Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Herbicide Screening for Weed Control in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Majid Abbaspoor[*1]

1. Corresponding Author, Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. E-mail: m.abbaspoor@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 08.31.2021
Revised: 11.21.2021
Accepted: 05.18.2022

Keywords:
Clethodim,
Herbicide tolerance,
Yield loss

ABSTRACT

Background and Objectives: Quinoa (*Chenpodium quinoa* Willd.) is an herbaceous flowering annual plant from amaranth family grown as a crop primarily for its valuable seeds; the seeds are rich in protein, fibers, vitamins, and minerals in amounts greater than in many grains. Because of drought and salt tolerance, Quinoa can be cultivated in the areas affected by drought and salt stress conditions in the country. Weeds are the major obstacles in increasing the productivity of Quinoa. Since now, there has been no remarkable research and suitable herbicides available for weed control in Quinoa fields during the post-emergence stage. The aim of the present study was to screening the herbicides already registered for weed control in different crops rather than quinoa, and to test the possible tolerance of quinoa to the applied herbicides for secure and safe herbicide recommendations.

Materials and Methods: A field study was conducted for screening and selection of possible herbicides to be used for chemical weed control in quinoa fields of Astan Ghods Razavi, in Anabad, located in Bardascan in Khorasan Razavi province, Iran, in during 2019. Herbicides were sprayed as post emergence (foliar applied) at 4-6 leafy stage of quinoa by Matabi® rechargeable sprayer calibrated to deliver 350 l ha^{-1} of spray solution. The layout was a completely randomized blocks design with three replicates. Treatments were post emergence application of atrazine (800 g a i ha^{-1}), metribuzin (525 g a i ha^{-1}), phenmedipham+ desmedipham+ ethofumesate (822 g a i ha^{-1}), quizalofop tefuryl (60 g a i ha^{-1}), clethodim (96 g a i ha^{-1}), haloxyfop methyl (104 g a i ha^{-1}), acetochlor (228 g a i ha^{-1}), bensulfuron methyl (30 g a i ha^{-1}), bentazon (1440 g a i ha^{-1}), queen merak+ metazachlor (1040 g a i ha^{-1}), clopyralid (225 g a i ha^{-1}), 2, 4-D + dicamba (698 g a i ha^{-1}), imazethapyr (100 g a i ha^{-1}), isoxaflutole+ thiencarbazone methyl (232.5 g a i ha^{-1}), ethofumesate (1250 g a i ha^{-1}), oxadiazone (360 g a i ha^{-1}), oxyfluorfen (360 g a i ha^{-1}), pendimethalin (Prol®) (675 and 1350 g a i ha^{-1}), sethoxydim (375 g a i ha^{-1}), sulfosulfuron (19.95 g a i ha^{-1}), clodinafop (192 g a i ha^{-1}), tribenuron methyl (15 g a i ha^{-1}), rimsulfuron+ nicosulfuron (131.25 g a i ha^{-1}) plus hand weeding and untreated control.

Results: Two weeks after herbicide spray, no visual injury were observed on quinoa when sprayed with clethodim, quizalofop tefuryl, clodinafop, haloxyfop methyl, sethoxydim and pendimethalin (675 g a i ha^{-1}). Severe visual damage (100% injury) however, observed on quinoa when sprayed with atrazine, metribuzin, phenmedipham+ desmedipham+ ethofumesate, oxyfluorfen, bentazon and oxadiazone. The rest of the herbicides were rated in between. Quinoa grain yield when sprayed with clethodim (3190.7

kg ha^{-1}) and quizalofop tefuryl (2674.7 kg ha^{-1}) were not significantly different from hand weeding (3346.7 kg ha^{-1}). But application of atrazine, metribuzin, phenmedipham+ desmedipham+ ethofumesate, oxyfluorfen, bentazon and 2, 4-D + dicamba yielded to complete quinoa death. Quinoa grain yield when sprayed with bensulfuron methyl (1402.7 kg ha^{-1}), imazethapyr (1184 kg ha^{-1}), clopyralid (1402.7 kg ha^{-1}) and pendimethalin (784 and 964 kg ha^{-1} at doses of 675 and 1350 g a i ha^{-1}, respectively) were promising results while still significantly lower than that of hand weeding control.

Conclusion: Application of quizalofop-tefuryl and clotidim can be recommended to be used for weed control in quinoa. Besides application of haloxyfop methyl, sethoxydim, clodinafop, bensulfuron methyl, imazethapyr, clopyralid, pendimethalin and queen merak+ metazachlor showed promising results but still more experimentation need to be done for final recommendation.

Cite this article: Abbaspoor, Majid. 2022. Herbicide Screening for Weed Control in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Plant Production Research*, 29 (3), 89-104.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2022.19425.2866
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

گزینش علف‌کش‌های قابل مصرف در کینوآ (*Chenopodium quinoa* Willd.)

مجید عباس‌پور*[۱]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. رایانامه: m.abbaspoor@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

واژه‌های کلیدی:
افت عملکرد،
تحمل علف‌کش‌ها،
کلتودیم

چکیده

سابقه و هدف: روند کاهشی منابع آبی و تشدید تدریجی شوری خاک‌های کشور، معرفی گیاهان متحمل به تنش را اجتناب‌ناپذیر نموده است. برای این منظور گیاه زراعی کینوآ به‌دلیل تحمل به خشکی و شوری و نیاز اندک به نهاده‌های کشاورزی از جمله کود، و قابلیت رشد در خاک‌های فقیر جایگاه ویژه‌ای دارد. دانه کینوا دارای ارزش غذایی بالایی بوده و در تامین اسید آمینه‌های ضروری و عناصر غذایی و ویتامین‌ها دارای اهمیت است. سطح زیر کشت کینوآ در کشور و در جهان در حال گسترش است. علف‌های هرز از موانع اصلی افزایش تولید کینوآ هستند و برای جذب مواد غذایی، آب، نور و فضای رشد با کینوآ رقابت و در کاهش کیفیت و کمیت دانه تولیدی نقش به‌سزایی دارند. تاکنون پژوهش جامعی در مورد امکان استفاده از علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز مزارع کینوآ در کشور انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، گزینش علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش، پهن‌برگ‌کش و دومنظوره (باریک‌برگ و پهن‌برگ‌کش)، قابل مصرف در مزارع کینوآ است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور گزینش علف‌کش‌های قابل مصرف در گیاه زراعی کینوآ، این آزمایش در مزرعه آستان قدس رضوی در انابد شهرستان بردسکن خراسان رضوی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. علف‌کش‌ها به‌صورت پس‌رویشی (برگ‌پاش) در مرحله ۴ تا ۶ برگی کینوآ با سمپاش ماتابی پشتی با مصرف ۳۵۰ لیتر آب در هکتار سمپاشی شدند. مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز شامل علف‌کش‌های کلتودیم (۹۶ گرم در هکتار)، سولفوسولفورون (۱۹/۹۵ گرم در هکتار)، کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل (۶۰ گرم در هکتار)، استوکلر (۲۲۸ گرم در هکتار)، کلودینافوپ (۱۹۲ گرم در هکتار)، آترازین (۸۰۰ گرم در هکتار)، هالوکسی‌فوپ‌متیل (۱۰۴ گرم در هکتار)، تری‌بنورون‌متیل (۱۵ گرم در هکتار)، ریم‌سولفورون+ نیکوسولفورون (۱۳۱/۲۵ گرم در هکتار)، ستوکسی‌دیم (۳۷۵ گرم در هکتار)، متری‌بیوزین (۵۲۵ گرم در هکتار)، پندیمتالین (۶۷۵ و ۱۳۵۰ گرم در هکتار)، اکسی‌فلوروفن

(۳۶۰ گرم در هکتار)، ایمازاتاپیر (۱۰۰ گرم در هکتار)، توفوردی+ دایکمبا (۶۹۸ گرم در هکتار)، کلوپیرالید (۲۲۵ گرم در هکتار)، اتوفومزیت (۱۲۵۰ گرم در هکتار)، ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل (۲۳۲/۵ گرم در هکتار)، کویین‌مراک+ متازاکلر (۱۰۴۰ گرم در هکتار)، فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت (۸۲۲ گرم در هکتار)، بنتازون (۱۴۴۰ گرم در هکتار)، اگزادیازون (۳۶۰ گرم در هکتار) و بن‌سولفورون‌متیل (۳۰ گرم در هکتار) (تمامی دزها بر اساس ماده موثره) به همراه شاهد بدون کنترل و شاهد وجین دستی بود.

یافته‌ها: ارزیابی گیاه‌سوزی دو هفته پس از سمپاشی نشان داد که کلتودیم، کوییزالوفوپ پی‌تفوریل و کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم و پندیمتالین (دز ۶۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) فاقد گیاه‌سوزی و آترازین، متری‌بیوزین، اکسی‌فلوروفن، بنتازون، اگزادیازون، فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت دارای ۱۰۰ درصد گیاه‌سوزی بر روی کینوآ بودند. دیگر علف‌کش‌ها مابین این دو گروه قرار گرفتند. عملکرد تیمارهای علف‌کشی کلتودیم (۳۱۹۰/۷ کیلوگرم در هکتار) و کوییزالوفوپ‌تفوریل (۲۶۷۴/۷ کیلوگرم در هکتار) فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار شاهد وجین‌دستی (۳۳۴۶/۷ کیلوگرم در هکتار) بود. عملکرد دانه در مصرف علف‌کش‌های بن‌سولفورون‌متیل (۱۴۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار)، ایمازاتاپیر (۱۱۸۴کیلوگرم در هکتار)، کلوپیرالید (۱۱۲۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و پندیمتالین (۷۸۴ و ۹۶۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در دز ۶۷۵ و ۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) امیدوارکننده بود.

نتیجه‌گیری: علفکش‌های کلوتیدیم و کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل به ترتیب با ۹۶ و ۸۱ درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ و بدون گیاه‌سوزی بر کینوآ بودند و بنابراین به‌نظر می‌رسد مصرف آن‌ها در کینوآ قابل توصیه است. بن‌سولفورون‌متیل، ایمازاتاپیر، کلوپیرالید و پندیمتالین (دز ۶۷۵ و ۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) اگرچه به ترتیب باعث کاهش ۵۸، ۶۴، ۶۶، ۷۱ و ۷۶ درصد عملکرد دانه کینوآ شدند اما از جمله علفکش‌های امیدبخش بودند که توصیه نهایی آن‌ها مستلزم انجام پژوهش‌های تکمیلی است.

استناد: عباس‌پور، مجید (۱۴۰۱). گزینش علف‌کش‌های قابل مصرف در کینوآ (*Chenopodium quinoa* Willd.). *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۳)، ۱۰۴-۸۹.

DOI: 10.22069/JOPP.2022.19425.2866

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) یک گیاه باستانی از خانواده تاج‌خروس (Amaranthaceae) از منطقه آند در آمریکای جنوبی است و سازگاری بالایی با شرایط آب و هوایی سخت از نواحی هم‌سطح دریا تا ۴۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا دارد و قادر است در مناطقی با خاک‌های فقیر و بارندگی پایین سالیانه رشد کند. این گیاه به سرما (۱)، خشکی (۲) و شوری (۳) مقاوم است. تحمل آن به شوری به‌دلیل قدرت تجمع نمک در سلول‌های اپیدرمی بادکنکی (مثانه‌ای) خارجی با استفاده از پمپ‌های انتخابی سدیم و ناقل‌های کلراید است (۴). تنوع ژنتیکی بالایی از نظر رنگ و اندازه دانه دارد و از نظر تغذیه‌ای بسیار با ارزش و دارای مقادیر متعادلی از عناصر غذایی است. سازمان خواربار جهانی (FAO, ۲۰۱۳) ارزش کینوآ را مشابه شیر گزارش نموده است (۵). سازمان ملل، سال ۲۰۱۳ را به نام سال بین‌المللی کینوآ نامگذاری کرد تا توجه جهانیان را به این ماده غذایی مفید جلب کند (۵). در کشورهای آمریکای جنوبی به نام‌های دانه‌ی طلایی، خاویار گیاهی و مادر دانه‌ها معروف است (۶). کینوآ یک گیاه زراعی امیدوارکننده برای تامین امنیت غذایی سالم و پایدار است که هزینه تولید آن پایین بوده و بر محیط‌زیست اثرات منفی ناچیزی بر جای می‌گذارد و کشت آن به‌سرعت در حال گسترش است (۷، ۸ و ۹). بولیوی، پرو و اکوادر از تولیدکننده‌های اصلی کینوآ هستند اما تولید آن درحال گسترش به قاره‌های دیگر از جمله آفریقا، آسیا، استرالیا و اروپاست. در کشورهای اروپایی شامل فرانسه، انگلیس، سوئد، اسپانیا، دانمارک، فنلاند، هلند، ایتالیا و هم‌چنین در ایالات متحده، کانادا، کنیا و هندوستان کشت می‌شود (۹). ناسا از این گیاه در پژوهش‌های خود در برنامه کاهش دی‌اکسیدکربن موجود در جو استفاده می‌کند (۱۰). بر حسب شرایط محیطی و نوع رقم ارتفاع این گیاه به حدود ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد و در طی ۹۰ تا ۱۵۰ روز رشد آن کامل و تولید بذر می‌نماید. برگ‌های آن شبیه اسفناج و گل‌های آن از سفید تا قرمز متغیر است. بذرها کوچک (قطر ۰/۱۱ تا ۰/۸ میلی‌متر) و به رنگ‌های متنوع در گل‌آذین خوشه‌ای قرار دارند. واریته‌های مختلف کینوا بین ۱۰ تا ۷۰ هزار بذر تولید می‌کنند. پوسته بذر (پریکارپ) آن دارای ساپونین است و جهت مصرف غذایی باید حذف شود. این گیاه مانند گندم خود گرده‌افشان بوده و گاهی اوقات ۱۰ تا ۱۵ درصد دگر گرده‌افشانی از خود نشان می‌دهد. کینوا به طول روز کوتاه و درجه حرارت خنک برای رشد نیاز دارد. کیفیت این گیاه بالاتر از غلات دانه‌ای است. فاقد گلوتن بوده و از نظر تعادل و دارا بودن تمامی اسیدهای‌آمینه مورد نیاز انسان بسیار مطلوب است. دارای مواد بهبوددهنده سلامت انسان به‌نام فلاونوئیدهاست (۹). میزان لیزین دانه‌های این گیاه بالاتر از گندم است. دانه‌های نشاسته در کینوآ نسبتاً کوچک‌تر و دارای آمیلوز کم‌تری نسبت به نشاسته‌های موجود در سایر گیاهان زراعی هستند. آمیلوپکتین موجود در کینوآ دارای مقادیر زیادی زنجیره کوتاه و زنجیره‌های بسیار بلند هستند که منبع بی‌نظیری برای مصارف غذایی هستند (۷). در بسیاری از بررسی‌های انجام شده هر چند میزان مواد غذایی و ویتامین‌ها بسته به واریته و شرایط رشد و نمو از نظر کمی متغیر گزارش شده است اما همگی بر ارزش غذایی بالای کینوآ تاکید داشته‌اند (۸). در زمان برداشت دستی، بعد از بریدن محصول آن را در محلی مناسب در معرض تشعشع خورشید قرار داده تا رطوبت آن کاهش یافته و بذرها از بوته جدا شوند.

علف‌های‌هرز بر سر نور، آب، مواد غذایی و فضای مناسب برای رشد و نمو با گیاهان زراعی از

جمله کینوآ رقابت می‌کنند و باعث کاهش شدید کمیت و کیفیت محصول تولیدی می‌شوند. در یک بررسی میزان پروتئین دانه کینوآ در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز ۱۲ درصد و در تیمار کنترل علف‌های هرز تا ۱۷ درصد بود (۱۱). به طورکلی کینوا برای استقرار در ابتدای فصل رشد به مبارزه با علف‌هرز نیاز ویژه‌ای دارد زیرا در دو هفته اول پس از سبزشدن، کینوا سرعت رشد کمی داشته و قدرت رقابت با علف‌های‌هرز را ندارد. مبارزه با علف‌های‌هرز به روش‌های دستی یا استفاده از کولتیواتورهای ردیفی یا دوار، به‌خصوص زمانی که گیاه کوچک و در حال استقرار است، اهمیت دارد. باکلند و همکاران (۲۰۱۸) در یک بررسی در آمریکا در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ رشد علف‌های‌هرز در کینوآ تحت‌تأثیر سه روش کاشت شامل کشت کینوآ به همراه گیاه پوششی (۷۰ درصد ماشک گل‌خوشه‌ای+ ۳۰ درصد گندم زمستانه)، کشت نواری کینوآ به همراه شبدر (وقتی ۴۵ درصد سطح زمین با شبدر پوشیده شده بود قبل از کاشت کینوآ با خاک مخلوط شد) و کشت کینوآ پس از شخم و دو تیمار مصرف یا عدم مصرف کمپوست (ماده آلی) به میزان ۱۱/۲ تن در هکتار را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد درصد پوشش سطح زمین به‌وسیله علف‌های‌هرز در کشت همراه با شبدر ۳۹ درصد، در کشت پس از شخم ۶/۵۶ درصد و در کشت با گیاه پوششی ۸/۹۸ درصد بود. در سال ۲۰۱۴ کرت‌های بدون کمپوست درصد پوشش علف‌هرز (۳۶/۱ درصد) بیش‌تری نسبت به کرت‌های با کمپوست (۷/۱۱ درصد) داشتند (۱۲). میلر (۲۰۱۴) امکان کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز کینوآ را با علف‌کش‌های ثبت‌شده یا در دست ثبت برای اسفناج بررسی کرد. نتایج نشان داد که علف‌کش‌های سیکلوات، اس‌متولاکلر، فلوفناست، آسولام، اتوفومزیت، کوئین‌کلراک و ریم‌سولفورون (چه به‌صورت پیش‌رویشی، یا پیش‌رویشی مخلوط با خاک و یا پس‌رویشی برگ‌پاش)، و مصرف پیش‌رویشی علف‌کش فومسافن نتایج قابل‌قبولی در کنترل علف‌های هرز کینوآ از خود نشان دادند (۱۳). نتایج یک بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌های کیو ۲۶، رزا و گیزا نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از حساسیت کم‌تری نسبت به علف‌کش برخوردار بودند. ژنوتیپ تی‌تی‌کاکا با حدود ۴۸ درصد کاهش تراکم کینوا نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی از نظر تحمل به علف‌کش حد واسط بود و سایر ژنوتیپ‌ها با میانگین ۶۵ تا ۵۳ درصد کاهش، بیش‌ترین حساسیت را نشان دادند (۱۴). در یک بررسی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کینوآ ۱۶ روز پس از سبز شدن گزارش شد (۱۵).

به‌دلیل عدم وجود علف‌کش اختصاصی برای مصرف در کینوآ، در این بررسی از علف‌کش‌هایی با نحوه عمل متفاوت که قبلاً برای محصولات دیگری در کشور ثبت شده‌اند، استفاده شد. باریک‌برگ‌کش‌ها شامل کلتودیم، کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم و کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل بودند. کلتودیم، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم، کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل بازدارنده آنزیم استیل‌کوآنزیم‌آ و بازدارنده ساخت چربی هستند و برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ در گیاهان زراعی پهن‌برگ هم‌چون پنبه، سویا، کلزا و چغندرقند به صورت پس‌رویشی مصرف می‌شوند (۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). کلودینافوپ نیز بازدارنده آنزیم استیل‌کوآنزیم‌آ است و علاوه بر کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ در گیاهان زراعی پهن‌برگ، برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ در گندم (و نه جو) نیز استفاده می‌شود (۲۰). پهن‌برگ‌کش‌ها شامل تری‌بنورون‌متیل، توفوردی+ دایکمبا، کلوپیرالید، اتوفومزیت، فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت و بنتازون بودند. تری‌بنورون‌متیل از گروه علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات

سینتاز است که از ساخت اسیدهای آمینه جلوگیری می‌نمایند و برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در گیاهان زراعی باریک‌برگ هم‌چون گندم و جو مصرف می‌شود. توفوردی+ دایکمبا از بازدارنده‌های رشد شبه‌اکسینی است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در گیاهان زراعی باریک‌برگ مصرف می‌شود. کلوپیرالید از بازدارنده‌های رشد شبه‌اکسینی است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در چغندرقند و کلزا مصرف می‌شود. اتوفومزیت از بازدارنده‌های ساخت اسیدهای‌چرب زنجیره بلند و فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت که بخش فن‌مدیفام و دسمدیفام آن بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم II است که علف‌های‌هرز پهن‌برگ، و اتوفومزیت آن علف‌های‌هرز پهن‌برگ و تاحدودی علف‌های‌هرز باریک‌برگ در چغندرقند را کنترل می‌کند. بنتازون از گروه بنزوتیادیازول و بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم II است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در برنج، سویا، لوبیا و باقلا مصرف می‌شود (۱۹ و ۲۱). علف‌کش‌های دومنظوره (هم باریک‌برگ و هم پهن‌برگ‌کش) شامل آترازین، سولفوسولفورون، استوکلر، ریم‌سولفورون+ نیکوسولفورون، متری‌بیوزین، پندیمتالین، اکسی‌فلوروفن، ایمازاتاپیر، ایزوکسافلوتول + تین‌کاربازون‌متیل، کویین‌مراک+ متازاکلر، اگزادیازون و بن‌سولفورون‌متیل بودند. آترازین از گروه تریازین‌ها و بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم II است که علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ را در ذرت کنترل می‌کند. سولفوسولفورون از گروه سولفونیل‌اوره‌ها است که به‌صورت پیش‌رویشی و زود پس‌رویشی برای کنترل بسیاری از علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مزارع گندم ثبت شده است (۱۹، ۲۱ و ۲۲). استوکلر از گروه کلرواستامیدها و بازدارنده تقسیم‌سلولی است که برای کنترل بعضی علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در ذرت و سویا مصرف می‌شود (۱۹، ۲۱ و ۲۳). ریم‌سولفورون+ نیکوسولفورون از گروه سولفونیل‌اوره‌ها است که به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل بسیاری از علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مزارع ذرت استفاده می‌شود. متری‌بیوزین بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم II است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در سیب‌زمینی به ثبت رسیده است. کاربرد آن به‌صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی بر کنترل علف‌های‌هرز موثر است. پندی متالین از گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها و بازدارنده تقسیم سلولی و ممانعت‌کننده از رشد ریشه است که برای کنترل علف‌های‌هرز در گلرنگ، کنجد و عدس استفاده می‌شود. کاربرد آن به‌صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی بر کنترل علف‌های‌هرز مؤثر است. اکسی‌فلوروفن از گروه دی‌فنیل‌اترها است و بازدارنده آنزیم پروتوپورفرینوژن‌اکسیداز (PPO)، از آنزیم‌های مؤثر در ساخت رنگدانه‌های گیاهی است. به‌صورت مصرف پس‌رویشی علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ را در پیاز کنترل می‌کند. ایمازاتاپیر از گروه سولفونیل‌اوره‌ها است که به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل بسیاری از علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در یونجه استفاده می‌شود. ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون متیل از گروه سولفونیل‌اوره‌ها است و برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در ذرت به‌صورت مصرف پیش‌رویشی و پس‌رویشی ثبت شده است (۱۹، ۲۱ و ۲۴). کویین‌مراک+ متازاکلر که بخش کویین‌مراک آن از گروه علف‌کش‌های شبه‌اکسینی است و متازاکلر آن از بازدارنده‌های ساخت اسیدچرب است. این علف‌کش برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در مزارع کلزا به‌صورت پس‌رویشی مصرف می‌شود. اگزادیازون بازدارنده آنزیم پروتوپورفرینوژن‌اکسیداز است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در مزارع گلرنگ، پیاز و برنج به‌صورت پیش‌رویشی و

زود پس‌رویشی مصرف می‌شود. بن‌سولفورون‌متیل از گروه سولفونیل‌اوره‌ها است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در برنج استفاده می‌شود (۱۹ و ۲۱).

از آن‌جا که تأثیر علف‌کش‌های مصرفی بر علف‌های‌هرز در مطالعات زیادی مشخص و بیان شده است تاکید اصلی این پژوهش بر میزان تحمل گیاه زراعی کینوآ به مصرف علف‌کش‌ها بود زیرا تاکنون پژوهش جامعی در این مورد در کشور انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، گزینش علف‌کش‌های قابل مصرف در گیاه زراعی کینوآ بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور گزینش علف‌کش‌های قابل مصرف در مزارع کینوآ این آزمایش در مزرعه کشت و صنعت آستان قدس رضوی در انابد بردسکن در استان خراسان رضوی با طول جغرافیایی ´۳۹ °۵۹، عرض جغرافیایی ´۲۰ °۳۶ و ارتفاع ۹۸۰ متر از سطح دریا انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ابتدا در زمینی که سال زراعی قبل در آن جو کشت شده بود آبیاری نشتی انجام شد و پس از گاورو شدن زمین شخم برگردان‌دار انجام شد. سپس در تاریخ ۲۵ تیرماه ۱۳۹۸ کود سوپرفسفات‌تریپل (۴۶ درصد P_2O_5) ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات‌پتاسیم (۵۰ درصد K_2O و ۱۸ درصد گوگرد) ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و اوره (۴۶ درصد نیتروژن) ۵۰ کیلوگرم در هکتار با کودپاش سانتریفیوژی در سطح زمین پاشیده شد و با دیسک با خاک مخلوط شد. کینوآ رقم تی‌تی‌کاکا با استفاده از بذرکار همدانی به میزان ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با قوه نامیه ۹۸ درصد (فواصل ۶۰ سانتی‌متر بین دو ردیف و سه خط کاشت در هر ردیف) در عمق ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر و با فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر کشت شد. کاشت کینوآ در اول مردادماه ۱۳۹۸ انجام و بلافاصله آبیاری شد دور آبیاری هر ۱۰ روز یکبار و به‌صورت نشتی انجام شد. ابعاد هر کرت ۲×۳ متر بود. به‌علاوه مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره نیز در دو مرحله در طی رشد یکی در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی کینوآ (۲ شهریورماه ۹۸) و دیگری در اوایل گلدهی کینوآ (۲۳ شهریورماه ۹۸) هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک داده شد. تیمارهای آزمایش شامل ۲۴ علف‌کش (جدول ۱) به همراه شاهد وجین‌دستی و شاهد بدون مبارزه در تمام فصل بود. تمامی علف‌کش‌ها به‌صورت پس‌رویشی در اوایل رشد در مرحله ۴ تا ۶ برگی کینوآ (۲ تا ۴ برگی علف‌های هرز) در ۲۶ مردادماه ۹۸ با استفاده از سمپاش ماتابی پشتی مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲ تا ۲/۵ بار سمپاشی شدند. سمپاش بر اساس مصرف ۳۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. به‌منظور بررسی تأثیر تیمارها روی کاهش وزن خشک و تراکم علف‌های‌هرز چهار هفته پس از سمپاشی، یک کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر در هر کرت پرتاب شد. در این کوادرات‌ها علف‌های‌هرز باریک و پهن‌برگ به‌طور جداگانه از سطح خاک قطع شده و پس از شمارش به تفکیک گونه در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس توزین شد. در طول دوره رشد همه علف‌های‌هرز در کرت شاهد وجین دستی به فاصله دو هفته یکبار با کارگر حذف شدند. ارزیابی چشمی خسارت وارده به کینوآ توسط علف‌کش‌ها در دو هفته پس از سمپاشی بر اساس جدول ارزیابی چشمی خسارت مربوط به شورای تحقیقات علف‌های‌هرز اروپا[1] انجام شد (۲۵). علف‌های‌هرز برگ‌پهن در تیمارهای فقط باریک برگ‌کش (کلتودیم، کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم و کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل) و علف‌های هرز باریک‌برگ در تیمارهای فقط پهن‌برگ‌کش (تری‌بنورون‌متیل، توفوردی + دایکمبا، کلوپیرالید،

1- European Weed Research Council

اتوفومزیت، فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت و بنتازون) به‌وسیله وجین‌دستی حذف شدند. در تیمارهایی که فقط پهن‌برگ‌کش‌ها در آن‌ها مصرف شده بود این تیمارها به‌طور جداگانه آنالیز و برای مقایسه آن‌ها با علف‌کش‌های دو منظوره (باریک‌برگ و پهن‌برگ‌کش) نیز فقط اطلاعات مربوط به علف‌های‌هرز پهن‌برگ در این تیمارها در مقایسه منظور شد. در تیمارهایی که فقط باریک‌برگ‌کش‌ها در آن‌ها مصرف شده بود این تیمارها به طور جداگانه تجزیه و برای مقایسه آن‌ها با علف‌کش‌های دومنظوره نیز فقط اطلاعات مربوط به علف‌های‌هرز باریک‌برگ در این تیمارها در مقایسه منظور شدند. برداشت کینوآ در ۲۵ آبان‌ماه ۹۸ صورت گرفت. در زمان برداشت پس از حذف حاشیه‌ها عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت، پوسته بذور کینوآ پس از خشک شدن به‌طور دستی از دانه جدا شد و سپس وزن دانه اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است در تجزیه واریانس مربوط به تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز پهن‌برگ، تیمارهای فقط باریک‌برگ‌کش و در مورد تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز باریک‌برگ، تیمارهای فقط پهن‌برگ‌کش در نتایج لحاظ نشدند. در مواقع لزوم از تبدیل جذری داده‌ها استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با نرم‌افزار SAS (9.2) با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- مشخصات علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Characteristics of herbicides applied in the experiment.

Herbicide Common name	Trade name	Formulation	Application rate ($g\ a\ i\ ha^{-1}$)	Producer company
Clethodim	Select super	EC 12%	96	Arysta LifeScience
Sulfosulfuron	Apyrus	WG 75%	19.95	Gyah
Quizalofop-P-tefuryl	Pantera	EC 40%	60	Arysta LifeScience
Acetochlor	Surpass	EC 76%	228	Dow AgroSciences
Clodinafop	Topik	EC 24%	192	Syngenta
Atrazine	Gesaprim	WP 80%	800	Syngenta
Haloxyfop methyl	Gallant super	EC 10.4%	104	Dow AgroSciences
Tribenuron methyl	Gyah star	DF 75%	15	Gyah
Rimsulfuron+ nicosulfuron	Ultima	WG 75%	131.25	Rotam Agrochemical
Sethoxydim	Nabu-s	EC 12.5%	375	Golsam Gorgan
Metribuzin	Sencor	WP 70%	525	Bayer crop science
Pendimethalin	Prowl	CS 45%	675, 1350	BASF
Oxyfluorfen	Goal	EC 24%	360	Dow AgroSciences
Imazethapyr	Pursuit	SL 10%	100	BASF
2, 4-D+ Dicamba	Dialen super	SL 46.4%	698	Syngenta
Clopyralid	Lontrel	SL 30%	225	Dow AgroSciences
Ethofumesate	Stemat	SC 50%	1250	Bayer crop science
Isoxaflutole+ thiencarbazone-methyl	Adengo	SC 46.5%	232.5	Bayer crop science
Queen merak+ metazachlor	Butisan star	SC 41.6%	1040	BASF
Phenmedipham+ Desmedipham+ Ethofumesate	Betanal progress	EC 27.4%	822	Bayer crop science
Bentazon	Basagran	SL 48%	1440	BASF
Oxadiazon	Ronstar	EC 12%	360	Bayer crop science
Bensulfuron methyl	Londax	DF 60%	30	du Pont

نتایج و بحث

علف‌هرز پهن‌برگ غالب مزرعه، تلخه (*Acroptylon repense* L.) و در تراکم پراکنده، خارشتر (*Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Desv.) بود. علف‌هرز باریک‌برگ غالب مزرعه، جوموشی (*Hordeum morinum* L.)، و جو زراعی خودرو (*Hordeum vulgare* L.) نیز که از بقایای محصول قبلی تناوب بود، در مزرعه حضور داشت. به‌دلیل تراکم پراکنده علف‌هرز خارشتر و جو زراعی، داده‌های مربوط به آن‌ها در تجزیه و تحلیل منظور نشدند. در بررسی لیانگ و همکاران (۲۰۱۶) مهم‌ترین علف‌های هرز مزرعه کینوآ سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، علف‌جارو (*Kochia scoparia* L.)، تاجریزی مویی (*Solanum physalis* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) بودند (۶).

کاربرد علف‌کش‌های آترازین، متری‌بیوزین، اکسی‌فلوروفن، بنتازون، فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت و توفوردی+ دایکمبا سبب مرگ کامل گیاه زراعی گردید و بنابراین داده‌های مربوط به آن‌ها نشان داده نشده‌اند. خسارت علف‌کش‌ها به کینوآ و تأثیر تیمارهای علف‌کشی بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز تلخه و جوموشی براساس ارزیابی‌های چشمی معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). علف‌کش‌های کلتودیم، کوییزالوفوپ‌تفوریل، کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم، پندیمتالین (۶۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) فاقد هر گونه گیاه‌سوزی بر روی کینوآ دو هفته پس از سمپاشی بودند (جدول ۲). علف‌کش‌های استوکلر و ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون متیل با ۶/۶۷ تا ۱۰ درصد گیاه‌سوزی دارای خسارت کم‌تری بر روی کینوآ بودند. بیش‌ترین خسارت چشمی به کینوآ دو هفته پس از سمپاشی مربوط به علف‌کش اگزادیازون و ۱۰۰ درصد بود. گیاه‌سوزی علف‌کش‌های تری‌بنورون‌متیل، سولفوسولفورون، ریم‌سولفورون + نیکوسولفورون، کوییزمراک+ متازاکلر، ایمازاتاپیر، کلوپیرالید، بن‌سولفورون‌متیل و پندیمتالین (۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) کم‌تر از اگزادیازون و از ۴۲/۶۶ تا ۷۸/۲۳ درصد متغیر بود (جدول ۲). کینوا شباهت بسیار نزدیکی به دو علف‌هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس دارد و به همین دلیل به کاربرد علف‌کش‌ها، به ویژه پهن‌برگ‌کش‌ها بسیار حساس است (۶). در یک بررسی در ارزیابی چشمی خسارت که ۵۱ روز بعد از کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون، مزوتریون، ایزوکسادیفن و آترازین صورت گرفت همه علف‌کش‌های مورد استفاده باعث نابودی کامل کینوا شدند (۶). که با نتیجه این پژوهش در مورد نابودی کامل کینوآ در کاربرد آترازین همخوانی دارد.

تمامی پهن‌برگ‌کش‌ها و علف کش‌های دومنظوره مورد بررسی دارای تأثیر معنی‌داری در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز تلخه بودند (داده‌ها نشان داده نشده است). درصد کاهش تراکم این علف هرز از ۴۶ تا ۹۲ درصد متغیر بود (جدول ۲). علف‌کش‌های تری‌بنورون‌متیل، ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل، اکسادیازون، ایمازاتاپیر، کلوپیرالید و بن‌سولفورون‌متیل به ترتیب با ۹۲/۵، ۸۸، ۸۹، ۹۸، ۹۶/۶۲ و ۹۴/۳۶ درصد کاهش وزن خشک این علف‌هرز را موجب شدند (جدول ۲). هم‌چنین تأثیر تمامی تیمارهای باریک‌برگ‌کش و دومنظوره بر کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز باریک‌برگ جوموشی نسبت به شاهد بدون مبارزه معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). میزان کاهش تراکم این علف هرز از ۵۵ تا ۹۶/۵ درصد متغیر بود (جدول ۲). علف‌کش‌های کلتودیم، کوییزالوفوپ‌تفوریل، هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم به ترتیب با ۹۶/۸۲، ۹۶/۸۰، ۹۶/۴۶ و ۹۸/۱۶ درصد وزن خشک این علف‌هرز را کاهش دادند (جدول ۲). از آن‌جا که مطالعات بسیاری در مورد علف‌کش‌ها با نحوه عمل متفاوت برای مبارزه با علف‌های‌هرز برگ‌پهن و باریک‌برگ در کشور و در جهان بر روی محصولات زراعی مختلف انجام شده

است و کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های‌هرز به اثبات رسیده است (۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۶ و ۲۷)، بنابراین در این بررسی، تاکید بر روی بررسی میزان تحمل کینوآ به کاربرد این علف‌کش‌ها بود.

تیمارهای علف‌کشی بر روی ارتفاع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کینوآ اثر معنی‌داری نشان دادند (داده‌ها نشان داده نشده است). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که علف‌کش‌های کلتودیم، کوییزالوفوپ‌تفوریل، کلودینافوپ و هالوکسی‌فوپ متیل با کم‌تر از ۱۰ درصد کاهش ارتفاع، فاقد اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد بودند و علف‌کش‌های ستوکسی‌دیم و کلوپیرالید به‌ترتیب با ۱۱/۲۳ و ۱۲/۲ درصد کاهش ارتفاع کینوآ، از نظر آماری دارای تأثیر معنی‌داری در کاهش ارتفاع کینوآ بودند (جدول ۳). کاهش شدید ارتفاع در تیمار کینوآ با علف‌کش‌های سولفوسولفورون (۴۵/۳۷ درصد)، استوکلر (۳۸/۰۶ درصد)، تری‌بنورون‌متیل (۴۸/۷۸ درصد)، ریم‌سولفورون+ نیکوسولفورون (۵۹/۵۲ درصد)، کوییزمراک+ متازاکلر (۴۴/۸۹ درصد)، ایمازاتاپیر (۳۹/۰۴ درصد)، اتوفومزیت (۲۳/۹ درصد)، بن‌سولفورون‌متیل (۴۳/۹۱ درصد)، ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل (۲۷/۳۳ درصد)، اگزادیازون (۷۵/۶۲ درصد) و پندیمتالین (به‌ترتیب ۲۷/۳۳ و ۳۵/۵۷ درصد در دزهای ۶۷۵ و ۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) ثبت شد (جدول ۳). علف‌کش‌های کلتودیم (۰ درصد)، کوییزالوفوپ تفوریل (۶/۳ درصد) و هالوکسی‌فوپ‌متیل (۲۹/۰۹ درصد) کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک کینوآ نسبت به شاهد وجین دستی نشدند. اما سایر علف‌کش‌ها و شاهد بدون وجین (۴۵/۷۴ درصد)، کاهش معنی‌دار عملکرد زیست‌توده کینوآ نسبت به شاهد وجین دستی را نشان دادند (جدول ۳). در یک بررسی کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی علف‌کش‌های بنتازون، کلوریدازون، کلوپیرالید+ فلوروکسی‌پایر، سیانازین+ فلوروکسی‌پایر، لناسیل، متامیترون، متازوکلر، مت‌سولفورون‌متیل، پندیمتالین، فن‌مدیفام، پروپاکلر و سدیم‌منوکلرواستات برای کنترل علف‌های هرز در کینوا به‌کار رفت. از میان علف‌کش‌های مورد آزمایش فقط علف‌کش متامیترون به گیاه کینوا فاقد خسارت بر روی کینوا بود (۲۸). در بررسی دیگری از میان ۱۴ علف‌کش، تنها مصرف پس‌رویشی دو علف‌کش اس‌متولاکلر (به همراه بنوکساکور) و پندی‌متالین گیاه زراعی کینوآ را از بین نبردند. پندی‌متالین در دز ۱۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث بروز خسارت جزیی در اوایل رشد کینوآ شد، اما با گذشت زمان باعث کوتولگی کینوآ نسبت به شاهد بدون مبارزه شد. پندی‌متالین در دز ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و اس‌متولاکلر در دز ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کنترل مناسب علف‌های‌هرز و بروز خسارت مختصر (قابل‌قبول) در کینوآ شدند (۲۹). مصرف علف‌کش‌های پیروکساسولفون، سولفنترازون، اتوفومزات، کلومازون و هالوسولفورون پس از ۸ هفته با ۱۰۰ خسارت و نابودی کینوا همراه بود (۳۰). در یک بررسی گلخانه‌ای تأثیر کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های آترازین (گزاپریم)، آمترین (گزاپاکس)، متری‌بیوزین (سنکور)، تری‌فلوکسی‌سولفورون سدیم+ آمترین (کریسمت) بر روی کینوا مشخص شد تمامی علف‌کش‌ها موجب خسارت نسبتاً سنگین تا نابودی کامل کینوا شدند (۱۴). به‌نظر می‌رسد مصرف پس‌رویشی علف‌کش‌ها در کینوآ خسارت کم‌تری از مصرف پیش‌رویشی ایجاد می‌کند. در همین بررسی واکنش کینوا به کاربرد علف‌کش‌های فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت (بتانال پروگرس او اف)، کلوپیرالید (لونترل)، تری‌فلوسولفورون‌متیل (سافاری)، بنتازون (بازاگران) و ایمازتاپیر (پرسوئیت) در مرحله ۲ تا ۴ برگی در شرایط گلخانه بررسی شد، نتایج آن‌ها نشان داد علف‌کش بنتازون موجب نابودی کامل کینوا شد. علف‌کش فن‌مدیفام+ دسمدیفام+ اتوفومزیت نیز خسارت قابل‌توجهی بر کینوا نشان داد. خسارت علف‌کش تری‌فلوسولفورون‌متیل متوسط و

علف‌کش‌های کلوپیرالید و ایمازتاپیر کم‌ترین خسارت را بر کینوا داشتند (۱۴) که با نتایج این پژوهش در مورد خسارت کم‌تر کلوپیرالید و ایمازتاپیر در کینوآ همخوانی دارد.

تأثیر علف‌کش‌ها بر عملکرد دانه کینوآ نیز نشان داد تنها مصرف علف‌کش‌های کلتودیم (۴/۶۷ درصد) و کوییزالوفوپ‌تفوریل (۲۰/۰۸ درصد) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کینوآ نسبت به شاهد وجین دستی نشدند (جدول ۳). سایر علف‌کش‌ها و شاهد بدون وجین، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد وجین دستی نشان دادند. در میان سایر علف‌کش‌ها هم‌چنان هالوکسی‌فوپ‌متیل (۳۹/۵۳ درصد) و ستوکسی‌دیم (۴۸/۲۹ درصد) کاهش عملکرد دانه کم‌تری را نسبت به علف‌کش‌های سولفوسولفورون (۸۷/۴۲ درصد)، استوکلر (۸۳/۳۱ درصد)، تری‌بنورون‌متیل (۸۶/۸۲ درصد)، ریم‌سولفورون+ نیکوسولفورون (۸۸/۴۹ درصد)، کوییزمراک+ متازاکلر (۶۹/۲۹ درصد)، ایمازاتاپیر (۶۴/۶۳ درصد)، اتوفومزیت (۷۸/۱۷ درصد)، بن‌سولفورون‌متیل (۵۸/۰۹ درصد)، ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل (۷۹/۳۳ درصد)، اگزادیازون (۹۷/۴۱ درصد) و پندیمتالین در دز ۶۷۵ (۷۶/۵۸ درصد) و ۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۷۱/۲ درصد) از خود نشان دادند. اگرچه به دلیل تراکم نسبتاً پایین علف‌های هرز در مزرعه (جدول ۲) و کاهش معنی‌دار ارتفاع، عملکرد دانه و بیولوژیک در اغلب تیمارهای علفکشی نسبت به شاهد بدون مبارزه (جدول ۳)، بخش قابل‌توجه این کاهش به تأثیر منفی علفکش‌ها باز می‌گردد با این وجود هیچ‌یک از علفکش‌ها سبب کنترل ۱۰۰ درصد علف‌های هرز نشده‌اند (بین ۷۵ تا ۹۵ درصد) و بنابراین درصدی از این کاهش را (هر چند اندک) باید ناشی از رقابت با علف‌های هرز دانست. در بررسی دیگری، مصرف پیش‌رویشی علف‌کش‌های پیروکساسولفورون (۱۲۵ و ۲۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، سولفن‌ترازون (۱۰۵ و ۲۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، کلومازون (۵۷۶ و ۱۱۵۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) و اتوفومزیت (۳۹۶۰ و ۷۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و مصرف پس‌رویشی علف‌کش هالوسولفورون (۳۵ و ۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) باعث از بین رفتن کامل کینوآ شدند (۲۹) که با نتایج این پژوهش در مورد خسارت شدید اتوفومزیت (مصرف پس‌رویشی) در کینوآ همخوانی دارد. در مقابل علف‌کش‌های کلتودیم و کوییزالوفوپ‌تفوریل باعث کاهش عملکرد دانه کینوآ نشدند و بنابراین به نظر می‌رسد امکان مصرف آن‌ها در کینوآ وجود دارد. هالوکسی‌فوپ‌متیل، ستوکسی‌دیم، بن‌سولفورون‌متیل، ایمازاتاپیر، کلوپیرالید و پندیمتالین از جمله علف‌کش‌های امیدبخش بودند هر چند باعث کاهش عملکرد دانه کینوآ شدند اما با قبول میزانی از کاهش عملکرد همانند آن‌چه که در بررسی‌های مربوط به تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز متداول است (۵ تا ۱۰ درصد کاهش عملکرد مجاز) می‌توان با توجه به سختی و هزینه کارگری مورد نیاز برای وجین دستی علف‌های‌هرز، از این علف‌کش‌ها در برنامه مدیریت کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز استفاده نمود. در یک بررسی (۳۱) کاربرد پیش‌رویشی کلریدازون به میزان ۳/۵ و ۷ کیلوگرم در هکتار و کاربرد پس‌رویشی دی‌فلوفنیکان در مقادیر ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و فلومتسولام به میزان ۲۵ گرم در هکتار که در مرحله ۲ الی ۱۰ برگی کینوآ سم‌پاشی شده بودند، هیچ اثر سوئی بر عملکرد دانه کینوآ نداشتند. هم‌چنین مصرف پس‌رویشی اس‌متولاکلر (به میزان ۰/۵ و ۱ لیتر در هکتار) برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ کینوآ، هیچ آسیبی به کینوآ وارد نکردند. اما کاربرد پیش‌رویشی ترفلان (به‌میزان ۱ و ۲ لیتر در هکتار) به‌صورت مخلوط با خاک، و یا هم‌زمان با کاشت و یا همراه آب آبیاری باعث کاهش معنی‌دار تراکم بوته کینوآ و عملکرد دانه

نسبت به شاهد بدون علف‌کش شد (۳۱). به نظر می‌رسد باید قبل از توصیه نهایی علف‌کش‌های امیدبخش، در مطالعات تکمیلی به ویژه در مطالعات دزهای خرد شده، دزهای کاهش یافته و مطالعات دز پاسخ مورد بررسی بیش‌تر قرار گیرند.

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف علف‌کش بر گیاهُسوزی کینوآ و تراکم و وزن‌خشک علف‌های هرز تلخه و جوموشی. تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز بر حسب درصد نسبت به شاهد بدون علف‌کش بیان شده‌اند.

Table 2. Effect of herbicide treatments on visual toxicity of herbicides on quinoa two weeks after spraying (WAS), density and dry matter of *Acroptylon repense* and *Hordeum morinum* four WAS. Weed density and dry matter are shown as percent of untreated control.

تیمارها Treatments	گیاه‌سوزی (درصد) Visual toxicity (%)	تراکم تلخه (تعداد در مترمربع) *Acroptylon repense* Density (no. m^{-2})	وزن خشک تلخه (گرم در مترمربع) *Acroptylon repense* Dry matter (g m^{-2})	تراکم جوموشی (تعداد در مترمربع) *Hordeum morinum* Density (no. m^{-2})	وزن خشک جوموشی (گرم در مترمربع) *Hordeum morinum* Dry matter (g m^{-2})
کلتودیم (۹۶ گرم ماده موثره در هکتار) Clethodim (96 g a i ha^{-1})	0^{f}	–*	–	96.5^{a}	96.82^{ab}
سولفوسولفورون (۱۹/۹۵ گرم ماده موثره در هکتار) Sulfosulfuron (19.95 g a i ha^{-1})	75^{b}	87.5^{ab}	89^{abc}	84^{abc}	81.3^{abcd}
کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل (۶۰ گرم ماده موثره در هکتار) Quizalofop-P-tefuryl (60 g a i ha^{-1})	0^{f}	–	–	95.34^{a}	96.8^{ab}
استوکلر (۲۲۸ گرم ماده موثره در هکتار) Acetochlor (228 g a i ha^{-1})	6.67^{ef}	75^{abc}	83^{abc}	84.8^{ab}	89^{abc}
کلودینافوپ (۱۹۲ گرم ماده موثره در هکتار) Clodinafop (192 g a i ha^{-1})	0^{f}	–	–	71^{bcde}	72^{cde}
هالوکسی‌فوپ‌متیل (۱۰۴ گرم ماده موثره در هکتار) Haloxyfop methyl (104 g a i ha^{-1})	0^{f}	–	–	94.74^{a}	96.46^{ab}
تری‌بنورون‌متیل (۱۵ گرم ماده موثره در هکتار) Tribenuron methyl (15 g a i ha^{-1})	78.33^{b}	83^{ab}	92.5^{ab}	–	–
ریم‌سولفورون + نیکوسولفورون (۱۳۱/۲۵ گرم ماده موثره در هکتار) Rimsulfuron+ nicosulfuron (131.25 g a i ha^{-1})	71.66^{b}	62.5^{bc}	80^{abc}	66^{cde}	84^{abcd}
ستوکسی‌دیم (۳۷۵ گرم ماده موثره در هکتار) Sethoxydim (375 g a i ha^{-1})	0^{f}	–	–	96^{a}	98.16^{a}
پندیمتالین(۶۷۵ گرم ماده موثره در هکتار) Pendimethalin (675 g a i ha^{-1})	0^{f}	62.5^{bc}	66^{abc}	72^{bcde}	69.61^{cde}
پندیمتالین (۱۳۵۰ گرم ماده موثره در هکتار) Pendimethalin (1350 g a i ha^{-1})	42.66^{d}	87.5^{ab}	93.1^{ab}	86.6^{ab}	86.4^{abcd}
ایمازاتاپیر (۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) Imazethapyr (100 g a i ha^{-1})	76.66^{b}	87.5^{ab}	98^{a}	84.8^{ab}	78^{abcd}
کلوپیرالید (۲۲۵ گرم ماده موثره در هکتار) Clopyralid (225 g a i ha^{-1})	56.66^{b}	92^{ab}	96.62^{a}	–	–
اتوفومزیت (۱۲۵۰ گرم ماده موثره در هکتار) Ethofumesate (1250 g a i ha^{-1})	46.66^{d}	58^{bc}	54^{bc}	–	–
ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل (۲۳۲/۵ گرم ماده موثره در هکتار) isoxaflutole+ thiencarbazone-methyl (232.5 g a i ha^{-1})	10^{e}	87.5^{ab}	88^{abc}	61.41^{e}	74.6^{bcd}
کوییین‌مراک+ متازاکلر (۱۰۴۰ گرم ماده موثره در هکتار) Queen merak+ metazachlor (1040 g a i ha^{-1})	72.66^{b}	46^{c}	53^{c}	62^{de}	65^{de}
اگزادیازون (۳۶۰ گرم ماده موثره در هکتار) Oxadiazon (360 g a i ha^{-1})	100^{a}	83^{ab}	89^{abc}	55^{e}	46.5^{e}
بن‌سولفورون‌متیل (۳۰ گرم ماده موثره در هکتار) Bensulfuron methyl (30 g a i ha^{-1})	42.66^{d}	92^{a}	94.36^{a}	82.46^{bcdef}	92.06^{abc}

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (LSD α=۰/۰۵)، * تیمارهای فقط باریک‌برگ کش برای علف‌هرز خارشتر و تیمارهای فقط پهن‌برگ‌کش برای علف‌هرز جوموشی در مقایسه منظور نشدند. برای علف‌کش‌های دومنظوره فقط داده‌های علف‌هرز متناظر لحاظ شدند

At least one common letter in each colomn shows no significant differences between means (LSD α=0.05), * Grass killers for *Acroptylon repense* and broadleaf weed killers for *Hordeum morinum* were dismissed from the treatments exposed to the analysis, for dual purpose herbicides only corresponding weeds were involved in the analysis

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف علف‌کش بر ارتفاع، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه کینوآ. ارتفاع، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه بر حسب درصد نسبت به شاهد وجین دستی بیان شده‌اند.

Table 3. Effect of herbicide treatments on plant height, biological yield and grain yield of quinoa. Plant height, biological yield and grain yield are shown as percent of hand weeding control.

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تیمارها Treatments
$48.69^{efg *}$	$45.74^{de *}$	$20.49^{fg *}$	شاهد بدون مبارزه Weedy check
4.67^{h}	0.0^{g}	6.34^{h}	کلتودیم (۹۶ گرم ماده مؤثره در هکتار) Clethodim (96 g a i ha^{-1})
87.42^{abc}	84.65^{ab}	45.37^{cd}	سولفوسولفورون (۱۹/۹۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Sulfosulfuron (19.95 g a i ha^{-1})
20.08^{gh}	6.3^{fg}	5.86^{h}	کوییزالوفوپ‌پی‌تفوریل (۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Quizalofop-P-tefuryl (60 g a i ha^{-1})
83.31^{abcd}	81.22^{abc}	38.06^{d}	استوکلر (۲۲۸ گرم ماده مؤثره در هکتار) Acetochlor (228 g a i ha^{-1})
67.02^{bcdef}	61.36^{cd}	8.29^{h}	کلودینافوپ (۱۹۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) Clodinafop (192 g a i ha^{-1})
39.53^{fgh}	29.09^{fg}	5.38^{h}	هالوکسی‌فوپ‌متیل (۱۰۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) Haloxyfop methyl (104 g a i ha^{-1})
86.82^{abs}	82.55^{ab}	48.78^{c}	تری‌بنورون‌متیل (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Tribenuron methyl (15 g a i ha^{-1})
88.49^{ab}	86.06^{ab}	59.52^{b}	ریم‌سولفورون + نیکوسولفورون (۱۳۱/۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Rimsulfuron+ nicosulfuron (131.25 g a i ha^{-1})
48.29^{efg}	43.52^{def}	11.23^{gh}	ستوکسی‌دیم (۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Sethoxydim (375 g a i ha^{-1})
76.58^{bcde}	70.66^{bcd}	37.57^{ef}	پندیمتالین (۶۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Pendimethalin (675 g a i ha^{-1})
71.2^{bcd}	63.69^{cd}	27.33^{de}	پندیمتالین (۱۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Pendimethalin (1350 g a i ha^{-1})
64.63^{def}	64.1^{cd}	39.04^{cd}	ایمازاتاپیر (۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Imazethapyr (100 g a i ha^{-1})
66.34^{cdef}	46.62^{de}	12.2^{gh}	کلوپیرالید (۲۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) Clopyralid (225 g a i ha^{-1})
78.17^{abcd}	68.92^{bcd}	23.9^{f}	اتوفومزیت (۱۲۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Ethofumesate (1250 g a i ha^{-1})
79.33^{abcd}	76.23^{abc}	27.33^{ef}	ایزوکسافلوتول+ تین‌کاربازون‌متیل (۲۳۲/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) isoxaflutole+ thiencarbazone-methyl (232.5 g a i ha^{-1})
69.29^{bcdef}	57.2^{de}	44.89^{cd}	کوییین‌مراک+ متازاکلر (۱۰۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Queen merak+ metazachlor (1040 g a i ha^{-1})
97.41^{a}	92.89^{a}	75.62^{a}	اگزادیازون (۳۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Oxadiazon (360 g a i ha^{-1})
58.09^{def}	50.3^{de}	43.91^{cd}	بن‌سولفورون‌متیل (۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) Bensulfuron methyl (30 g a i ha^{-1})

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (LSD α=۰/۰۵). * در تیمار شاهد وجین دستی ارتفاع بوته ۶۸/۳۳ سانتی‌متر، عملکرد زیست‌توده ۵۵۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دانه ۳۳۴۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود

At least one common letter in each colomn shows no significant differences between means (LSD α=0.05). * In hand weeding control, plant hejght was 68.33 cm, biological and grain yield were 5506.7 kg ha^{-1} and 3346.7 kg ha^{-1}, respectively

نتیجه‌گیری کلی

به‌نظر می‌رسد می‌توان از علف‌کش‌های کلتودیم و کوییزالوفوپ‌تفوریل به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز باریک برگ در کینوآ بدون خسارت جدّی و کاهش معنی‌دار عملکرد دانه استفاده کرد. به‌علاوه در میان باریک‌برگ کش‌ها کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌متیل و ستوکسی‌دیم نیز نتایج امیدوارکننده‌ای در کنترل علف‌های‌هرز و کاهش عملکرد قابل اغماض کینوآ را نشان دادند. در مورد کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ، مصرف هیچ‌یک از علف‌کش‌ها (دومنظوره‌ها و پهن‌برگ‌کش‌ها) مانع از کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کینوآ نشدند اما در این بین مصرف علف‌کش‌های ایمازاتاپیر، کلوپیرالید، کوییزمراک+ متازاکلر و بن‌سولفورون‌متیل نتایج امیدبخشی نشان دادند.

منابع

1. Jacobsen, S.E., Mujica, A. and Jensen, C.R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Rev. Int. 19: 99-109.
2. Sun, Y., Liu, F., Bendevis, M., Shabala, S. and Jacobsen, S.E. 2014. Sensitivity of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties to progressive drought stress. J. Agron. Crop Sci. 200:12-23.
3. Adolf, V.I., Jacobsen, S.E. and Shabala, S. 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environ. Exp. Bot. 92: 43-54.
4. Bohm, J., Messerer, M., Muller, H.M., Scholz-Starke, J., Gradogna, A., Scherzer, S., Maierhofer, T., Bazihizina, N., Zhang, H., Stigloher, C., Ache, P., Al-Rasheid, K.A.S., Mayer, K.F.X., Shabala, S., Carpaneto, A., Haberer, G., Zhu, J.K. and Hedrich, R. 2018. Understanding the molecular basis of salt sequestration in epidermal bladder cells of Chenopodium quinoa. Current Biology 28: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.08.004.
5. FAO. 2013. The International Year of Quinoa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/quinoa-2013/en/.
6. Liang, X., Rogers, C.W., Rashed, A., Schroeder, K. and Hutchinson, P.J.S. 2016. Adopting Quinoa in Southeastern Idaho. University of Idaho. BUL 902. 6p.
7. Li, G. and Zhu, F. 2018. Quinoa starch: structure, properties, and applications. Carbohydrate Polymers. 181: 851-861.
8. Nowak, V., Du, J. and Charrondiere, U.R. 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Chemistry. 193: 47-54. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111.
9. Romano, A. and Ferranti, P. 2018. Sustainable Crops for Food Security: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Reference Module in Food Sciences. 10.1016/B978-0-08-100596-5.22573-0. Elsevior Ltd.
10. Valencia-Chamorro, S.A. 2016. The Legumes and Pseudocereals, Quinoa. Reference Module in Food Sciences. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00041-X. Elsevior Ltd.
11. Jacobsen, S.E., Christiansen, J.L. and Rasmussen, J. 2010. Weed harrowing and inter-row hoeing in organic grown quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Outlook on Agriculture. 39: 223-227.
12. Buckland, K.R., Reeve, J.R., Creech, J.E. and Durham, S.L. 2018. Managing soil fertility and health for quinoa production and weed control in organic systems. Soil and Tillage Research, 184: 52-61.
13. Miller, T. 2014. Quinoa weed control trials, WSU Mount Vernon NWREC. http://ir4.rutgers.edu/Fooduse/PerfData/3974.pdf. (Accessed 12 Nov 2018).
14. Karaminejad, M.R., Minbashi, M., Afzal-Vatan, M. and Jabbari, S. 2019. Quinoa (*chenopodium quinoa*) reaction to some herbicides broad-leaf weed control. 8th Iranian Weed Science Congress, Mashhad, Iran, 27-28 Auguest. (In Persian)

15.Nurse, R.E., Obeid, K. and Page, E.R. 2016. Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. Can. J. Plant Sci. 96: 360-366.
16.Bianchi, L., Anunciato, V.M., Gazola, T., Perissato, S.M., Dias, R.C., Tropaldi, L. Carbonari, C.A. and Velini E.D. 2020. Effects of glyphosate and clethodim alone and in mixture in sourgrass (*Digitaria insularis*). Crop Protect. 138: 105322. https://doi.org/ 10.1016/ j.cropro.2020.105322.
17.Bijanzadeh, E., Ghadiri, H. and Behpouri, A. 2010. Effect oftrifluralin, pronamide, haloxyfop-pmethyl, propaquizafop, andisoxaben on weed control and oilseed rape yield in Iran. Crop Protect. 29: 808-812.
18.Matyjaszczyk, E. 2020. Protection possibilities of agricultural minor crops in the European Union: a case study of soybean, lupin and camelina. Journal of Plant Diseases and Protection. 127: 55-61.
19.Szekacs, A. 2021. Herbicide mode of action. P 41-86, In: R. Mesnage and J. Zaller (eds), Herbicides chemistry, efficacy, toxicology, and environmental impacts, Elsevier, North Carolina.
20.Aliverdi, A. and Ahmadvand, G. 2018. The effect of nozzle type on clodinafop-propargyl potency against winter wild oat. Crop Protect. 114: 113-119.
21.Zand, E., Baghestani, M.A., Shimi, P., Nezamabadi, N., Mosavi, M.R. and Mosavi, K. 2012. Guide for weed control methods in important crops and fruit gardens in Iran. Mashhad Jahad Daneshgahi Press. 176p. (In Persian)
22.Joshi, V., Suyal, A., Srivastava, A. and Srivastava, P.C. 2019. Role of organic amendments in reducing leaching of sulfosulfuron through wheat crop cultivated soil. Emerg Conta. 5: 4-8.
23.Ribeiro, V.H.V., Maia, L.G.S., Arneson, N.J., Oliveira, M.C., Read H.W., Ane, J.M., dos Santos, J.B. and Werle, R. 2020. Influence of PRE-emergence herbicides on soybean development, root nodulation and symbiotic nitrogen fixation. Crop Protect. 144: 105576. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105576.
24.Santel, H.J. 2012. Thiencarbazone-methyl (TCM) and Cyprosulfamide (CSA) – a new herbicide and a new safener for use in corn. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, March 13-15, Braunschweig, Germany. DOI: 10.5073/jka.2012. 434. 062.
25.Zand, E., Baghestani, M.A., Nezam-Abadi, N. and Shimi, P. 2010. Herbicides and important weeds of Iran. Nashr-Daneshgahi Press. Tehran. (In Persian)
26.Aladesanwa, R.D. and Akinbobola, T.N. 2008. Effects of lime on the herbicidal efficacy of atrazine and yield response of maize (*Zea mays* L.) under field conditions in southwestern Nigeria. Crop Protect. 27: 926-931.
27.Maes, V., Vettier, A., Dedourge-Geffard, O., Geffard, A., Paris-Palacios, S., Betoulle, S. and David E. 2014. Effect of ethofumesate herbicide on energy metabolism in roach (*Rutilus rutilus*). Journal of Xenobiotics. 4: 81-84.
28.Smith, J.M. and Cromarck, H.T.H. 1993: Weed control in quinoa (*Chenopodium quinoa*) and coriander (*Coriandrum sativum*). Brighton Crop Protection Conference - Weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, 22-25 November, 3: 1073-1078.
29.Cowbrough, M. 2016. Crop injury and yield response of quinoa to applications of various herbicides. Crop Advances: Field Crop Reports. http://www. ontariosoilcrop.org/wp-content/ uploads/ 2016/02/V12-2015CrpAdv_Gen3_Crop-Injury-and-Yield-Response-of-Quinoa-to-Applications-of-Various-Herbicides. pdf (Accessed 7 Nov 2018).
30.Kakabouki, I., Karkanis, A., Travlosc, I.S., Hela, D., Papastylianou, P., Wu, H., hachalis, D., Sestras, R. and Bilalis, D. 2015. Weed flora and seed yield in quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Willd.) as affected by tillage systems and fertilization practices. Int. J. Pest Manag. 61: 228-234.
31.Dhammu, H. 2021. Executive summary, Quinoa as a new crop to Australia, stage 2. AgriFutures Australia Publication No. 21-019. 10p. https://www.agrifutures. com.au/wp-content/uploads/2021/03/21-019.pdf (Accessed 27 Aug 2021).