqan region, which is rich in orchards and agricultural fields. To increase agricultural production, various pesticides are widely used in this area, thereby increasing the potential for contamination of bees and their products, which are often located near these fields. Pesticides residues have been reported to be toxic, carcinogenic, and capable of causing chromosomal changes (Demirhan *et al.*, 2019). They can also affect the endocrine, reproductive, and nervous systems (Brander, Gabler, Fowler, Connon, & Schlenk, 2016; Watermann *et al.*, 2016; Febvey, Schüz, & Bailey, 2016). Diazinon, an organophosphorus insecticide, is classified in the second category of the World Health Organization's classification and is considered a relatively dangerous pesticide (Taghavi, Naghipour, Mohagheghyan, & Jamali, 2007). This study aims to investigate the residual levels of diazinon in honey produced in the Mane and Semelqan region, including Buor Buor village (cotton flower honey), Chakhmaghloo village (kanar honey), Keshanak village (spring honey), and Darkesh village (thyme honey), with the goal of evaluating the safety of honey produced in this region.

Materials and Methods

Honey samples were collected in the spring (May) and winter (March) of 2023. To prepare the honey samples for determining diazinon pesticide residue, the method of Jime'nez, Bernal, & Lorente, (2000) was used. A standard dilution of diazinon was prepared at concentrations of 0.12, 0.06, 0.024, 0.012, and 0.006 ppm. The absorption spectrum of the diluted solutions was then recorded using an ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrometer in the wavelength range of 200 to 400 nm. Based on the spectral results, the maximum absorption wavelength (λ_{max}) of diazinon was determined to be 292 nm. The best-fit equation with a correlation coefficient ($R^2 = 0.9905$) was calculated. Data were analyzed using a completely randomized design with five replicates for each season (spring and winter) through the GLM procedure of SAS 9.1 statistical software (SAS, 2009).

Result and Discussion

The results showed that the amounts of diazinon in the honey samples from Buor Buor, Darkesh, Keshanak, and Chakhmaghloo villages were 3.46, 2.73, 1.81, and 1.49 ppm, respectively. The diazinon residue in the honey from Buor Buor (3.46 ppm) and Darkesh (2.37 ppm) villages was significantly higher than the diazinon residue in



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/ifstrj.2025.89540.1368>

the honey from Chakhmaghloo (1.49 ppm) and Keshanak (1.81 ppm) villages ($P < 0.001$). Additionally, the residual amount of diazinon in honey harvested in the spring was 4.23 ppm, significantly higher than in the winter samples, which had 0.34 ppm ($P < 0.001$). Unfortunately, the residual amount of diazinon pesticide in all honey samples from different regions of Mane and Semelqan exceeded the standard limit set by authorities in Iran and Europe.

Conclusion

It can be concluded that the honey from Mane and Semelghan region contains higher levels of diazinon residue compared to the standard limit, which can be attributed to the spraying of pesticides in orchards and fields. Additionally, the lower pesticide residue in the winter honey samples may be due to manual feeding of bees, reduced agricultural activity during the winter season, and possibly the washing off of pesticide residues by rainfall. Therefore, considering the higher levels of diazinon residue in the honey samples compared to the permissible limit, and the higher amount in this residue during the spring season, it is recommended to strengthen the monitoring of pesticide application in agricultural fields surrounding beekeeping areas, particularly in the spring. Additionally, educating farmers on the proper use of pesticides, informing beekeepers about high-risk areas, and regularly screening honey samples can help reduce the risks associated with pesticide residues. Investigating safer alternatives to diazinon and establishing regional regulations are also among recommended measures to improve food safety and protect consumer health.

Keywords: Calibration curve, Diazinon, Honey, Mane and Samalqan

تعیین باقیمانده سم دیازینون در عسل منطقه مانه و سملقان در استان خراسان شمالی با استفاده از روش Uv-Vis

زینب رحیمی^۱ و وحید حکیمزاده^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۶

چکیده

این پژوهش به منظور تعیین میزان باقیمانده سم دیازینون در عسل‌های تولیدی در منطقه مانه و سملقان واقع در استان خراسان شمالی انجام شد. نمونه‌های عسل در فصل بهار (اواسط خرداد) و زمستان (اواسط اسفند) سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری و میزان جذب سم دیازینون در طول موج ۲۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر به روش Uv-Vis با رسم منحنی استاندارد بررسی شد. نتایج نشان داد که مقادیر سم دیازینون در نمونه عسل‌های روستای بوروبور، درکش، کشانک و چخماقلو به ترتیب عبارت از ۳/۴۶، ۲/۷۳، ۱/۸۱ و ۱/۴۹ ppm بودند. همچنین نتایج نشان داد که مقدار باقیمانده سم دیازینون در عسل برداشت شده در فصل بهار (۴/۲۳ ppm) در مقایسه با نمونه‌های برداشت شده در فصل زمستان (۰/۳۴ ppm) به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.01$). به طور کلی نتایج نشان داد که عسل‌های منطقه مانه و سملقان دارای باقیمانده سم دیازینون بالاتری در مقایسه با میزان استاندارد ملی ایران (۰/۰۵ ppm) است. از این رو می‌توان عنوان کرد وجود باغات میوه و مزارع کاشت گوجه در اطراف مناطق نمونه‌برداری عسل، می‌تواند از عوامل وجود این سم در عسل‌ها باشد. از طرفی کاهش سم در نمونه‌های عسل زمستانه ناشی از تغذیه دستی زنبورها، کاهش کشت و کار در این فصل و احتمالاً شستشوی سموم پراکنده شده توسط بارندگی باشد.

واژه‌های کلیدی: دیازینون، عسل، مانه و سملقان، منحنی استاندارد

مقدمه

مانه و سملقان در بین شهرستان‌های استان خراسان شمالی در کشور ایران، وسعت بالایی داشته که به دلیل وجود منابع آب کافی و خاک حاصلخیز، موجب رونق کشاورزی در این شهرستان شده است. عمده‌ترین محصولات زراعی تولیدی این منطقه شامل گندم و جو، دانه‌های روغنی مانند آفتابگردان و کلزا، پنبه، حبوباتی مانند عدس، نخود و لوبیا و محصولات همپون برنج، پیاز و یونجه، برخی گیاهان دارویی و همچنین زعفران می‌باشد. محصولات باغی همچون هلو، گیلاس، زردآلو، انگور، شلیل، آلبالو، گلابی، سیب، گردو و بادام و همچنین هندوانه، خیار و گوجه‌فرنگی از دیگر محصولات است که در

این منطقه در حال کشت می‌باشد (Research and Training Center of the Agricultural Jihad Organization, 2024). به گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی، تعداد ۱۸۸ هزار کلنی زنبور عسل در استان خراسان شمالی وجود دارد که پیش‌بینی می‌شود تا پایان سال ۱۴۰۳ مقدار ۲۹۰۰ تن عسل از سطح زنبورستان‌های استان برداشت شود (Research and Training Center of the Agricultural Jihad Organization, 2024).

ارزش غذایی و دارویی عسل بر کسی پوشیده نیست و عسل به طور گسترده در درمان عفونت‌ها و بیماری‌های مزمن به کار می‌رفته است. عسل با داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی در

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان و مدیر کنترل کیفی شرکت تعاونی شهیدشقای سملقان، استان خراسان شمالی، شهرستان مانه و سملقان، شهر قاضی، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

(*)- نویسنده مسئول: (Email: v.hakimzadeh@yahoo.com)

گزارش شده است (Gunat, Lekduhur, Eneji Ishaq, & Rufus, 2021; Ben Mukiibi et al., 2021; Eissa, El-Sawi, & Zidan, 2014; Berg et al., 2018; Sheldon, Pinion, Jr., Klyza, & Zimeri, 2019). حشره کش دیازینون سمی ارگانوفسفره می باشد که در رده ۲ طبقه بندی سازمان بهداشت جهانی قرار داشته و جزء آفت کش های نسبتاً خطرناک محسوب می شود (Taghavi et al., 2007). دیازینون، سمی حشره کش، نماتد کش و کنه کش، غیرسیستمیک، نفوذی، تماسی، گوارشی و تنفسی ارگانوفسفره است. این ترکیب با طیفی وسیع، علیه انواع آفات برگ خوار، ساقه خوار و ریشه خوار مکنده و خاکری مورد استفاده قرار می گیرد. یک مایع بدون رنگ مایل به قهوه ای تیره است و با اسامی تجاری بازودین^۱، سارولکس^۲، نوسیدول^۳ و دیازول^۴ و با فرمولاسیون های گرانول ۵ و ۱۰٪ و امولسیون ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد به شکل پودر و قرص ۴۰ درصد نیز عرضه می شود (Eissa et al., 2014). در میان مواد شیمیایی کشاورزی، باقیمانده آفت کش های فسفره به علت تأثیر بر فعالیت کولین استراز (آنزیمی که برای عملکرد شبکه های عصبی نیاز می باشد) عمده ترین خطر را متوجه انسان می کنند. با توجه به آمار جهانی بیشترین میزان مرگ و میر توسط آفت کش ها مربوط به سموم فسفره می باشد (Khazaei, Khorasani, Talebi Jahromi, & Ehtesham, 2010). در خصوص ردیابی بقایای آفت کش ها در عسل، در دنیا پژوهش هایی انجام پذیرفته است و تعدادی پژوهش نیز در ایران انجام شده است. طالبی جهرمی و همکاران (Talebi Jahromi, 2001) باقیمانده کومافوس در عسل زنبورستان های استان تهران را مورد اندازه گیری قرار دادند. عیسی و همکاران (Eissa et al., 2014) باقیمانده ۴۶ سم مختلف را در عسل مورد اندازه گیری قرار دادن که طبق نتایج، در بین سموم مورد اندازه گیری دیکوفول در بین تمام نمونه ها یافت شد. دیازینون نیز در نمونه ها اندازه گیری شد، اما مقدار آن از حداکثر حد مجاز روزانه^۵ پایینتر بود. بارگانسکا و همکاران (Bargańska, 2014) باقیمانده ۱۹ سم مختلف را در عسل مورد اندازه گیری قرار دادند که در نمونه های آزمایشی این محققین باقیمانده سموم دیازینون، که مورد بررسی در این تحقیق می باشد نیز مشاهده شد. ال ناگار و همکاران (Al Naggar et al., 2015) باقیمانده ۱۴ حشره کش ارگانوفسفره (OP) را در عسل و گرده نمونه های بهار و تابستان سال ۲۰۱۳ از ۵ استان میانی مصر جمع آوری کردند و با روش LC/MS-MS بقایای سموم را اندازه گیری نمودند. طبق نتایج، بیشترین سموم شناسایی شده شامل پروفنوفوس،

جلوگیری از بیماری ها نقش بسزایی دارد، برای اهداف تغذیه ای و دارویی استفاده می شود و می توان از آن برای درمان عفونت زخم ها و سرطان استفاده کرد. عسل برای درمان سرفه و گلودرد، زخم معده، گوش درد، سرخک و بیماری های چشمی استفاده می شود. تغذیه کودکان با عسل به بهبود حافظه کمک کرده و منجر به کاهش اضطراب و افزایش عملکرد و رشد بهتر در طول زندگی افراد می شود (Zacharis, Rotsias, Zachariadis, & Zotos, 2012; Kamkar & Shakoory et al., 2024; & Khodabakhshian, 2017).

عسل می تواند بشدت در معرض آلودگی های محیطی قرار گیرد. حتی مقادیر کمی از آلاینده ها در محیط، مانند باقیمانده های آفت کش ها، می توانند وارد دستگاه گوارش زنبور عسل شده و در طول فرآوری وارد عسل شوند. از آنجایی که سموم دفع آفات در مزارع کشاورزی و باغ ها برای کنترل آفات و بیماری های گیاهی به طور گسترده استفاده می شود و کندوها اغلب در کنار مزارع و باغ ها یافت می شوند، احتمال آلودگی زنبورها و در نتیجه عسل بسیار زیاد است. درحالی که استفاده از پیرتروئیدها و کاربامات های سنتتیک به عنوان حشره کش ها، علف کش ها و قارچ کش ها در حال افزایش است، اما استفاده از کلرهای ارگانیک (عمدتاً به عنوان حشره کش در محصولات غذایی) از زمان ممنوعیت آنها در سال ۱۹۹۹ به شدت کاهش یافته است (Ntow, 2008; Darko & Akoto, 2008). با این حال، بقایای آفت کش های آلی کلره به دلیل مقاومت مجدد در برابر ماندن در محیط و استفاده غیرقانونی، هنوز در محیط و در انواع مختلف غذاها شناسایی می شوند. حتی نسل جدید آفت کش ها (پیرتروئیدهای مصنوعی، ارگانوفسفره ها و کاربامات ها) به اندازه ارگانوکلریدهای نسل اول پایدار نیستند، اما سمیت حاد بسیار بالایی دارند. آفت کش های ارگانوفسفره در برخی مناطق حتی در میوه ها و سبزیجاتی که وارد بازار می شوند یافت شده است (Darko & Akoto, 2008). همه آفت کش ها سمی هستند و بسیاری از آنها پتانسیل بالایی برای سرطان زایی دارند و حتی ممکن است باعث انحرافات کروموزومی شدید شوند (McDougal & Safe, 1998). آفت کش ها همچنین می توانند با اختلالات غدد درون ریز، اندام های تولید مثل، باروری و سیستم عصبی تداخل داشته باشند (Brander et al., 2016; Agbohessi et al., 2015; Febvey et al., 2016; Sturza, Silver, & Xu, 2016).

مطالعات نشان دادند که آفت کش های مختلف (آترازین، سیپرمترین، DDT، DDT-توتال، دیازینون، دیکوفول، دیلدترین، اندوسولفان، گلیفوسیت، هگزاکلروبنزن، هگزاکلروسیکلو هگزان-توتال، لیندان، مالاتیون و p,p'-DDD + DDT در عسل و محصولات آن

4- Diazol

5- MRL

1- Basudin

2- Sarulex

3- Neocidol

مدت نیم ساعت قرار گرفتند تا عسل کاملاً در آب حل و محلولی همگن و یکنواخت حاصل گردید. سپس هر یک از نمونه‌ها به وسیله کاغذ صافی واتمن صاف شده و در ادامه ۵۰ سی‌سی حلال دی کلرومتان، به محلول باقیمانده زیر صافی اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه توسط همزن مغناطیسی همزده شدند. محلول هر ارلن به طور جداگانه داخل لوله آزمایش ریخته شد. پس از مدتی محتوای هر لوله دو فاز شد که یکی مایع زرد رنگ در بالا (مخلوط آب و عسل) و دیگری دی کلرومتان در پایین لوله‌ها بود. برای هر نمونه، مایع زرد رنگ، به وسیله پیتور برقی جدا گردید و به آن ۵۰ سی‌سی هگزان نرمال اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه توسط شیکر هم زده شد. در این حالت در هر ظرف، هگزان نرمال در بالا و مایع زرد رنگ در پایین ظرف قرار گرفتند. در ادامه هگزان نرمال جدا گردید و به مایع زرد رنگ، دی کلرومتان اضافه شد و در دستگاه روتاری قرار داده شدند. پس از خشک شدن مایع درون بالن، به نمونه‌ها ۲۵ سی‌سی استات اتیل اضافه شد. در ادامه نمونه‌ها درون ویال‌های شیشه‌ای ریخته و برای قرائت جذب آن در طول موج ماکزیمم بدست آمده از نمودار استاندارد به دستگاه UV-Vis منتقل شد (Jime'nez et al., 2000).

رسم نمودار استاندارد

به منظور تهیه منحنی استاندارد و تعیین معادله رگرسیون، ابتدا مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از سم دیازینون با خلوص ۹۸ درصد (Diazinon, Sigma Aldrich, Germany) تهیه گردید. سپس رقیق‌سازی از محلول غلیظ به گونه‌ای انجام شد تا رقت‌های ۰/۱۲، ۰/۰۶، ۰/۰۲۴، ۰/۰۱۲ و ۰/۰۰۶ ppm تهیه شود. سپس طیف جذبی محلول‌های رقیق‌سازی شده با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی ماوراء بنفش و مرئی (UV-Vis) در بازه طول موج‌های ۲۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر ثبت گردید. از روی طیف‌های حاصل بیشینه طول موج (لاندا ماکس) دیازینون بدست آمد که برابر با ۲۹۲ نانومتر بود (شکل ۱). سپس با توجه به جذب محلول‌های فوق در ۲۹۲ نانومتر منحنی کالیبراسیون (منحنی جذب بر حسب غلظت) رسم شد و طبق آن بهترین معادله خط راست با ضریب همبستگی ($R^2=0.9905$) بدست آمد (شکل ۲).

سنجش سم در نمونه‌ها به روش UV-Vis

در مطالعه حاضر بعد از آماده سازی، نمونه‌های عسل (که در مرحله آماده سازی نمونه‌ها اشاره شد)، محلول‌های بدست آمده داخل دستگاه طیف‌سنجی (Beckman DU640 UV/Vis, Markham, Canada) قرار داده شدند و جذب نمونه‌ها در طوب موج ۲۹۲ نانومتر قرائت شد. این جذب در معادله بهترین خط راست استاندارد قرار داده شد و مقدار دیازینون در هر نمونه بدست آمد (شکل ۳ و ۴).

کلرپایرفوس، مالاتیون و دیازینون بودند. دارکو و همکاران (Darko, AddaiTabi, Kodwo Adjalo, & Sheringham, 2017) باقیمانده سموم مختلف را در عسل‌های تولید شده در غنا مورد بررسی قرار دادند که طبق نتایج، باقیمانده سم دیازینون کمتر از حداکثر حد مجاز روزانه‌ای اعلام شده از طرف اتحادیه اروپا بود. مطالعات در زمینه بررسی مقدار باقیمانده سموم در عسل در کشور ما بسیار محدود و تا جایی که نویسنده مطلع است در استان خراسان شمالی هیچ مطالعه‌ای انجام نشده است. لذا این پژوهش به منظور بررسی میزان باقیمانده سم دیازینون در عسل‌های تولید شده در منطقه مانه و سملقان در استان خراسان شمالی شامل روستای بور بور (عسل گل پنبه)، روستای چخماقلو (عسل کنار)، روستای کشانک (عسل بهاره) و روستای درکش (عسل آویشن) و با هدف تأمین سلامت مصرف‌کنندگان داخلی و ایجاد زمینه کنترل کیفی این محصول جهت صادرات، به روش طیف‌سنجی UV-Vis که در تحقیقات پیشین نیز برای اندازه‌گیری دیازینون به کار رفته و دارای دقت و صحت قابل قبولی بوده، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

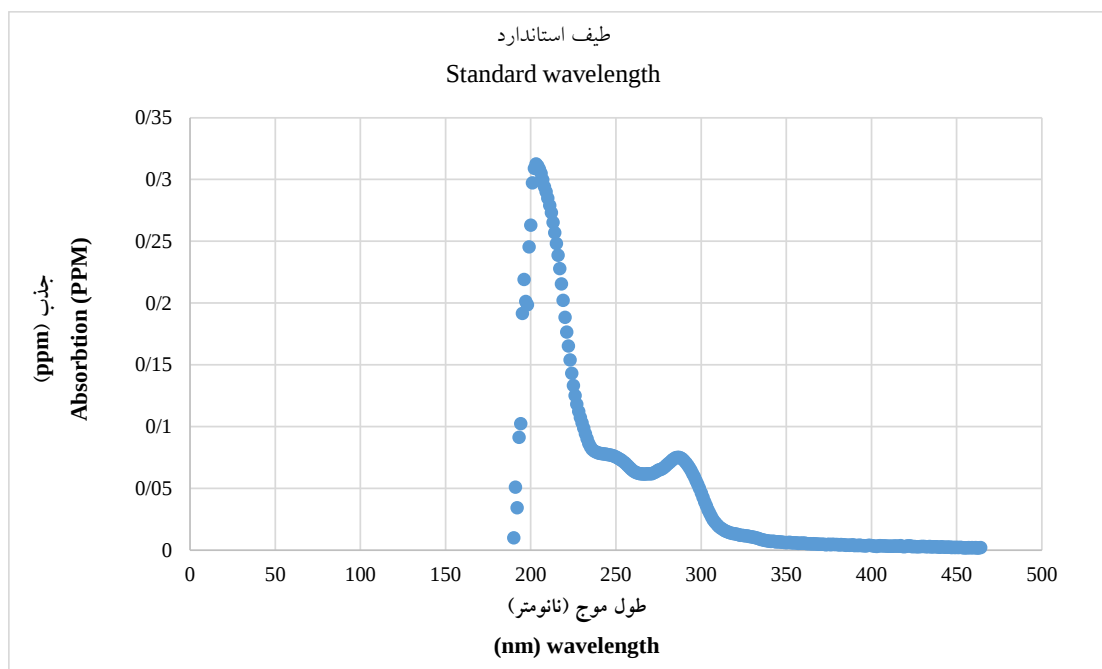
در شهرستان مانه و سملقان، مناطقی که هر سال میزبان تعداد بسیار زیادی کندوی زنبور عسل می‌باشد شامل روستاهای جوزک، درکش، کشانک واقع در دامنه رشته کوه آلاداغ و روستاهای زرد، کاستان و چخماقلو واقع در دامنه رشته کوه قورخود و روستای بور بور واقع در مزارع و دشت‌های وسیع مانه و سملقان می‌باشد. تعدادی از این مناطق بر اساس نزدیکی و سهل الوصول بودن برداشت نمونه انتخاب و نمونه‌برداری عسل از کندوها انجام شد.

نمونه‌برداری

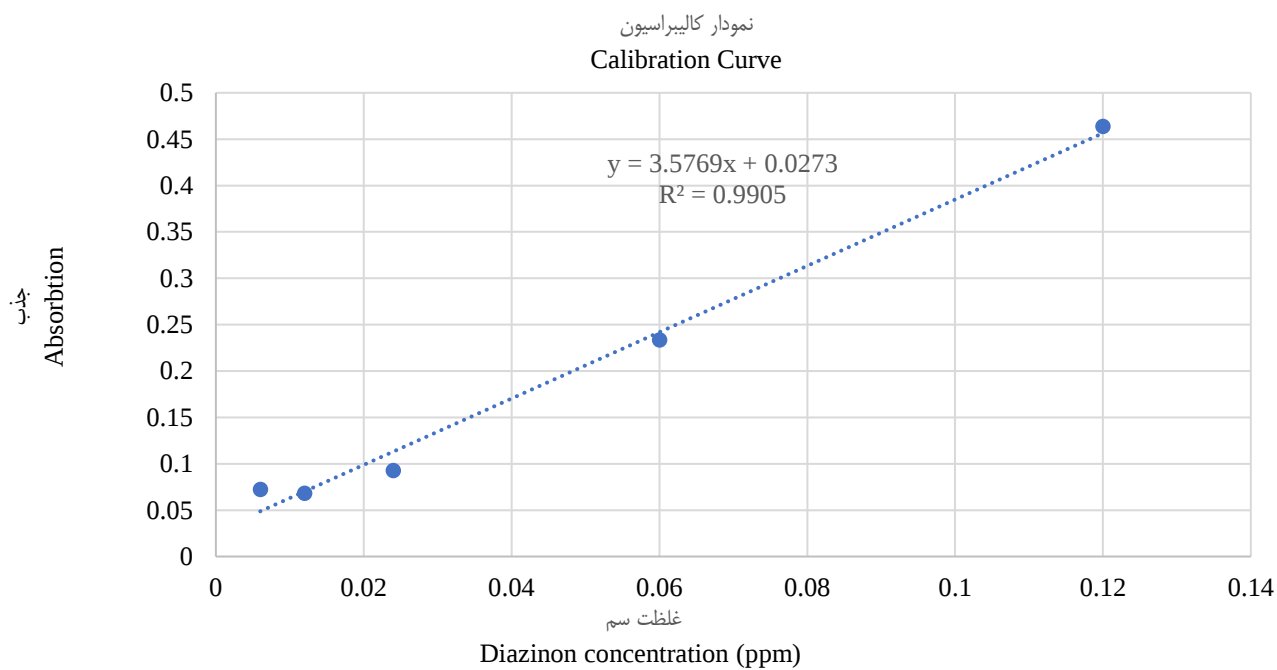
نمونه‌های عسل مورد استفاده در این پژوهش از مناطقی شامل روستای بور بور (عسل گل پنبه)، روستای چخماقلو (عسل کنار)، روستای کشانک (عسل بهاره) و روستای درکش (عسل آویشن) جمع‌آوری شدند به طوری که از هر منطقه ۵ نمونه به صورت تصادفی از کندوهای مختلف و در ۲ نوبت در سال به ترتیب در اواسط خرداد (فصل بهار) و اواسط اسفند (فصل زمستان) تهیه و جهت آنالیز باقیمانده سم دیازینون مورد بررسی قرار گرفتند.

آماده‌سازی نمونه‌ها

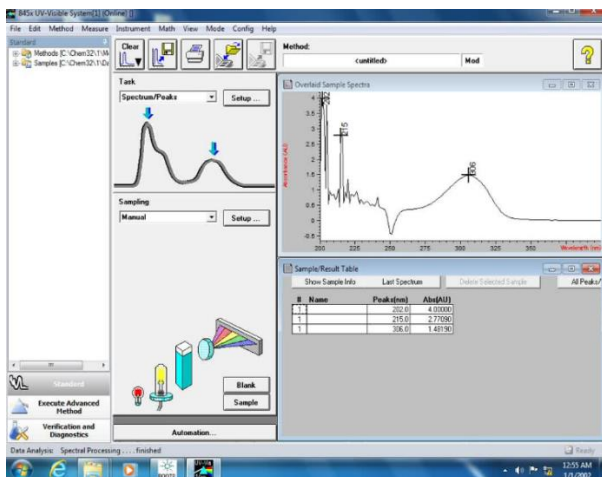
به منظور تعیین باقیمانده سم دیازینون در نمونه‌های عسل، ۵۰ گرم از هر نمونه به وسیله ترازو توزین و در یک ارلن درب‌دار قرار گرفت. سپس ۲۰۰ سی‌سی آب مقطر به هر ظرف اضافه شد. ارلن‌ها داخل یک حمام آب شیک‌دار در دمای ۵۰ الی ۶۰ درجه سانتی‌گراد به



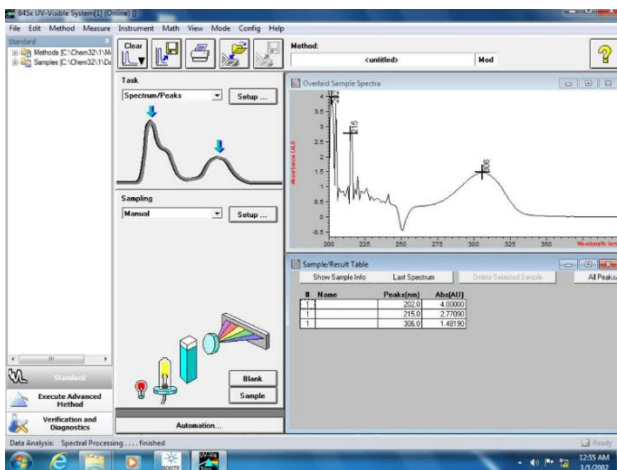
شکل ۱- طیف استاندارد
Fig. 1. Standard spectrum wavelength



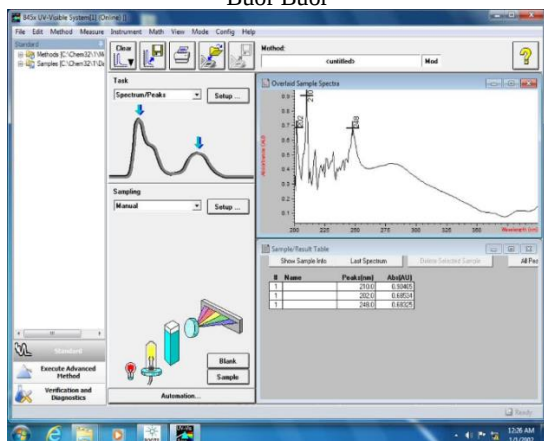
شکل ۲- منحنی کالیبراسیون استاندارد
Fig. 2. Standard calibration curve



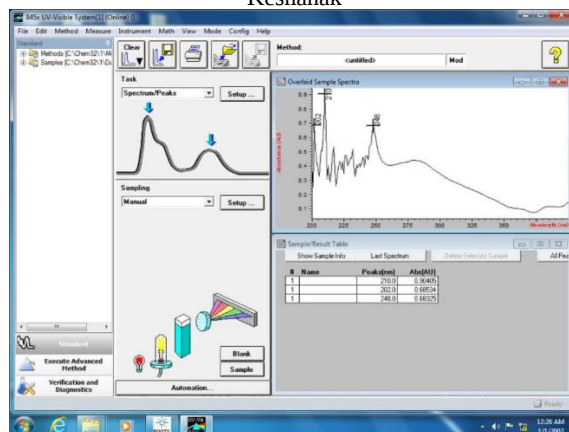
روستای بور بور
Buor Buor



روستای کشانک
Keshanak

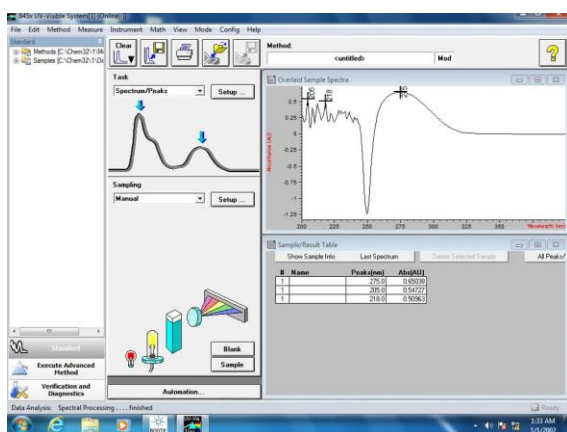


روستای درکش
Darkesh

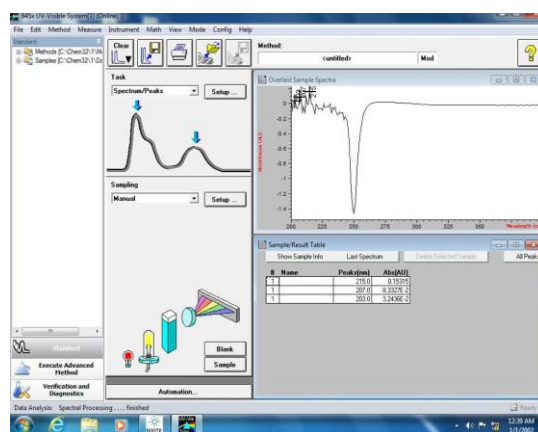


روستای چخماقلو
Chakhmaghloo

شکل ۳- طیف جذب باقیمانده سم دیازینون در عسل مناطق مختلف مانه و سملقان
Fig. 3. Wavelength of residual diazinon in honey from different regions of Mane and Samalagan



بهار
Spring



زمستان
Winter

شکل ۴- طیف جذب باقیمانده سم دیازینون در عسل برداشت شده در فصل بهار و زمستان
Fig. 4. Wavelength of residual diazinon in honey harvested in spring and winter

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق، از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌های میزان باقیمانده سم در ۴ سطح منطقه (بوربور، کشانک، درکش و چخماقلو) و همچنین میزان باقیمانده سم در دو فصل بهار و تابستان توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ با استفاده از نرم‌افزار Excel (office 2019) صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

میزان باقیمانده سم دیازینون در مناطق مختلف

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین مقادیر سم دیازینون در نمونه عسل‌های روستای بوربور، درکش، کشانک و چخماقلو به ترتیب از بیشترین تا کمترین شامل ۳/۴۶، ۲/۷۳، ۱/۸۱ و ۱/۴۹ ppm بود. باقیمانده سم دیازینون در عسل روستای بوربور (۳/۴۶ ppm) و درکش (۲/۳۷ ppm) به طور معنی‌داری از باقیمانده سم دیازینون در عسل مناطق چخماقلو (۱/۴۹ ppm) و کشانک (۱/۸۱ ppm) بالاتر بود ($P < 0.001$) (شکل ۵). بیشترین حد مجاز باقیمانده سم دیازینون بر اساس کدکس اتحادیه اروپا ۰/۰۱ ppm و استاندارد کلی ایران ۰/۰۵ ppm است که متأسفانه مقدار باقیمانده سم دیازینون در تمام نمونه‌های عسل مناطق مختلف مانده و سملقان بیشتر از حد مجاز بود. در همین راستا مطالعه مروری اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2023) اظهار کرده است که مقدار باقیمانده سم دیازینون در عسل گل پنبه در مصر بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۹ میلی گرم در کیلوگرم بوده که نسبت به حد مجاز بالاتر بود. در مطالعات بلاسکو و همکاران نیز (Blasco et al., 2004) مقدار باقیمانده سموم آفت‌کش‌های مختلف شامل آلفا، بتا و گاما هگزاکلوروسیکلوهگزان، هگزاکلروبنزن، آلدین در عسل برداشت شده از مناطق مختلف اسپانیا از حد اتحادیه اروپا بالاتر بود که این نتایج هشدار بر کاهش مصرف آفت‌کش‌ها در این منطقه قلمداد شد. طالبی چهرمی و همکاران (Talebi Jahromi et al., 2001) نیز باقیمانده سم کومافوس در عسل زنبورستان‌های استان تهران را مورد اندازه‌گیری قرار دادند که نتایج مطالعات آنها نشان داد در تمامی نمونه‌های عسل، باقیمانده سم مذکور قابل اندازه‌گیری بود. بارگانسکا و همکاران (Bargańska et al., 2014)، باقیمانده ۱۹ سم مختلف را در عسل مورد اندازه‌گیری قرار دادند. در نمونه‌های آزمایشی این محققین باقیمانده سموم دیازینون، آلاکلر، کاربوفوران، کومافوس، هپتوفوس، متیداتیون، پروفنوفوس و تیومتاکسام مشاهده شد. دارکو و همکاران (Darko et al., 2017) باقیمانده سموم مختلف را در عسل‌های تولید شده در غنا مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج این محققین، باقیمانده

سمومی مانند دیازینون، مالاتیون، کلروپایریفوس، فن والریت و دی متوات در حد ۰/۰۱ mg/kg یا کمتر اندازه‌گیری شد که این مقدار کمتر از حداکثر حد مجاز بود. در مطالعه‌ای توسط باقری و همکاران (Bagheri et al., 2019) مقدار باقیمانده سم دیازینون در عسل و در زنبور عسل در منطقه بندرعباس و مشکین شهر اندازه‌گیری شد. نتایج این محققین نشان داد که اگرچه باقیمانده سم دیازینون در خود زنبور عسل در بندرعباس و مشکین شهر به ترتیب ۰/۰۱۷ و ۰/۰۰۵ ppm بود، اما هیچ اثری از باقیمانده سم در محصول عسل وجود نداشت و این محققین، عسل این مناطق را یک عسل کاملاً امن از لحاظ مصرف انسانی گزارش کردند. بر اساس مطالعات اخیر، استفاده بی رویه از آفت‌کش‌ها برای مزارع کشاورزی نزدیک به کندوهای زنبور منجر به وجود بقایای سموم آفت‌کش در عسل شده است که می‌تواند به دلیل انتقال این آلودگی به عسل و مصرف طولانی مدت عسل‌های آلوده، اثرات سو و خطرناکی مانند سرطان بر سلامت انسان داشته باشد (Ashraf et al., 2023).

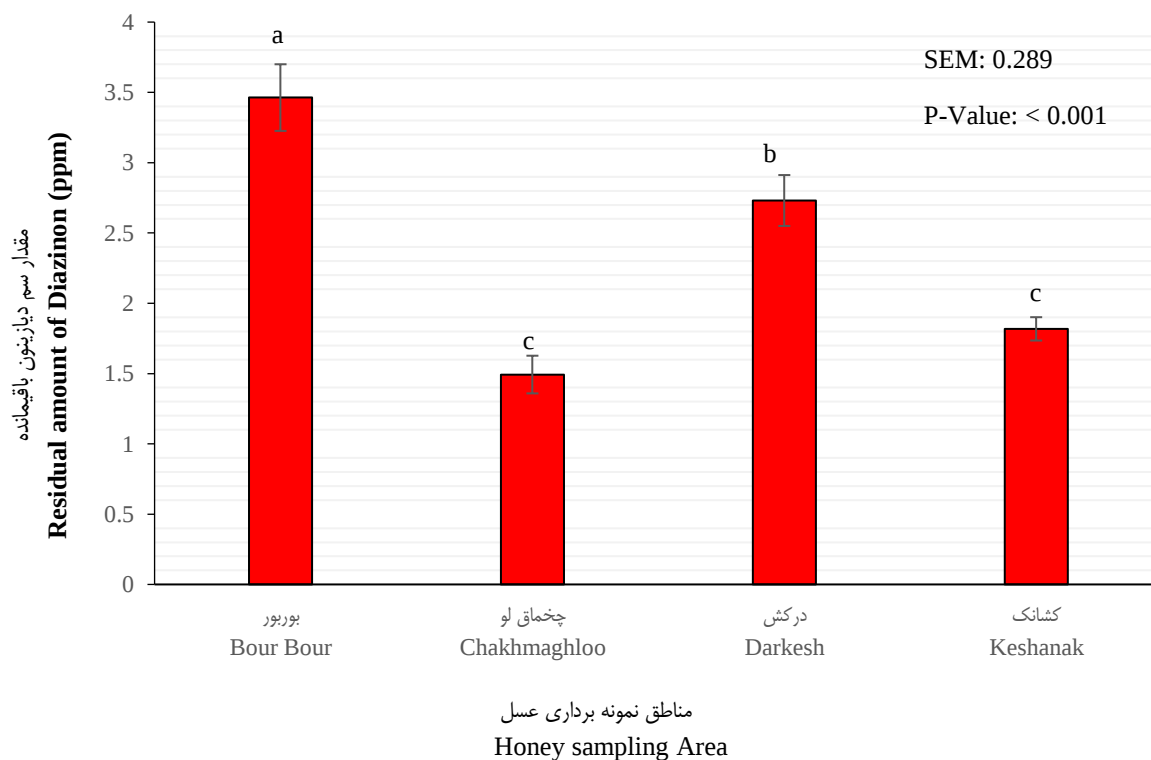
میزان باقیمانده سم دیازینون در فصول مختلف

نتایج مطالعه حاضر بر اساس میزان سم باقیمانده در فصل بهار و زمستان نشان داد که مقدار باقیمانده سم دیازینون در عسل برداشت شده در فصل بهار ۴/۲۳ ppm (اواسط خرداد) در مقایسه با نمونه‌های برداشت شده در فصل زمستان ۰/۳۴ ppm (اواسط اسفند) به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.001$) (شکل ۶). اگر چه مقدار سم در نمونه‌های فصل زمستان به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌های فصل بهار بود، با این حال باز هم نسبت به کدکس اتحادیه اروپا و استاندارد ملی ایران بیشتر بود.

ال ناگار و همکاران (Al Naggar et al., 2015) باقیمانده ۱۴ حشره‌کش ارگانوفسفره (OP) را در عسل، گرده و زنبور عسل (Apis mellifera L) و خطر بالقوه آنها برای کلنی‌های زنبور عسل را در مصر مورد بررسی قرار دادند. نمونه‌ها در بهار و تابستان سال ۲۰۱۳ از ۵ استان میانی مصر جمع‌آوری شدند و با روش LC/MS-MS بقایای سموم را اندازه‌گیری کردند. طبق نتایج، بیشترین سموم شناسایی شده شامل پروفنوفوس، کلروپایریفوس، مالاتیون و دیازینون بودند، اما در مقابل، اتوپروپ، فورات، کومافوسوکلروپایریفوساکسون شناسایی نشدند. میزان باقیمانده سموم مشاهده شده در عسل از ۰/۰۱ تا ۰/۰۵ در فصل بهار و از ۰/۰۲ تا ۰/۲ ppm در فصل تابستان گزارش گردید. در راستای مطالعه حاضر، این محققین گزارش کردند که آفت‌کش‌ها بیشتر در نمونه‌های جمع‌آوری شده در تابستان مشاهده شدند. همچنین نکته قابل توجه مطالعه این محققین آن بود که گرده‌ها از بیشترین مقادیر

مصر نشان دادند که مقادیر بقایای آفت‌کش‌ها در عسل در فصل پاییز و زمستان بسیار بالاتر از عسل فصل بهار و تابستان بود که می‌تواند به شرایط کشت و کار و آب و هوایی منطقه بستگی داشته باشد.

سم اورگانوفسفره نسبت به خود عسل برخورددار بودند. با این حال ناصر و همکاران (Nasser *et al*, 2024) اخیراً در مطالعات خود بر خلاف نتایج دیگران، روی ارزیابی طیف وسیعی از آفت‌کش‌ها و بقایای آن روی محصولات زنبور عسل شامل موم، گرده و عسل در نواحی مختلف

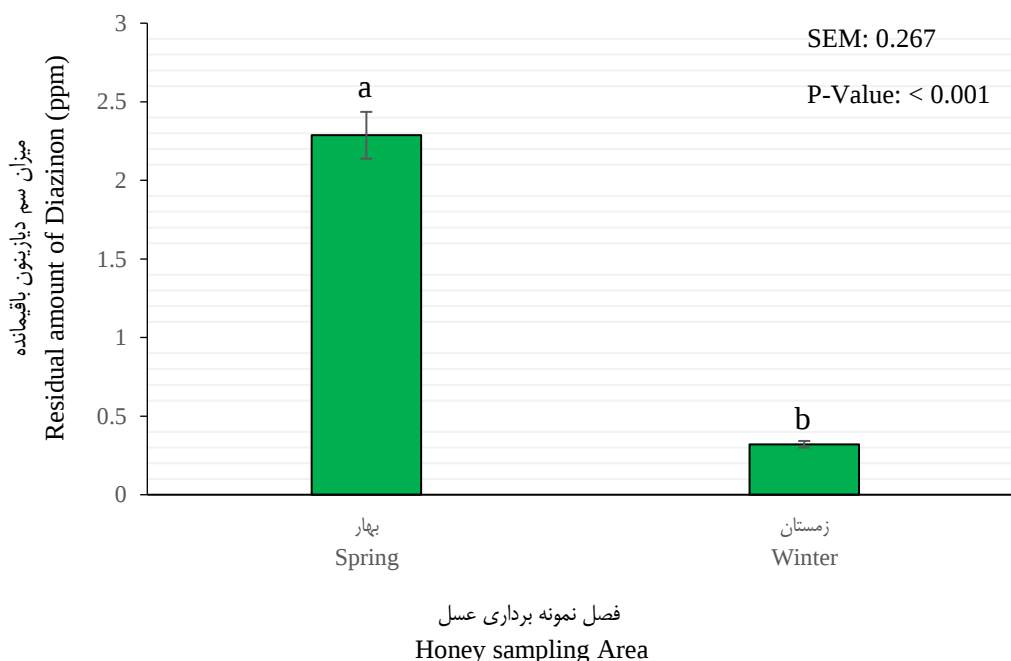


شکل ۵- غلظت باقیمانده سم دیازینون در عسل مناطق مختلف مانه و سملقان

Fig. 5. Concentration of residual diazinon in honey from different regions of Mane and Samalagan

اما در فصل پاییز کاهش فعالیت زنبورها و کمتر شدن منابع شهد، کاهش مصرف سموم در کشاورزی نسبت به فصول بهار و تابستان و گذشت زمان باعث تجزیه‌ی تدریجی باقی‌مانده برخی سموم در کندو می‌شود که همگی منجر به کاهش تدریجی باقیمانده سم در عسل می‌شود. اما در صورتی‌که زنبورها هنوز از منابع آلوده تغذیه کنند، مقداری از سموم ممکن است باقی بماند، اما میزان آن نسبت به تابستان کاهش می‌یابد. در زمستان زنبورها عمدتاً از ذخایر عسل خود تغذیه می‌کنند و تماس کمتری با منابع جدید شهد دارند. در این دوره سموم جدیدی به کندو وارد نمی‌شود و تجزیه تدریجی سموم باقی‌مانده در عسل و موم اتفاق می‌افتد. معمولاً باقیمانده سم در پایین‌ترین حد خود قرار دارد، مگر اینکه از تغذیه مصنوعی آلوده (مثلاً شربت شکر حاوی بقایای سموم) استفاده شود.

اثرات فصل بر میزان باقیمانده سموم در عسل به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل الگوی مصرف آفت‌کش‌ها، شرایط آب‌وهوایی، چرخه فعالیت زنبورها، و میزان تجزیه سموم در محیط است. دلایل افزایش آلودگی سموم در عسل فصل بهار می‌تواند به اوج فعالیت زنبورها و جمع‌آوری شهد از گیاهان، استفاده گسترده از آفت‌کش‌ها در کشاورزی برای کنترل آفات بهاری طی چندین مرحله تکرار سم‌پاشی و احتمال تماس زنبورها با گل‌هایی که تازه سم‌پاشی شده‌اند، ارتباط داشته باشد. همچنین مطالعات نشان دادند که در تابستان نیز زنبورها همچنان در اوج فعالیت هستند و از گل‌های مختلفی تغذیه می‌کنند. برخی کشاورزان برای کنترل آفات در مزارع و باغات دوباره از سموم استفاده می‌کنند. دمای بالا ممکن است سرعت تبخیر یا تجزیه برخی سموم را افزایش دهد، اما برخی سموم پایدار باقی می‌مانند. لذا میزان باقیمانده سموم ممکن است افزایش یابد، به‌ویژه اگر کندوها نزدیک به زمین‌های کشاورزی باشند.



شکل ۶- غظت باقیمانده سم دیازینون در عسل برداشت شده در فصل بهار و زمستان
Fig. 6. Concentration of residual diazinon in honey harvested in spring and winter

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، باقیمانده سم دیازینون در مناطق مختلف شهرستان مانه و سملقان بالاتر از حد مجاز اتحادیه اروپا مشاهده شد. مقدار باقیمانده سم در روستاهای بوربور و درکش بیشتر از روستاهای کشانک و چخماق لو بود. همچنین مقدار باقیمانده سم در عسل‌های برداشت شده در فصل بهار نسبت به عسل برداشت شده در فصل زمستان بسیار بالاتر بود که نشان‌دهنده استفاده بی‌رویه سموم در سم‌پاشی درختان و شکوفه‌ها در فصل بهار است. بنابراین با توجه به بالاتر بودن میزان باقیمانده سم دیازینون در عسل‌های برداشت‌شده نسبت به حد مجاز و نیز مشاهده افزایش این میزان در فصل بهار، پیشنهاد می‌شود نظارت بر مصرف آفت‌کش‌ها در مزارع اطراف زنبورستان‌ها به‌ویژه در فصل بهار تشدید شود. همچنین، آموزش کشاورزان در خصوص مصرف صحیح سموم، اعلام مناطق پرخطر به

زنبورداران، و غربالگری منظم عسل‌های تولیدی می‌تواند در کاهش مخاطرات ناشی از باقی‌مانده سموم مؤثر باشد. بررسی جایگزین‌های کم‌خطرتر برای دیازینون و تدوین مقررات منطقه‌ای نیز از دیگر اقدامات پیشنهادی در راستای ارتقای ایمنی غذایی و حفظ سلامت مصرف‌کنندگان است.

میزان مشارکت و منابع تأمین مالی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم **زینب رحیمی** تحت راهنمایی دکتر **وحید حکیم زاده** در دانشگاه آزاد قوچان به شماره ثبت ۱۶۲۸۸۶۰۸۴، تاریخ ثبت ۱۴۰۲/۱۱/۱۰، محل ثبت سامانه پژوهشیار و تأمین‌کننده منابع مالی آن شرکت تعاونی شهشفای سملقان می‌باشد.

References

- Agbohessi, P.T., Toko, I.I., Atchou, V., Tonato, R., Mandiki, S.N., & Kestemont, P. (2015). Pesticides used in cotton production affect reproductive development, endocrine regulation, liver status and offspring fitness in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Comparative Biochemistry and Physiology Part - C: Toxicology and Pharmacology*, 167, 157–172. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2014.10.002>
- Al Naggar, Y., Codling, G., Vogt, A., Naiem, E., Mona, M., Seif, A., & Giesy, J.P. (2015). Organ phosphorus insecticides in honey, pollen and bees (*Apis mellifera* L.) and their potential hazard to bee colonies in Egypt. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 114, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10646-017-1876-2>

3. Ashraf, S.A., Mahmood, D., Elkhailifa, A.E.O., Siddiqui, A.J., Khan, M.I., Ashfaq, F., Patel, M., Snoussi, M., Kieliszek, M., & Adnan, M. (2023). Exposure to pesticide residues in honey and its potential cancer risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 180, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.114014>
4. Bagheri, F., Vatandoost, M., Shayeghi, M., Rassi, Y., Hanafi-Bojd, A.A., Rahimi-Foroushani, A., Razavi, A., & Nikpour, F. (2019). Detection of diazinon residue in honey and honey bee (*Apis mellifera*) in Bandar-Abbas and Meshkinshahr, Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 13(2), 185–190. <https://doi.org/10.18502/jad.v13i2.1244>
5. Bargańska, Z., Ślebioda, M., & Namieśnik, J. (2014). Determination of pesticide residues in honeybees using modified QUEChERS sample work-up and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Molecules*, 19, 2911–2924. <https://doi.org/10.3390/molecules19032911>
6. Ben Mukibi, S., Nyanzi, S.A., Kwetegyeka, J., Olisah, C., Taiwo, A.M., Mubiru, E., Tebandeke, E., Matovu, H., Odongo, S., Abayi, J.J.M., Chelangat Ngeno, E., Sillanpää, M., & Ssebugere, P. (2021). Organochlorine pesticide residues in Uganda's honey as a bioindicator of environmental contamination and reproductive health implications to consumers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 214, 112094. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112094>
7. Berg, C.J., King, H.P., Delenstarr, G., Kumar, R., Rubio, F., & Glaze, T. (2018). Glyphosate residue concentrations in honey attributed through geospatial analysis to proximity of large-scale agriculture and transfer off-site by bees. *PLoS One*, 13(7), e0198876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198876>
8. Blasco, C., Lino, C.M., Picó, Y., Pena, A., Font, G., & Silveira, M.I.N. (2004). Determination of organochlorine pesticide residues in honey from the central zone of Portugal and the Valencian community of Spain. *Journal of Chromatography A*, 1049, 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.07.049>
9. Brander, S.M., Gabler, M.K., Fowler, N.L., Connon, R.E., & Schlenk, D. (2016). Pyrethroid pesticides as endocrine disruptors: Molecular mechanisms in vertebrates with a focus on fishes. *Environmental Science Technology*, 50, 8977–8992. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02253>
10. Darko, G., & Akoto, O. (2008). Dietary intake of organophosphorus pesticide residues through vegetables from Kumasi, Ghana. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12), 3703–3706. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.049>
11. Darko, G., AddaiTabi, J., Kodwo Adjalo, M., & Sheringham, B.L. (2017). Pesticide residues in honey from the major honey producing forest belts in Ghana. *Journal of Environmental and Public Health*, 20(17), 1-6. <https://doi.org/10.1155/2017/7957431>
12. Demirhan, O., Muhsin, A., Saliha, C., Nur, U., Hetinel, N., Tunç, E., & Demirhan, O.F. (2019). Chromosomal Aberrations in agricultural farmers exposed to pesticides. *Advances in Toxicology and Toxic Effects*, 3, 15-22. <https://doi.org/10.17352/atte.000005>
13. Eissa, F., El-Sawi, S., & Zidan, N.E. (2014). Determining pesticide residues in honey and their potential risk to consumers. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(5), 1573-1580.
14. Febvey, O., Schüz, J., & Bailey, H.D. (2016). Risk of central nervous system tumors in children related to parental occupational pesticide exposures in three European case-control studies. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 58(10), 1046–1052. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000852>
15. Jiménez, J.J., Bernal, J., & Lorente, J. (2000). Determination of rotenone residues in raw honey by solid-phase extraction and highperformance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 871, 67–73. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01063-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01063-8)
16. Gunat, J., Lekduhur, P.O.O., Eneji Ishaq, S., & Rufus, S.A. (2021). Analysis of selected pesticide residues and heavy metals in honey obtained from plateau state, Nigeria. *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.4236/jasmi.2021.111001>
17. Kamkar, A., & Khodabakhshian, S. (2017). Determination of the total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of Sabalan Honey. *Journal of Veterinary Research*, 72(1), 61-53. (In Persian).
18. Khazaei, S.H., Khorasani, N., Talebi Jahromi, K., & Ehtesham, M. (2010). Investigation of the groundwater contamination due to the use of diazinon insecticide in Mazandaran province (Case Study: Mahmoud Abad City). *Journal of Natural Environment*, 63(1), 23-32. (In Persian)
19. McDougal, A., & Safe, S. (1998). Induction of 16 α -2-hydroxyestrone metabolite ratios in MCF-7 cells by pesticides, carcinogens, and antiestrogens does not predict mammary carcinogens. *Environ Health Perspect*, 106, 203–206. <https://doi.org/10.1289/ehp.98106203>
20. Ntow, W.J. (2008). The use and fate of pesticides in vegetable-based agroecosystems in Ghana, *Taylor and Francis/ Balkema. The Netherlands*. p. 120. <https://doi.org/10.18174/1586>
21. Research and Training Center of the Agricultural Jihad Organization, (2024). <https://nkhohasan.areeo.ac.ir/falR/nkhohasan.areeo.ac>
22. SAS Institute. (2009). SAS/STAT Users Guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

23. Shakoori, Z., Salaseh, E., Mehrabian, A.R., Minai Tehrani, D., Famil Dardashti, N., & Salmanpour, F. (2024). The amount of antioxidants in honey has a strong relationship with the plants selected by honey bees. *Scientific Reports–Nature*, 14, 351. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51099-9>
24. Sheldon, M., Pinion C. Jr., Klyza, J., & Zimeri, A.M. (2019). Pesticide contamination in central Kentucky urban honey: a pilot study. *Journal of Environmental Health*, 82(1), 8-13. WOS:000473553900001
25. Sturza, J., Silver, M.K., & Xu, L. (2016). Prenatal exposure to multiple pesticides is associated with auditory brainstem response at 9 months in a cohort study of Chinese infants. *Environment International*, 92, 478–485. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.04.035>
26. Taghavi, K., Naghipour, D., Mohagheghyan, A., & Jamali, M. (2007). Determine the amount of three pesticides in the Sefid Rood River and drinking water in Rasht in 2006. 12th National Conference on Environmental Health. Shahid Beheshti University of Medical Sciences. (In Persian)
27. Talebi Jahromi, K., Ebadollahi, A.R., MirHadi, S.A., Madani, R., & Emami, B. (2001). Determination of Coumaphos residue in honey from some apiaries in Tehran province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 6(8), 73-83.
28. Watermann, B.T., Albanis, T.A., Galassi, S., Gnass, K., Kusk, K.O., Sakkas, V.A., & Wollenberger, L. (2016). Effects of anti-androgens cyproterone acetate, linuron, vinclozolin, and p,p'-DDE on the reproductive organs of the copepod *Acartia tonsa*. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 51(13), 1111–1120. <https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1199769>
29. Zacharis, C.K., Rotsias, I., Zachariadis, P.G., & Zotos, A. (2012). Dispersive liquid-liquid microextraction for the determination of organochlorine pesticides residues in honey by gas chromatography-electron capture and ion trap mass spectrometric detection. *Food Chemistry*, 134, 1665–1672. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.073>