مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره شانزدهم ، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۵۵۱ تا ۵۶۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

امکان سنجی استفاده از زهاب کشاورزی وارده به تالاب خرمشهر (ناصری) در طرح های شورورزی از نقطه نظر آلودگی زهاب به آفت‌کش‌های کشاورزی

فاطمه رضایی، میثم رستگاری‌مهر*، عطا شاکری

گروه آموزشی زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵

واژگان کلیدی: زهاب کشاورزی، آفت‌کش، شورورزی، تالاب خرمشهر، خطر اکولوژیکی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
rastegar.m@khu.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: کمبود منابع آب موجب مورد توجه قرار گرفتن زهاب‌ها جهت مصرف مجدد در قالب طرح‌های شورورزی شده است. در این پژوهش امکان استفاده از زهاب تولیدی مجتمع‌های کشت و صنعت وارده به تالاب خرمشهر شورورزی صرفا از نقطه نظر ارزیابی آفت‌کش‌های مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه بررسی شد.

روش بررسی: در مجموع ده نمونه آب، چهار نمونه رسوب، دو نمونه گیاه (ریشه و اندام هوایی) و دو نمونه ماهی (کبد و ماهیچه) برداشت و توسط کروماتوگرافی گازی طیف سنج جرمی (GC-MS) تجزیه و به منظور ارزیابی خطر اکولوژیکی، واحد سمیت (TU) و ضریب خطر (RQ) محاسبه شدند.

یافته‌ها: گلیفوسات و آمترین در تمام نمونه‌ها غلظت زیر حد آشکارسازی و2.4.D، متریبوزین و آترازین غلظت قابل تشخیص در نمونه‌ها داشتند، که از این بین فقط ضریب خطر مربوط به متریبوزین، خطر اکولوژیکی متوسطی را نشان داد. با این وجود نسبت به مقادیر استاندارد ارائه شده توسط سازمان‌های محیط زیستی، مقادیر کمتری داشتند. از طرفی متریبوزین و آترازین غلظت بالایی در ساقه و برگ نیزارهای منطقه داشتند که می‌تواند بیانگر نقش پالاینده این گیاه برای آب و رسوب از ترکیبات نام برده باشد.

نتیجه‌گیری: استفاده مجدد از زهاب مجتمع‌های کشت و صنعت امیرکبیر و میرزاکوچک خان در راستای اجرای طرح شورورزی از نقطه نظر آلودگی به آفت‌کش‌های مورد مطالعه مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند. این امر با توجه به غلظت‌های ناچیز ترکیبات موردنظر در کبد و زیر حد آشکارسازی در ماهیچه ماهی تایید می‌شود. با این وجود انجام مطالعات بیشتر جهت ارزیابی کیفی زهاب به انواع آلودگی‌های دیگر نیز ضروری به نظر می‌رسد.

Please cite this article as: Rezaee F, Rastegari Mehr M, Shakeri A. Feasibility of using agricultural effluents entering Khorramshahr (Naseri) wetland in haloculture projects from the viewpoint of contamination with pesticides. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(3):551-64.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

مقدمه

کمبود آب یکی از چالش های اساسی به ویژه برای کشاورزی و صنایعی است که در بخش‌های آبی فعالیت می‌کنند. با شهرنشینی سریع، رشد جمعیت و صنعت، همواره تهدیدی جدی برای مدیریت آب وجود دارد (۱). بررسی خشکسالی‌های گذشته ایران نشان می‌دهد که هیچ‌یک از مناطق کشور از این موضوع در امان نبوده و هر منطقه نسبت به شرایط طبیعی خود، خسارت‌هایی را تجربه کرده است (۲). در نتیجه منابع آب جایگزین، مانند آب های شور، برای تولید محصولات کشاورزی، می‌تواند یک گزینه مناسب جهت دستیابی به نیازهای غذایی انسان در آینده باشد. از این روی شورورزی (Haloculture) یك فناوری با رویکرد زیست‌محیطی و به منظور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع خاك و آب شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۳). از طرفی هرساله با افزایش تقاضای فزاینده برای غذا، استفاده از آفت‌کش‌ها نیز افزایش پیدا کرده تا عملکرد بالاتری برای محصولات زراعی و سایر محصولات کشاورزی داشته باشد (۴). آفت‌کش به ماده یا مخلوطی از مواد گفته می‌شود که برای جلوگیری، از بین بردن یا کنترل آفات از جمله حشرات، قارچ‌ها، جوندگان یا گونه‌های ناخواسته گیاهان که عامل آسیب در هنگام تولید و ذخیره محصولات هستند، استفاده می‌شود (۵). استفاده از سموم دفع آفات در کشاورزی در مقیاس جهانی توسط قانون حمایت از گیاهان (Plant Protection Act) و در ایران توسط سازمان حمایت از گیاهان (Plant Protection Organization) تنظیم و کنترل می‌شود (۶، ۷). سموم دفع آفات بر اساس معیارهای مختلفی مانند سمیت، ارگانیسم آفتی که آن را از بین می‌برد، ترکیبات شیمیایی، نحوه ورود، نحوه عملکرد، زمان کار آنها، فرمول‌ها و منشا طبقه‌بندی می‌شوند (۸).

در سال‌های اخیر طرح‌های شورورزی در کشور، به ویژه در استان خوزستان مطرح شده و استفاده از زهاب‌های کشاورزی طرح‌های توسعه نیشکر برای مصارفی چون پرورش آبزیان در دستورکار قرار گرفته است. در محدوده مطالعاتی، با توجه به کاربرد برخی آفت‌کش‌ها در مزارع نیشکر، امکان شسته شدن آنها و ورود به زهاب حاصل از آن وجود دارد. بنابراین علاوه بر پارامترهای کیفی معمول (از جمله شوری) آب، پیش از هرگونه استفاده از زهاب‌های حاصل در پرورش ماهی و موجودات آبزی، باید غلظت این ترکیبات مورد بررسی قرار گیرد تا امکان ورود آن به زنجیره غذایی بررسی شود. هرچند در طرح‌های شورورزی، بررسی کیفی زهاب به انواع آلودگی‌ها ضروری است، اما در این مطالعه هدف ارزیابی کیفیت از نقطه نظر آلودگی به سموم کشاوزی است.

میانگین میزان مصرف سالانه سموم دفع آفات کشاورزی در ایران، حدود ۳۵۰۰۰ تن است که از این میزان حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها به ترتیب از میزان بالای مصرف برخوردار هستند. همچنین استان گیلان از بالاترین میزان مصرف و استان سیستان و بلوچستان از کمترین میزان مصرف برخوردار است (۹، ۱۰). در این مطالعه پس از بررسی‌های اولیه و با توجه به آمار دریافتی از اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان، پنج نوع آفت‌کش با بیشترین حجم استفاده در منطقه شامل 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2.4.D)، Ametryn (آمترین)، Atrazine (آترازین)، Metribuzin (متریبوزین) و Glyphosate (گلیفوسات) ارزیابی شده است. 2.4.D به عنوان یکی از گسترده‌ترین آلاینده‌های محیط زیست برای کنترل علف‌های هرز مستقیما در سیستم‌های کشاورزی آبی اعمال می‌شود (۱۱). آمترین بیشتر در محصولاتی مثل موز، مرکبات، قهوه و به خصوص نیشکر استفاده می‌شود (۱۲). آترازین به طور گسترده در چندین محصول عمده از جمله ذرت و نیشکر استفاده می‌شود (۱۳). ترکیب متروبیزین در آب به دلیل کارایی بالا و سمیت نسبتا کم آن شناخته شده است (۱۴). مطالعه روی گلیفوسات، یکی از پر کاربردترین علف‌کش‌ها در زمینه کشاورزی، نشان داده است که اثرات سمیت آن بر روی موجودات آبزی بسیار اندک است (۱۵، ۱۶). در مطالعه Bijlsma و همکاران (۱۷) به منظور بررسی خطرات

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

اکولوژیکی آفت‌کش‌ها در حوضه رودخانه Mijares در اسپانیا تحت تأثیر تولیدات کشاورزی، تخلیه پساب‌های فاضلاب حاوی بقایای آفت‌کش‌ها از کارخانه‌های فرآوری مرکبات را تهدیدی برای تنوع زیستی در رودخانه اعلام کردند. با ارزیابی خطر زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها در چند رودخانه در سوئیس توسط Werner و همکاران (۱۸)، در میان صدها آفت‌کش مورد مطالعه، سه حشره‌کش و دو قارچ‌کش از آستانه خطر ویژه ماهی فراتر رفته و همه به جز پنج مورد از آنها حداقل ۳۰ درصد در خطر حاد یا مزمن نقش داشتند. Okoli و همکاران (۱۹) به بررسی خطر اکولوژیکی آفت‌کش‌های Organochlorine در ۵ گونه ماهی در رودخانه Donga در نیجریه پرداخته و نشان دادند که غلظت α-HCH, β-HCH و γ-HCH به‌عنوان فراوان‌ترین سموم در این مطالعه، در گونه Synodontis membranaceus بالاتر از حد مجاز است.

با توجه به ارزیابی کمی و کیفی صورت گرفته از زهاب واحدهای کشت و صنعت ورودی به تالاب ناصری و امکان استفاده از آن در طرح‌های شورورزی توسط اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان، و درخواست این اداره کل برای بررسی غلظت آفت‌کش‌ها در این زهاب، هدف از این مطالعه امکان‌سنجی استفاده از آب و زهاب واحدهای کشت و صنعت امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان در اجرای طرح های شورورزی در شهر خرمشهر از نقطه‌نظر آلودگی به سموم کشاورزی است. لذا در این مطالعه به ارزیابی غلظت آفت‌کش‌های پرکاربرد در منطقه پرداخته شد و سپس این پارامترها با استاندارد سازمان‌های بین‌المللی محیط زیست مقایسه گردید. همچنین دو مورد از پرکاربردترین رویکردها برای ارزیابی خطر اکولوژیکی که عبارتند از ضریب خطر (RQ) و واحد سمیت (TU) (۲۰)، برای نمونه‌های آب و زهاب برداشت شده محاسبه و با توجه به نتایج به‌دست آمده امکان استفاده از آن در اجرای طرح های شورورزی بررسی شدند.

مواد و روش‌ها

_ منطقه مورد مطالعه

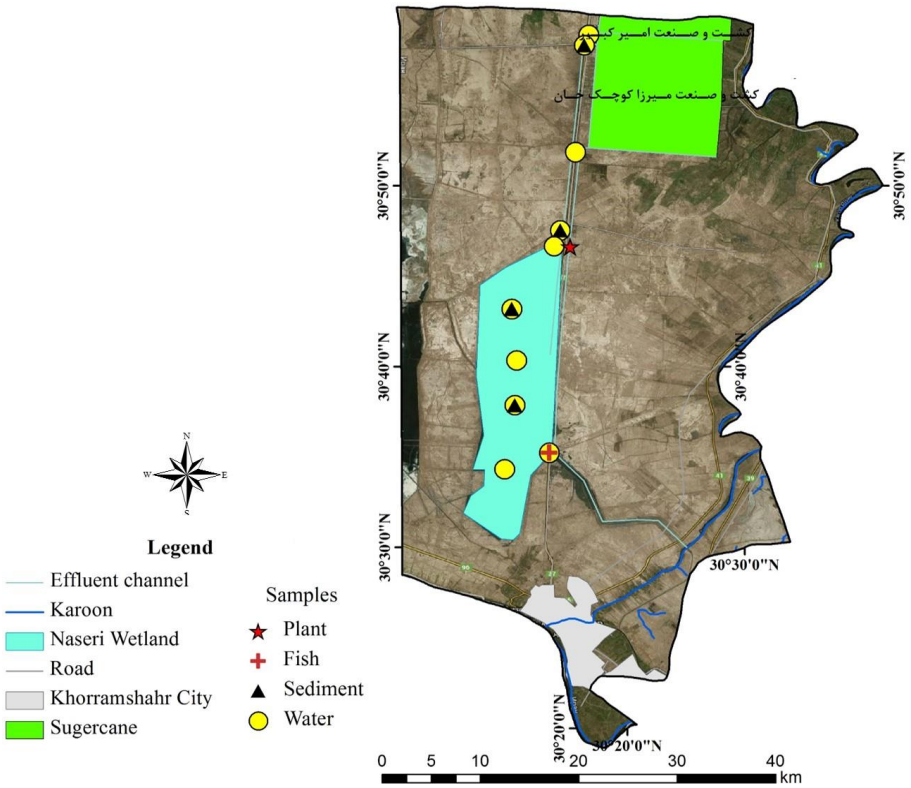
تالاب مصنوعی ناصری خرمشهر در ۱۵ الی ۱۶ کیلومتری شمال خرمشهر واقع شده است و با مساحت تقریبی ۱۰۰۰۰ ha در موقعیت جغرافیایی N 30 35 42, E 48 11 58 در جنوب غرب استان خوزستان قرار دارد. این تالاب در نتیجه تخلیه زهاب‌های کشاورزی از جمله زهاب طرح توسعه نیشکر مانند امیرکبیر و میرزا کوچک خان، در سال ۱۳۷۸ به وجود آمده است و با عمقی حدود ۲ m در طبقه‌بندی آب‌های لب‌شور قرار دارد (۲۱). پوشش گیاهی کانال انتقال زهاب به تالاب نیزار بوده و طول کانال حدود ۵ km است.

_ نمونه‌برداری و روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌برداری از محیط‌های مورد بررسی در شهریور ماه ۱۳۹۷ با استفاده از الگوی نمونه‌برداری قضاوتی به جای روش‌های معمول آماری انجام شد (۲۲). در حقیقت با توجه به وسعت کم محدوده و نظر به اینکه زهاب‌های خروجی از مجتمع‌های کشت و صنعت تنها با طی مسیری حدود ۵ km به تالاب وارد می‌شوند، در مجموع ۱۰ نمونه آب، ۴ نمونه رسوب، دو نمونه گیاه (یک نمونه ریشه و یک نمونه ساقه و برگ) و دو نمونه ماهی (یک نمونه کبد و یک نمونه ماهیچه) به منظور تعیین غلظت آفت‌کش‌های مورد مطالعه برداشت شد (شکل ۱ و جدول ۱). انتخاب موقعیت، فاصله و تعداد نقاط نمونه‌برداری با در نظر گرفتن طول کانال انتقال، مساحت تالاب، نوع پوشش گیاهی (صرفا نیزار) و تک گونه غالب ماهی شانَک (Sparidae) انجام شد. لازم به ذکر است که نمونه‌های گیاه و ماهی با روش ترکیبی (Composite sampling) جمع‌آوری شدند بدین صورت که هر نمونه گیاه خود از ترکیب ۱۰ زیر نمونه و هر نمونه بافت ماهی آنالیزشده از ترکیب ۱۲ ماهی بالغ به دست آمده است. برای نمونه‌برداری آب، از ظروف شیشه‌ای ۱ L تیره و برای نمونه‌های رسوب از ظروف شیشه‌ای ۶۰ mL تیره استفاده شد که پیش از نمونه‌برداری آماده‌سازی شده بودند. همچنین نمونه‌های گیاه از نیزار موجود در کانال انتقال زهاب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

به تالاب برداشته شده و پس از جدا کردن ریشه و بخش‌های بالایی آن، در پوشش آلومینیومی قرار گرفتند. نمونه‌های ماهی ابتدا توسط آب مقطر شسته شدند سپس با استفاده از اسکالپل (scalpel) و قیچی استریل، تشریح نمونه‌ها انجام شد. کبد و عضله در پوشش آلومینیومی و سپس کیسه پلاستیکی قرار گرفته، کدگذاری شدند و در فریزر نگهداشته شدند. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها به همراه یخ خشک در یخدان قرار داده شده و برای تجزیه به آزمایشگاه فرستاده شدند.



شکل ۱- منطقه موردمطالعه و نقشه نقاط نمونه برداری از آب، رسوب، ماهی و گیاه

جدول ۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری

نمونه آب/زهاب	Y	X	محل	نمونه گیاه	نمونه ماهی	نمونه رسوب
W1	3429937	233024	زهاب کشت و صنعت امیرکبیر			
W2	3428860	232617	اختلاط زهاب امیرکبیر و میرزاکوچک خان			S1
W3	3417963	231567	انتهای زهاب کشت و صنعت میرزاکوچک خان			
W4	3409982	230060	محل ورود زهاب به تالاب ناصری	P1 - P2		S2
W5	3408383	229465	بخش شمالی تالاب			
W6	3402055	225600	بخش شمالی تالاب			S3
W7	3396760	225870	جاده حدواسط بخش شمالی و جنوبی تالاب			
W8	3392217	225605	بخش جنوبی تالاب			S4
W9	3387267	228504	محل ورودی زهاب به بخش جنوبی تالاب		F1-F2	
W10	3385663	224543	بخش جنوبی تالاب			

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

در آزمایشگاه، L ۱ از هر نمونه آب با mL ۱ محلول بافر فسفات تثبیت شد (pH = ۷، ۱ mol/L). نمونه‌ها با فیلتر µm ۰/۴۵ فایبرگلس فیلتر شده و مواد معلق سطح فیلتر با mL ۵ استون و mL ۵ دی‌کلرومتان برای جداکردن ترکیبات احتمالی جذب سطحی‌شده شسته شد. نمونه‌های فیلتر شده با روش استخراج فاز جامد (SPE) استخراج شدند. g ۱۰ نمونه‌های رسوب نیز پس از خشک و همگن شدن، در یک ارلن mL ۲۵۰ حاوی g ۲۰ سدیم سولفات خشک و mL ۱ محلول بافر فسفات سدیم (pH = ۷) قرار داده شد. سپس mL ۱۰۰ استون و ان-هگزان با نسبت ۱ به ۴ به آن اضافه و به مدت یک شبانه روز توسط همزن مغناطیسی هم زده شد. ترکیب به دست آمده با استفاده از فیلتر واتمن با قطر منافذ µm ۲ فیلتر شده و تا زمان استخراج فاز جامد در دمای °C ۴ قرار گرفت. بافت‌های ماهیچه و کبد ماهی با استفاده از خشک‌کن انجمادی پودر شده و g ۵ از هر نمونه با استفاده از mL ۵۰ آب مقطر همگن شد. mL ۱۰۰ ترکیب استون/هگزان (۵۰/۵۰ v/v) به سوسپانسیون اضافه شده و به مدت min ۱۵ هم زده شد. پس از فیلتر کردن ترکیب ایجاد شده با فیلتر واتمن با قطر منافذ µm ۲، مقدار g ۱۰ کلرید سدیم و mL ۱ محلول بافر فسفات به ترکیب اضافه شده و مجددا به مدت min ۱۰ هم زده شد. پس از آن یک دکانتر برای جدا کردن لایه حلال آلی از قسمت‌های چربی ماهی استفاده شد و سدیم سولفات خشک برای حذف هرگونه آب و ناخالصی باقیمانده از محلول اضافه شد. در نهایت، محلول به دست آمده برای استخراج فاز جامد استفاده شد. نمونه‌های گیاه نیز پس از رنده و همگن شدن، g ۱۰ از آن در یک لوله تفلون سانتریفیوژ mL ۵۰ قرار گرفته و µL ۱۰۰ تری‌فنیل‌متان به آن اضافه شد و پس از هم زدن به مدت min ۱/۵، mL ۱۵ محلول استونیتریل/استیک اسید (با نسبت حجمی ۹۹ به ۱) به آن افزوده و مجددا به مدت min ۱/۵ هم زده شد. g ۶ سولفات منیزیم، g ۱/۵ سدیم استات و g ۱ کلرید سدیم به لوله سانتریفیوژ اضافه شده و به مدت min ۵ با سرعت rpm ۶۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس mL ۴ از محلول بالایی استخراج شده به یک لوله سانتریفیوژ حاوی g ۰/۶ سولفات منیزیم و g ۰/۲ آمین اولیه-ثانویه انتقال داده شد و پس از min ۱ هم زدن به مدت min ۵ با سرعت rpm ۶۰۰۰ سانتریفیوژ شد. هم زدن و سانتریفیوژ محلول، مجددا پس از اضافه کردن mg ۳ کربن سیاه گرافیتی به منظور پاکسازی رنگدانه‌ها و استرول‌ها تکرار شد. در نهایت، برای تثبیت آفت‌کش‌ها، µL ۴۰ اسیدفرمیک ۵ درصد تهیه شده در استونیتریل به mL ۴ از محلول نهایی اضافه شده و پس از هم زدن به مدت min ۱، تا زمان خشک شدن تبخیر شد. سپس mL ۱ تولوئن به لوله اضافه شد و پس از هم زدن به مدت min ۱، محلول نهایی با سرنگ به داخل ویال منتقل شد تا با استفاده از GC-MS غلظت آفت‌کش‌ها اندازه‌گیری شود.

استخراج فاز جامد نمونه‌های آب، رسوب و ماهی نیز با استفاده از دو کارتریج طبق روش Jinya (۲۳) انجام شد. آنالیز آفت‌کش‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی طیف سنج جرمی مدل TQ8040 (Shimadzu) انجام شد. ستون استفاده شده DB-5ms با طول m ۳۰، ضخامت µm ۰/۲۵ و قطر mm ۰/۲۵ بود. µL ۱ نمونه به دستگاه تزریق شد و سپس دمای آون ستون از °C ۴۰ به °C ۳۱۰ به صورتی برنامه‌ریزی شد که min ۲ در دمای °C ۴۰ نگه داشته شود و سپس با آهنگ °C/min ۸ به دمای °C ۳۱۰ رسیده و به مدت min ۵ در این دما بماند. گاز حامل هلیوم فوق خالص در جریان کلی mL/min ۵۰ بود در حالی که جریان ستون در مقدار mL/min ۱/۲۳ قرار داشت. دمای منبع یون °C ۲۰۰ و دمای رابط °C ۳۰۰ بود. هر محلول استاندارد آفت‌کش (mg/mL ۱) با حل کردن استونیتریل در غلظت‌های مختلف برای آماده‌سازی منحنی استاندارد آماده شد. یک محلول تری فنیل فسفات ۲ درصد در استونیتریل با ۱ درصد اسیداستیک به عنوان استاندارد کنترل کیفیت برای GC-MS استفاده شد. خطی بودن منحنی‌های کالیبراسیون در ng/mL ۱۰، ۴۰ و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

۲۰۰ ارزیابی شد به طوری که برای همه آنها، نمونه تکراری در ۶ سطح غلظت متفاوت درنظر گرفته شد. ضریب تعیین به دست آمده (R^2) برای همه آفت‌کش‌ها بیش از ۰/۹۷ بود. پارامترهای صحت و دقت با آنالیز بازیابی برای کل روش کار بررسی شد. نمونه‌های آب، رسوب، گیاه و ماهی با آفت‌کش‌ها به میزان µg/kg ۱۰، ۴۰، ۳۰ و ۱۵ آغشته شدند. بازیابی بین ۸۵ و ۱۱۸ درصد و انحراف معیار نسبی کمتر از ۹ درصد بود. انحراف معیار نسبی برای دقت متوسط کمتر از ۱۵ درصد بود. نتایج نشان داد که روش آنالیز تکرارپذیری قابل قبولی دارد. حد تشخیص انواع آفت‌کش‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

ـ ارزیابی خطر اکولوژیکی

خطر حاد و مزمن آفت‌کش‌های اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب با استفاده از TU و RQ به ترتیب بر اساس روش Ccanccapa و همکاران (۱۸) با استفاده از معادله ۱ و روش ارائه شده توسط Pérez و همکاران (۲۴) بر اساس معادله ۲ محاسبه شد. اطلاعات مربوط به EC_{50}، LC_{50} و NOEC برای ماهی، جلبک و دافنی از مجموعه داده وبسایت http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm (۲۵) جمع‌آوری شدند.

$$TU_i(\text{algae; daphnia; fish}) = \frac{C_i}{E(L)C_{50}} \qquad (۱)$$

در این معادله TU_i واحد سمیت حاد، Ci غلظت (mg/L) اندازه‌گیری شده در آب و $E(L)C_{50}$ (mg/L) مقادیر غلظت موثر یا کشنده برای ۵۰ درصد از ارگانیسم‌های موجود در آب حین مواجه با ماده مورد نظر است. مجموع TU کمتر از ۱ در هر ایستگاه، نشان‌دهنده عدم وجود خطر اکولوژیکی و مجموع TU بیشتر از ۱ حاکی از احتمال وجود خطر است (۲۶).

$$RQ\ (\text{algae; daphnia; fish}) = \frac{MEC}{PNEC} \qquad (۲)$$

که در آن RQ ضریب خطر مزمن، MEC غلظت (mg/L) اندازه‌گیری شده در نمونه آب و PNEC غلظت بدون اثر پیش‌بینی شده است که از طریق معادله ۳ محاسبه می‌شود:

$$PNEC = \frac{CC}{AF} \qquad (۳)$$

که در آن CC غلظت بحرانی (mg/L) معادل NOEC (غلظت بدون اثر مشاهده شده) و AF فاکتور ارزیابی است که بر اساس روش ارائه شده توسط Pérez و همکاران (۲۴) محاسبه شد. مجموع RQ کمتر از ۰/۰۱، بین ۰/۰۱ تا ۰/۱، بین ۰/۱ تا ۱ و بیشتر از ۱ به ترتیب مشخص‌کننده خطر اکولوژیکی قابل چشم‌پوشی، پایین، متوسط و بالا است (۲۷).

یافته‌ها

نتایج تجزیه نمونه‌های آب، رسوب، گیاه و ماهی در جدول ۲ آمده است. همان گونه که در جدول مشخص است، دو ترکیب گلیفوسات و آمترین در تمام نمونه‌ها و تمام محیط‌های مورد آزمایش، غلظت زیر حد تشخیص نشان دادند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه ها

ایستگاه ها	نمونه‌های آب (µg/L)				
حد تشخیص	Ametryn	Metribuzin	Atrazine	Glyphosate	2.4.D
	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۲	۰/۰۱
W1	<۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۲۶	<۰/۲۰	۰/۰۳۲
W2	<۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۳۱	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W3	<۰/۰۲	<۰/۰۲	۰/۰۶۲	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W4	<۰/۰۲	۰/۸۸	۰/۰۳۸	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W5	<۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۰۲۸	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W6	<۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۲۵	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W7	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W8	<۰/۰۲	۰/۰۴	<۰/۰۲	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W9	<۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۴۲	<۰/۲۰	<۰/۰۱
W10	<۰/۲۰	<۰/۰۲	۰/۰۲۷	<۰/۲۰	<۰/۰۱
	نمونه‌های رسوب (µg/kg)				
حد تشخیص	۱	۰/۵	۰/۰۲	۱	۰/۲
S1	<۱	<۰/۵	۰/۰۵	<۱	۰/۰۸
S2	<۱	<۰/۵	۰/۰۳	<۱	۰/۰۶
S3	<۱	<۰/۵	<۰/۰۲	<۱	<۰/۰۲
S4	<۱	<۰/۵	<۰/۰۲	<۱	<۰/۰۲
	نمونه‌های ماهی (µg/kg)				
حد تشخیص	۱	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۲
کبد F1	<۱	۰/۳	<۰/۵	<۱	۰/۲۵
ماهیچه F2	<۱	<۰/۲	<۰/۵	<۱	<۰/۲
	نمونه‌های گیاه (µg/kg)				
حد تشخیص	۱/۵	۱	۱	۲	۱
ریشه P1	<۱/۵	<۱	<۱	<۲	۱/۲
ساقه و برگ P2	<۱/۵	۱۸	۱۳	<۲	<۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

_ *غلظت 2.4.D*

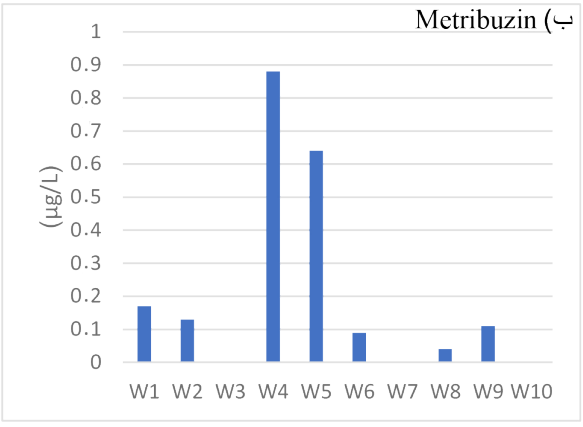
این آفت‌کش در نمونه‌های آب و زهاب تنها در نمونه برداشت شده از زهاب خروجی کشت و صنعت امیرکبیر، غلظت قابل اندازه‌گیری ۰/۰۳۲ µg/L را نشان داد و در سایر ایستگاه‌های نمونه‌برداری غلظت کمتر از ۰/۰۱ µg/L دارد. برای این ترکیب در آب، استانداردی ارائه نشده است، با این وجود غلظت آن در نمونه زهاب بسیار اندک است. از ۴ نمونه رسوب جمع آوری شده در منطقه، دو نمونه غلظت زیرحدتشخیص برای 2.4.D دارد و دو نمونه برداشته شده از محل اختلاط زهاب کشت و صنعت امیرکبیر و میرزا کوچک خان (S1) و محل ورود مجموع زهاب‌ها به تالاب در بخش شمالی (S2) به ترتیب غلظت ۰/۰۱ µg/L و ۰/۰۶ دارند. در نمونه کبد ماهی (F1)، و بخش‌های بالایی نمونه گیاه (P1) غلظت 2.4.D به ترتیب ۰/۲۵ µg/L و ۱/۲ اندازه‌گیری شد درحالی که غلظت در ماهیچه ماهی و ریشه گیاه زیر حد تشخیص دستگاه است.

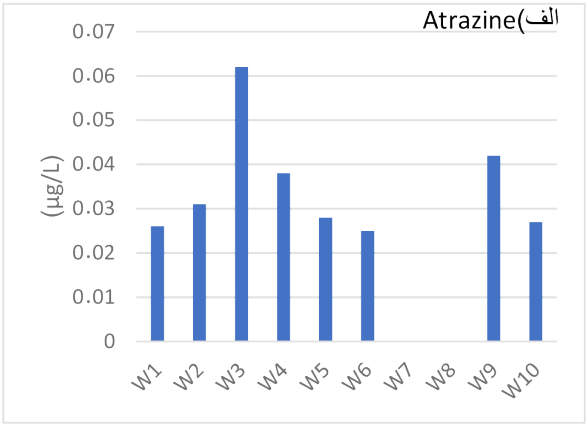
_ *غلظت آترازین*

آترازین در ۸ نمونه آب و زهاب غلظت قابل تشخیص نشان داده است. میانگین غلظت این ترکیب در نمونه‌های مـایع، ۰/۰۳۴ µg/L و بیشینه غلظت آن (۰/۰۶۲ µg/L) در ایستگاه W3 (انتهای زهکش کشت و صنعت میرزاکوچک خان) مشاهده شد. نمودار ۱ تغییرات غلظت آترازین در نمونه‌های آب را نشان می‌دهد. در نمونه‌های رسوب، تنها دو ایستگاه نمونه‌برداری S1 (اختلاط زهاب امیرکبیر و میرزاکوچک خان) و S2 (انتهای زهاب کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان) به ترتیب با غلظت ۰/۰۵ و ۰/۰۳ µg/kg، غلظت قابل تشخیص نشان دادند. همچنین در نمونه ساقه و برگ گیاه برداشته شده از منطقه، غلظت ۱۳ µg/kg از این ترکیب اندازه‌گیری شده است درحالی که در ریشه همان گیاه، غلظت آترازین زیرحد آشکارسازی است.

_ *غلظت متریبوزین*

متریبوزین در ۷ نمونه آب و زهاب تشخیص داده شده است و بیشینه غلظت آن (۰/۸۸ µg/L) مربوط به ایستگاه نمونه‌برداری W4 (محل ورود زهکش کشت وصنعت به بخش شمالی تالاب ناصری) است (نمودار ۱). غلظت این آفت‌کش در تمام نمونه‌های رسوب زیرحدآشکارسازی و در ساقه و برگ گیاه نمونه‌برداری شده، ۱۸ µg/kg و در کبد ماهی، ۰/۳ µg/kg است. بنابراین توجه ویژه به این ترکیب در استفاده مجدد از زهاب کشت و صنعت برای پرورش ماهی ضروری است.





نمودار ۱- نمودار تغییرات غلظت الف) آترازین و ب) متریبوزین در نمونه‌های آب تالاب و زهاب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

واحد سمیت حاد (TU) و ضریب خطر (RQ) آفت‌کش‌های مورد مطالعه

برای دو ترکیب نسبتا خطرناک‌تر در این مطالعه، یعنی آترازین و متریبوزین، خطر اکولوژیکی بر اساس TU و RQ با استفاده از معادلات ۱ و ۲ محاسبه و در جدول ۳ آورده شده است. TU برای هر دو آفت‌کش و در همه ایستگاه‌ها کمتر از حد آستانه است. هم‌چنین مقادیر RQ برای آترازین پایین‌تر از ۰/۰۱ به‌دست آمده است. اما همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، RQ محاسبه شده برای متریبوزین در ایستگاه‌های W3 و W4 بین اعداد ۰/۱ تا ۱ قرار گرفته و نشان‌دهنده خطر اکولوژیکی متوسط در این ایستگاه‌ها است.

بحث

_ آفت‌کش 2.4.D

با توجه به داده‌های جدول ۲، غلظت ترکیب 2.4.D در نمونه‌های زهاب بسیار اندک است. برای این ترکیب در رسوب استانداردی تعریف نشده است اما برای خاک‌های کشاورزی غلظت µg/kg ۰/۰۵ به عنوان غلظت استاندارد توسط (Canadian Council of Ministers of the Environment) CCME تعیین شده است (۲۸) که مقایسه نمونه‌های مطالعه حاضر با آن نشان‌دهنده غلظت بسیار پایین این آفت‌کش در منطقه است. به علاوه، با توجه به اینکه در گیاهان، گونه استری (Ester form) این آفت‌کش بیشتر به ساقه و برگ نفوذ می‌کند در حالی که انواع اسیدی تمایل به انباشت در ریشه دارند (۲۹)، می‌توان نتیجه گرفت در منطقه مورد مطالعه از گونه استری 2.4.D استفاده می‌شود. براساس مطالعه Borges و همکاران (۳۰) نمک‌های اسیدی و آمینی 2.4.D به طور شاخص برای ماهی‌ها غیرسمی تا کمی سمی هستند اما انواع استری، در رده کمی سمی تا به شدت سمی برای ماهی‌ها رده‌بندی می‌شوند. بنابراین دونکته را می‌توان از این مطالب نتیجه گرفت؛ ۱- احتمالا یکی از دلایل اصلی غلظت پایین ترکیب 2.4.D در نمونه‌های آب و رسوب، نقش نیزارهای منطقه در پاکسازی آنها است، ۲- در استفاده از زهاب و آب تالاب برای تامین آب موردنیاز حوضچه‌های پرورش ماهی باید با احتیاط عمل شود و پایش دوره‌ای مورد نیاز است. همچنین می‌توان از نیزارها درمسیر حرکت زهاب و انتقال آب به حوضچه‌های پرورش ماهی برای پالایش آن استفاده کرد.

_ آفت‌کش آترازین

براساس طبقه بندی IARC، آفت‌کش آترازین در رده غیرسرطانزا قرار می‌گیرد (۳۱)، با این وجود با توجه به برخی اثرات سمی مشاهده شده، CCME و برخی دیگر از سازمان‌های مرتبط، غلظت µg/L ۱/۸ را به عنوان استاندارد آب شیرین تعیین کرده‌اند (۲۸). همچنین سازمان محیط زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) غلظت µg/L ۳ را به عنوان استاندارد آب شرب تعیین کرده است (۳۲). غلظت آترازین در نمونه‌های آب این مطالعه بسیار کمتر از غلظت‌های استاندارد بوده و مشکلی از این نظر وجود ندارد. با توجه به مقایسه غلظت زیر حد آشکارسازی این ترکیب در نمونه ریشه با نمونه ساقه و برگ گیاه برداشته شده، به نظر می‌رسد که نیزارهای منطقه توان بالایی در انباشت این ترکیب در اندام‌های بالایی خود دارند و احتمالا یکی از دلایل غلظت پایین در نمونه‌های آب و رسوب و غلظت زیرحد تشخیص در کبد و ماهیچه نمونه‌های ماهی، انباشت آترازین در ساقه و برگ نیزارهای تالاب و زهکش‌ها و در نتیجه پاکسازی منطقه باشد. Espinosa و همکاران (۳۳)، با بررسی تجمع آترازین در سه نوع گیاهی که در تالاب می‌رویند، دریافتند که حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد آترازین در آب، ۳۰ درصد در خاک و ۴۰ درصد آن در ریشه گیاهان انباشته شده‌اند و مطالعات طولانی مدت اطلاعاتی راجع به جذب مداوم آترازین از محیط فراهم کرده و باعث کاهش غلظت علف‌کش موجود در خاک می‌شود.

_ آفت‌کش متریبوزین

CCME غلظت µg/L ۱ از متریبوزین را به عنوان بیشینه غلظت مجاز در منابع آب تعیین کرده است (۲۸). با وجود اینکه در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری غلظت متریبوزین کمتر از

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

بیشینه حدمجاز آن است، اما با توجه به مقادیر نسبتا بالاتر این ترکیب نسبت به سایر سموم استفاده شده در منطقه و نزدیکی آن به بیشینه حدمجاز، احتمال تجاوز غلظت از مقدار استاندارد در روزهای نخست سم‌پاشی بسیار زیاد است. علاوه براین، با توجه به اینکه این آفت‌کش با مکانیسم پیوند هیدروژنی جذب سطحی می‌شود، با افزایش pH، جذب آن به خاک و رسوب کاهش می‌یابد (۳۴). یکی از دلایل غلظت زیرحد تشخیص متریبوزین در رسوبات منطقه، قلیایی بودن خاک بخش‌های جنوبی استان خوزستان است (۳۵) که باعث می‌شود این ترکیب در آب محلول مانده و کمتر جذب شود. بنابراین احتمال جذب متریبوزین توسط گیاهان و آبزیان ممکن است افزایش یابد.

ـ بررسی خطر اکولوژیکی آفت‌کش‌های مورد مطالعه

همان‌طور که در جدول ۳ آورده شده است، TU دو آفت‌کشی که غلظت‌های بالاتر از حد تشخیص دارند، یعنی آترازین و متریبوزین در همه ایستگاه‌ها پایین‌تر از حد آستانه قرار گرفته و به لحاظ اکولوژیکی خطر حادی را برای ارگانیسم‌های موجود در آب ایجاد نمی‌کند. این موضوع درباره RQ آترازین در تمامی ایستگاه‌ها نیز صدق کرده و از نظر اکولوژیکی خطر مزمنی برای ارگانیسم‌ها وجود ندارد. با این وجود RQ مربوط به متریبوزین در ایستگاه‌های W4 و W5 که به ترتیب بخش شمالی تالاب و محل انتهای زهاب کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان هستند، مقادیر بین ۰/۴۹۳ در W4 و ۰/۳۵۹ در W5 محاسبه شده است. این موضوع نشان‌دهنده خطر اکولوژیکی متوسط متریبوزین در این ایستگاه‌ها است؛ بنابراین توجه و پایش منظم این ترکیب جهت جلوگیری از خطرات احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعه Amor و همکاران (۳۶) در ارزیابی خطر زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها در رودخانه de Dios در کاستاریکا، با استفاده از روش توزیع حساسیت گونه‌ای (SSD)، خطر سه آفت‌کش آمترین، بروماسیل و دیورین در این رودخانه متوسط تا بالا اعلام شد و کاهش استفاده از این سموم را ضروری دانستند.

جدول ۳- واحد سمیت (TU) و ضریب خطر (RQ) برای آترازین و متریبوزین در نمونه‌های آب

ایستگاه ها	ضریب خطر (RQ)		واحد سمیت (TU)	
	Metribuzin	Atrazine	Metribuzin	Atrazine
W1	۰/۰۹۵	۰/۰۰۴	۰/۰۶۴	۰/۰۰۴
W2	۰/۰۷۳	۰/۰۰۴	۰/۰۴۹	۰/۰۰۵
W3	n.d	۰/۰۰۹	n.d	۰/۰۱۱
W4	۰/۴۹۴	۰/۰۰۶	۰/۳۳۱	۰/۰۰۷
W5	۰/۳۵۹	۰/۰۰۴	۰/۲۴۱	۰/۰۰۵
W6	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۳۴	۰/۰۰۴
W7	n.d	n.d	n.d	n.d
W8	۰/۰۲۲	n.d	۰/۰۱۵	n.d
W9	۰/۰۶۲	۰/۰۰۶	۰/۰۴۱	۰/۰۰۷
W10	n.d	۰/۰۰۴	n.d	۰/۰۰۵

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

نتیجه‌گیری

از بین ۵ آفت‌کش مورد استفاده، گلیفوسات و آمترین در تمام نمونه‌های مایع، جامد و زیستی غلظت زیر حد آشکارسازی و 2.4.D، متریبوزین و آترازین غلظت قابل تشخیص در نمونه‌ها دارند که از میان این ترکیبات، متریبوزین بالاترین نسبت را در مقایسه با بیشینه غلظت مجاز دارد اما از طرفی با توجه به شرایط قلیایی در منطقه، تحرک پذیری و دسترس‌پذیری این آفت‌کش در آب بیشتر از سایر ترکیبات است که می‌تواند در ارتباط با استفاده از این زهاب‌ها تردید ایجاد کند؛ اما با این وجود نسبت به مقادیر استاندارد ارائه شده توسط سازمان‌های محیط زیستی مقادیر کمتری در منطقه دارد. متریبوزین و آترازین غلظت بالایی را در ساقه و برگ نیزارهای منطقه دارند که می‌تواند بیانگر نقش این گیاهان در پاکسازی آب و رسوب از این ترکیبات باشد. علیرغم متوسط بودن خطر اکولوژیک متریبوزین در ایستگاه‌های W4 و W5 براساس ضریب خطر، در دیگر ایستگاه‌ها خطر مزمن و یا حاد دیده نمی‌شود. به طور کلی به نظر می‌رسد که استفاده از زهاب مجتمع‌های کشت و صنعت امیرکبیر و میرزاکوچک خان در راستای اجرای طرح شورورزی از نقطه نظر وجود آفت‌کش‌ها در زهاب کیفیت مناسبی دارد، اما پایش دوره‌ای این ترکیبات در آب‌های مورد استفاده، و نیز کاربرد نیزارها به منظور پالایش آلودگی در مسیر حرکت زهاب می‌تواند اطمینان بیشتری از سلامت محصول نهایی را تضمین نماید. علاوه براین، بررسی منطقه مورد مطالعه و محیط‌های آن از نظر آلودگی به فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها جهت تحقیق بیشتر درخصوص کیفیت آب و زهاب ضروری به‌نظر می‌رسد. از کاستی‌های این مطالعه می‌توان به عدم نمونه‌برداری از بالادست مجتمع‌های کشت و صنعت (رودخانه کارون) جهت تفکیک نقش آنها در افزایش غلظت آفت‌کش‌ها، عدم نمونه‌برداری از گونه‌های دیگر ماهی موجود در تالاب جهت تعیین نقش گونه‌ها در جذب آلاینده‌ها و عدم نمونه‌برداری از محدوده به صورت دوره‌ای اشاره کرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان "پایش کیفی زهاب‌های کشاورزی طرح توسعه نیشکر وارده به تالاب خرمشهر (ناصری) به لحاظ سموم کشاورزی و امکان سنجی استفاده در طرح‌های شورورزی" مصوب اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان در سال ۱۳۹۷ است که با حمایت گروه زمین‌شناسی کاربردی دانشکده علوم زمین دانشگاه خوارزمی تهران اجرا شده است.

References

1. Singh R, Andaluri G, Pandey VC. Cities' water pollution—Challenges and controls. In: Algae and Aquatic Macrophytes in Cities. Elsevier; 2022. p. 3–22.
2. Bazrafshan J. Palmer Drought Severity Index's calibration under the climatic conditions of arid and semiarid regions of the West and South West of Iran. Journal of Water and Soil Conservation. 2015;22(5):23–44 (in persian).
3. Khorsandi F. Haloculture: strategy for sustainable utilization of saline land and water resources. Iranian Journal of Earth Sciences. 2016;8(2):164–72.
4. Rad SM, Ray AK, Barghi S. Water pollution and agriculture pesticide. Clean Technologies. 2022;4(4):1088–102.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

5. Abubakar Y, Tijjani H, Egbuna C, Adetunji CO, Kala S, Kryeziu TL, et al. Pesticides, history, and classification. In: Egbuna Ch, Egbuna Ch, Sawicka, B B, editor. Natural remedies for pest, disease and weed control. Elsevier; 2020. p. 29–42.
6. Varnosfaderany MN, Soffianian A, Mirghaffari N, Gu Z, Chu G. Occurrence and depositional history of organochlorine pesticides in the sediments of the Zayandehrud River in the arid region of Central Iran. Chemosphere. 2020;255:126847.
7. List of authorized pesticides in the country [Internet]. Plant Protection Organization. 2022. Available from: https://www.ppo.ir/fa-IR/ppo/5186/page/-فهرست آفتکشهای-مجاز-کشور (in persian).
8. Akashe MM, Pawade U V, Nikam A V. Classification of pesticides: a review. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy. 2018;9(4):144–50.
9. Ebadi T, Yadegarian L, Zolfegharpour MR, Farshchi P, Fallahi P. Investigation on the type and amount of pesticides in warehouses of iran. Environmental Science and Technology. 2006;26(26):78–97 (in persian).
10. Morteza Z, Mousavi SB, Baghestani MA, Aitio A. An assessment of agricultural pesticide use in Iran, 2012-2014. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2017;15:1–8.
11. Islam F, Wang J, Farooq MA, Khan MSS, Xu L, Zhu J, et al. Potential impact of the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid on human and ecosystems. Environment International. 2018;111:332–51.
12. Heri W, Pfister F, Carroll B, Parshley T, Nabors JB. Production, development, and registration of triazine herbicides. In: The triazine herbicides. Elsevier San Diego; 2008. p. 31–45.
13. Maier RM, Gentry TJ. Microorganisms and organic pollutants. In: Environmental microbiology. Elsevier; 2015. p. 377–413.
14. Armendáriz CR, de la Torre AH, Fernández ÁJG, González GL. Metribuzin. In: Encyclopedia of Toxicology. Academic Press; 2014. p. 327–9.
15. Covaci A. Environmental Fate and Behavior. In: Encyclopedia of Toxicology. 3rd ed. Elsevier; 2014. p. 372–4.
16. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (GLYPHOSATE) [Internet]. CCME. 2012. Available from: https://ccme.ca/en/res/glyphosate-en-canadian-water-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life.pdf
17. Bijlsma L, Pitarch E, Hernández F, Fonseca E, Marín JM, Ibáñez M, et al. Ecological risk assessment of pesticides in the Mijares River (eastern Spain) impacted by citrus production using wide-scope screening and target quantitative analysis. Journal of Hazardous Materials. 2021;412:125277.
18. Werner I, Schneeweiss A, Segner H, Junghans M. Environmental risk of pesticides for fish in small- and medium-sized streams of Switzerland. Toxics. 2021;9(4):79.
19. Okoli EC, Olawale O, Abah M, Emmanuel OP, Bando DC, Shenia ZH. Ecological risk assessment of pesticide residues in fish samples from river donga in Donga, Taraba state, nigeria. International Journal of Biochemistry, Bioinformatics and Biotechnology Studies. 2021;6(2):1–8.
20. Ccanccapa A, Masiá A, Andreu V, Picó Y. Spatio-temporal patterns of pesticide residues in the Turia and Júcar Rivers (Spain). Science of The Total Environment. 2016;540:200–10.
21. Behbash Roshana, Amini Ardeshir, Alvandi Rahim

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

KK. Khorramshahr wetland (Nasseri) checking the status of birds, compliance with the selection criteria of IBA - Ramsar Convention and determining the conservation status. Environmental Science. 2010;7(2).

22. Samane Zeraatkari AS, Mehr MR. Evaluation of heavy metals concentration in surface sediments of the Mordab river and parts of the Caspian Sea coast in Astara county. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(1):83–98 (in persian).

23. Jinya D. Development of solid-phase extraction method for simultaneous analysis of semi-volatile organic compounds using a GC-MS database system. SHIMADZU Technical Report (2012)

24. Pérez DJ, Iturburu FG, Calderon G, Oyesqui LAE, De Gerónimo E, Aparicio VC. Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. Chemosphere. 2021;263:128061.

25. PPDB: Pesticide Properties DataBase [Internet]. university of hertfordshire. 2023. Available from: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm

26. Ishaque AB, Johnson L, Gerald T, Boucaud D, Okoh J, Tchounwou PB. Assessment of individual and combined toxicities of four non-essential metals (As, Cd, Hg and Pb) in the microtox assay. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2006;3(1):118–20.

27. Sprague JB. Measurement of pollutant toxicity to fish—III: Sublethal effects and “safe” concentrations. Water Research. 1971;5(6):245–66.

28. Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQGs) [Internet]. CCME. 2023. Available from: https://ccme.ca/en/summary-table

29. Vencill WK. Herbicide handbook. Weed Science Society of America; 2002.

30. Borges S, Dzubow C, Orrick G, Stavola A. 4-Dichlorophenoxacetic acid analysis of risks to endangered and threatened salmon and steelhead. USEPA Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs; 2004.

31. IARC. Occupational exposures to chlorophenoxy herbicides [Internet]. International Agency for Research on Cancer; 1986. p. 357–407. Available from: http://www.inchem.org/documents/iarc/vol41/chlorophenoxyherbicides.html

32.Drinking Water and Pesticides [Internet]. EPA. 2023. Available from: https://www.epa.gov/safepestcontrol/drinking-water-and-pesticides

33. Cejudo-Espinosa E, Ramos-Valdivia AC, Esparza-García F, Moreno-Casasola P, Rodriguez-Vazquez R. Short-term accumulation of atrazine by three plants from a wetland model system. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2009;56:201–8.

34. PubChem Compound Summary for CID 30479, Metribuzin [Internet]. National Center for Biotechnology Information. 2023. Available from: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Metribuzin

35. Environmental Protection Organization of the country. preparing an atlas of soil pollutants in Khuzestan province. Environmental Protection Organization of the country: Office of Soil and Water Pollution; 2011.

36. Rämö RA, van den Brink PJ, Ruepert C, Castillo LE, Gunnarsson JS. Environmental risk assessment of pesticides in the River Madre de Dios, Costa Rica using PERPEST, SSD, and msPAF models. Environmental Science and Pollution Research. 2018;25:13254–69.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Feasibility of using agricultural effluents entering Khorramshahr (Naseri) wetland in haloculture projects from the viewpoint of contamination with pesticides

Fateme Rezaee, Meisam Rastegari Mehr*, Ata Shakeri

Department of Applied Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 06 August 2023
Revised: 18 October 2023
Accepted: 23 October 2023
Published: 06 December 2023

Keywords: Agricultural effluent, Pesticide, Haloculture, Khorramshahr wetland, Ecological risk

***Corresponding Author:**
rastegar.m@khu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Water resources deficiency has caused the use of effluents to be considered as a source for re-use in the form of haloculture projects. An attempt has been made to investigate the possibility of using effluent produced by sugarcane production companies in the implementation of haloculture projects, from the viewpoint of the most used pesticides.

Materials and Methods: Ten water, four sediment, two plant, and two fish samples were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and high-performance liquid chromatography (HPLC) to determine the concentration of pesticides. In order to assess the ecological risk, toxic unit (TU) and risk quotient (RQ) were calculated.

Results: Glyphosate and Ametryn in all liquid, solid, and biological samples had concentrations below the detection limit. 2.4.D, Metribuzin, and Atrazine had detectable concentrations in the samples. However, their concentrations are lower than the standard values. Metribuzin and Atrazine had high concentrations in the stems and leaves of reeds in the region, which may indicate the role of these plants in the remediation of water and sediment from these compounds.

Conclusion: Using effluent from Amirkabir and Mirzakouchak Khan agro-industrial complexes to implement the haloculture project does not pose a particular problem from the viewpoint of contamination with the studied pesticides. This is confirmed due to the small concentrations of the studied compounds in the liver and below the detection limit in the muscles. However, it is necessary to carry out more studies to evaluate the quality of effluent in terms of the other types of pollution.

Please cite this article as: Rezaee F, Rastegari Mehr M, Shakeri A. Feasibility of using agricultural effluents entering Khorramshahr (Naseri) wetland in haloculture projects from the viewpoint of contamination with pesticides. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(3):551-64.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]