

Investigation of the Response of Crown Vetch (*Coronilla varia*) Ecotypes to Various Post-Emergence Herbicides under Greenhouse Conditions, with the Aim of Assessing the Feasibility of Cultivating It

R. Saberfar¹, Gh.R. Heidari^{1*}, F. Nazari², S. Babaei¹, A. Molaahmad Nalouisi²

1- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2- Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

(*- Corresponding author's Email: g.heidari@uok.ac.ir)

How to cite this article:

Saberfar, R., Heidari, Gh.R., Nazari, F., Babaei, S., & Molaahmad Nalouisi, A. (2026). Investigation of the response of crown vetch (*Coronilla varia*) ecotypes to various post-emergence herbicides under greenhouse conditions, with the aim of assessing the feasibility of cultivating it. *Iranian Plant Protection Research*, 39(4), 419-431. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/jpp.2025.94023.1236>

Received: 18-06-2025

Revised: 20-08-2025

Accepted: 14-09-2025

Available Online: 10-02-2026

Introduction

Crown vetch (*Coronilla varia*) is a perennial tetraploid leguminous plant ($2n=24$) belonging to the Fabaceae family. Widely used as a decorative ground cover and in erosion control along roadsides, it also plays a vital role in nitrogen fixation, environmental improvement, and soil microclimate enhancement. Native to Central and Southern Europe, its cultivation has expanded to the Mediterranean, Russia, Middle East, and the United States. In Iran, it is found in various provinces such as Mazandaran, Ilam, Lorestan, Guilan, Qom, Kermanshah, Golestan, Kurdistan, and Chaharmahal and Bakhtiari, primarily in pastures, orchards, and field margins. Although primarily valued as forage with nutritional quality comparable to alfalfa, Crown vetch contains toxic compounds like cyanogenic glycosides, notably "croneoline", which pose risks to non-ruminant animals, especially horses. The herbicide 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) is used post-emergently for controlling broadleaf weeds in various crops, particularly in no-till systems. Common broadleaf herbicides used in alfalfa fields in Iran include chlorotoluron, paraquat, glyphosate, imazethapyr, topramezone, and bentazone, along with grass herbicides such as fluazifop-p-butyl and haloxyfop-methyl. Atlantis is a herbicide containing methylsulfuron-methyl and iodosulfuron-methyl-sodium from the sulfonyleurea active ingredient group; it is widely used for controlling broadleaf weeds as well as some annual weeds in wheat fields. The use of Crown vetch as a cultivated crop in Iran remains limited, and its potential as a weed or a cover crop warrants further investigation.

Materials and Methods

To evaluate the effects of herbicides on different ecotypes of *Medicago sativa* subsp. *falcata*, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in the greenhouse of the University of Kurdistan in 2024. The experimental factors included ten ecotypes (collected from Hamadan,

© Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)



<https://doi.org/10.22067/jpp.2025.94023.1236>

Kermanshah, Kurdistan, Ilam, and Semnan provinces) and five herbicide treatments (control without herbicide, Totril, 2,4-DB, Granstar, and Atlantis). Seeds were germinated using the top-paper method, and uniform seedlings were transplanted into pots under controlled greenhouse conditions. At the four-leaf stage, plant density was thinned to two plants per pot, and herbicides were applied at the recommended wheat dosages during the branching stage. Spraying was carried out at 22 ± 2 °C, 60–65% relative humidity, and a spray volume of 300 L.ha⁻¹. After 21 days, visual injury ratings were recorded, and shoot dry weight was measured after oven-drying samples at 72 °C for 48 h. Plant height and leaf area index (LAI) were also recorded. Changes in LAI were measured using an LAI meter and analyzed by fitting a logistic growth model. Data were subjected to ANOVA using SAS (version 9.4), mean comparisons were performed by LSD test at the 1% level, and data normality was checked using Minitab. Graphs were prepared using Microsoft Excel.

Results and Discussion

In the evaluation of leaf area index, the highest value was observed in the control treatment of the Paveh ecotype (1.45), while the lowest value was recorded in the 2,4-DB treatment of the Marivan ecotype (0.24). Overall, the average reduction in leaf area index compared with the control treatment for the herbicides 2,4-DB, Totril, Granstar, and Atlantis was 58.03%, 48%, 41.4%, and 21.03%, respectively. Visual assessment results indicated that the herbicides 2,4-DB (99%) and Totril (95.5%) had the greatest effect on controlling the *Medicago sativa* ecotypes, whereas Atlantis (53.7%) showed the lowest control efficiency. The highest percentage reduction in plant height compared to the control treatment was observed as follows: 2,4-DB (68.52% in the Hamedan ecotype), Totril (58.68% in the Sazez ecotype), Granstar (38.71% in the Nahavand ecotype), and Atlantis (26.02% in the Hamedan ecotype). In the evaluation of leaf area index (LAI), the highest value was recorded in the control treatment of the Paveh ecotype (1.45), and the lowest value in the 2,4-DB treatment of the Marivan ecotype (0.24). Overall, the average reduction in LAI compared with the control for 2,4-DB, Totril, Granstar, and Atlantis was 58.03%, 48%, 41.4%, and 21.03%, respectively. Regarding shoot dry weight, the highest value was observed in the control treatment of the Paveh ecotype (28.67 g), and the lowest in the 2,4-DB treatment of the Sazez ecotype (5.11 g). In general, Totril and 2,4-DB caused the greatest reduction in shoot dry weight of *Medicago sativa*, whereas Atlantis had the least reduction compared to the other herbicides.

Conclusion

The study demonstrated that Totril and 2,4-DB herbicides were the most effective in controlling *Medicago sativa* as a weed, while Granstar and Atlantis showed lower efficacy. Considering the potential phytotoxicity of 2,4-DB in orchards, Totril is recommended as a safer option for weed management in such environments. Furthermore, the Paveh and Semnan ecotypes, with higher shoot dry weight and leaf area index, were identified as herbicide-resistant and high-performing, making them suitable for cultivation purposes. Pre-emergence application of effective herbicides like Totril is advised to control weeds without reducing crop performance.

Keywords: Atlantis, Dry weight, Herbicide efficacy, Totril, Visual assessment

ارزیابی واکنش اکوتیپ‌های یونجه باغی (*Coronilla varia*) به علف‌کش‌های مختلف پس‌رویشی در شرایط گلخانه‌ای با هدف امکان‌سنجی کشت زراعی

رحیمه صابر فر^۱ - غلامرضا حیدری^{۲*} - فرزاد نظری^۲ - سیروان بابائی^۱ - ایوب ملااحمد نالوسی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی (*Coronilla varia*) نسبت به علف‌کش‌ها، آزمایشی در سال ۱۴۰۳ در گلخانه دانشگاه کردستان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. عامل اول شامل ۱۰ اکوتیپ مختلف یونجه باغی (همدان، نهاوند، پاوه، سمنان، سنندج، سروآباد، سقز، کرمانشاه، مریوان و ایلام) و عامل دوم پنج سطح علف‌کش (شامل شاهد بدون علف‌کش، توتریل (ایوکسینیل)، توفوردی بی (۲ و ۴- دی کلروفنوکی دی‌هیدروکسی)، گرانتار (تری‌نورون متیل) و آتلاتیس (یدوسولفورون متیل + مزوسولفورون متیل + ایمن‌کننده مفن پیر دی اتیل) بود. صفات مورد ارزیابی شامل خسارت چشمی، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک بودند. نتایج حاصل از ارزیابی چشمی نشان داد که علف‌کش‌های توفوردی بی (۹۹ درصد) و توتریل (۹۵/۵ درصد) بیشترین تأثیر را در مهار اکوتیپ‌های یونجه باغی داشتند، در حالی که آتلاتیس (۵۳/۷ درصد) کمترین میزان مهار را نشان داد. بیشترین درصد کاهش ارتفاع نسبت به شاهد به ترتیب در علف‌کش‌های توفوردی بی (۶۸/۵۲ درصد در اکوتیپ همدان)، توتریل (۵۸/۶۸ درصد در اکوتیپ سقز)، گرانتار (۳۸/۷۱ درصد در اکوتیپ نهاوند) و آتلاتیس (۲۶/۰۲ درصد در اکوتیپ همدان) مشاهده شد. در بررسی شاخص سطح برگ، بیشترین مقدار مربوط به شاهد پاوه (۱/۴۵) و کمترین مقدار مربوط به تیمار توفوردی بی در اکوتیپ مریوان (۰/۲۴) بود. به طور کلی، میانگین کاهش شاخص سطح برگ در مقایسه با شاهد برای علف‌کش‌های توفوردی بی، توتریل، گرانتار و آتلاتیس به ترتیب ۵۸/۰۳، ۴۸، ۴۱/۴ و ۲۱/۰۳ درصد بود. در خصوص وزن خشک، بیشترین مقدار به شاهد در اکوتیپ پاوه (۲۸/۶۷ کیلوگرم) و کمترین مقدار به تیمار توفوردی بی در اکوتیپ سقز (۵/۱۱ کیلوگرم) اختصاص داشت. به طور کلی، علف‌کش‌های توتریل و توفوردی بی بیشترین تأثیر کاهش در وزن خشک یونجه باغی را نشان دادند، در حالی که آتلاتیس کمترین کاهش را در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: آتلاتیس، ارزیابی چشمی، توتریل، کارایی علف‌کش، وزن خشک

مقدمه

مهار علف‌های هرز، تثبیت نیتروژن جوی، افزایش فعالیت‌های آنزیمی و بهبود شرایط خرداقلیمی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. یونجه باغی به‌ویژه در حاشیه جاده‌ها و بزرگراه‌ها، با هدف کاهش فرسایش خاک و استحکام‌بخشی به بسترهای کناری کاشت می‌شود (Molano-Flores, 2014). این گیاه از طریق بذر یا ریزوم تکثیر می‌یابد و در خاک‌هایی با شوری ۰/۵ درصد رشد می‌کند (et al., Wu, 2011).

یونجه باغی بومی اروپای مرکزی و جنوبی است و در حال حاضر، کشت آن در منطقه مدیترانه، روسیه، خاورمیانه و ایالات متحده رایج است (Gustine & Moyer, 1990). در ایران، در مراتع و باغات و

یونجه باغی (*Coronilla varia*) گیاهی چندساله، تتراپلوئید (2n=24) و متعلق به خانواده Fabaceae است. این گونه به عنوان یک گیاه پوششی زینتی و مرتعی، به طور گسترده‌ای برای

۱- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج،

ایران

(Email: g.heidari@uok.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/jpp.2025.94023.1236>

حاشیه مزارع استان‌های مازندران، ایلام، لرستان، گیلان، قم، کرمانشاه، گرگان، کردستان و چهارمحال و بختیاری گزارش شده است (Salehi Shanjani et al., 2023). یونجه باغی عمدتاً به‌منظور تولید علوفه کشت می‌شود و از نظر ارزش غذایی، قابل مقایسه با یونجه معمولی (*Medicago sativa*) است. با این حال، به دلیل وجود ترکیبات نیتروگلیکوزیدی در بافت‌های گیاه، مصرف آن برای اسب‌ها و سایر حیوانات غیرنشخوارکننده می‌تواند سمی و خطرناک باشد. مصرف بیش از حد یونجه باغی می‌تواند موجب بروز عوارضی نظیر کندی رشد، بروز سکتة مغزی و در موارد شدید، مرگ شود. این گیاه حاوی ترکیب سمی گلیکوزیدی به نام «کرونیلین» است که عامل اصلی این اثرات سمی شناخته می‌شود (Al-Snafi, 2016). در ایران، یونجه باغی به عنوان گیاه مرتعی و گاهی علف‌هرز باغات شناخته می‌شود، اما تاکنون به عنوان گیاه علوفه‌ای زراعی کشت نشده است. چنانچه یونجه باغی با هدف علوفه‌ای کشت گردد، باتوجه به اینکه رشدونمو گیاهان علوفه‌ای چندساله، در سال اول استقرار به آهستگی صورت می‌گیرد، به همین دلیل در رقابت با علف‌های هرز به شدت آسیب می‌بیند (Sowinski, 2014). بنابراین با توجه به اینکه یونجه در سال اول استقرار رشد کندی دارد، در رقابت با علف‌های هرز به شدت آسیب‌پذیر است و مهار شیمیایی علف‌های هرز در چنین مرحله‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین، تعیین حساسیت یا مقاومت یونجه باغی نسبت به علف‌کش‌های پس‌رویشی برای ارزیابی امکان کشت زراعی این گونه ضروری است. علف‌های هرز شدیدترین و گسترده‌ترین محدودیت بیولوژیکی در سیستم‌های تولید کشاورزی به شمار می‌روند و به اراضی زراعی و غیرزراعی خسارت وارد می‌کنند. آن‌ها عملکرد و کیفیت محصول را کاهش و هزینه تولید را افزایش می‌دهند. کشاورزی فشرده در دوران انقلاب سبز، استفاده از کودهای شیمیایی و رقم‌های پاکوتاه و روش‌های نوین کشت و آبیاری را توسعه داد که باعث افزایش رشد علف‌های هرز در مزارع و استفاده گسترده از علف‌کش‌ها برای مهار آن‌ها شد (Nath et al., 2024).

علف‌کش توفوردی بی (۲-۴ دی کلروفنوکی دی‌هیدروکسی) یک علف‌کش پس‌رویشی با اثر اختصاصی بر علف‌های هرز پهن‌برگ است که در مدیریت علف‌هرز بسیاری از محصولات زراعی، به‌ویژه در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی^۱ به کار می‌رود (Minbashi moeini et al., 2022; Gazola et al., 2022). از علف‌کش‌های پهن‌برگ متداول مزارع یونجه در ایران داکتال، گراماکسون، راندآپ، پرسوئیت، توفوردی و بازگران و باریک‌برگ‌کش فوزیلید فورته و گالانت سوپر را می‌توان نام برد (Zand et al., 2019). توتربیل، گرانستار و آتالانتیس از ترکیبات فعال گروه سولفونیل اوره هستند، مواد مؤثره از طریق برگ‌های علف‌های هرز جذب می‌شوند و با مهار آنزیم‌های

استولاکتاک سنتاز^۲، رشد آن‌ها را متوقف می‌کنند (Said & Jaff, 2020). توتربیل، علف‌کشی پس‌رویشی است که در مزارع پیاز (*Allium cepa* L.) ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد و قادر به مهار تاج‌خروس (*Celosia argentea*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، پنیرک (*Malva neglecta*)، پیچک (*Parthenocissus* spp.)، هوپ‌وحشی (*Daucus carota*) و شاه‌تره (*Bunium persicum*) می‌باشد (Rouzkhush et al., 2024). علف‌کش گرانستار به دلیل سمیت پایین برای پستانداران، خطر زیست‌محیطی اندک، قابلیت استفاده در دزهای پایین، قیمت مناسب و توانایی مهار طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن‌برگ به‌طور گسترده در مدیریت علف‌های هرز مزارع گندم در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Tahmasebi et al., 2024). استفاده مکرر گندم‌کاران و نارضایتی از مهار بهینه و مؤثر علف‌کش گرانستار منجر به بررسی مقاومت علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) ایران شده است. طی فراخوانی ملی در سال ۱۳۹۷، در مجموع ۲۴۰ جمعیت علف‌های هرز پهن‌برگ متعلق به ۱۳ گونه و هفت خانواده گیاهی از ۱۵۳ مزرعه گندم در ۷۲ شهرستان در ۱۴ استان مشکوک به مقاوم بودن به علف‌کش گرانستار جمع‌آوری شد و به‌طور کلی، نتایج نشان داد که ۵۱/۷ درصد از جمعیت‌های غربال‌شده (۱۲۴ جمعیت) در برابر گرانستار مقاومت داشتند (Tahmasebi et al., 2024). در فرآیند مدیریت علف‌های هرز، استفاده از دزهای پایین علف‌کش به دلیل خطر کمتر برای محیط زیست توصیه می‌شود، به‌ویژه آن‌هایی که دارای سولفونیل اوره هستند (Kovach et al., 1992; Polkhani et al., 2023). آتالانتیس، علف‌کشی حاوی مزوسولفورون‌متیل و یدوسولفورون‌متیل سدیم که از ترکیبات فعال گروه سولفونیل اوره هستند، می‌باشد و به‌طور گسترده برای مهار علف‌های هرز پهن‌برگ و همچنین برخی از علف‌های هرز یکساله در مزارع گندم استفاده می‌شوند (Said & Jaff, 2020). در یک مطالعه، تأثیر نمک سدیم توفوردی در غلظت‌های مختلف بر گندم و علف‌های هرز *Rumex dentatus* L. و *Medicago polymorpha* L. بررسی شد. نتایج نشان داد که دزهای ۵ تا ۲۰ گرم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشت، ولی استفاده از دزهای پایین توفوردی موجب کاهش پتانسیل تولید بذر علف‌های هرز شد (Kaur & Kaur, 2019). در یک پژوهش به‌منظور مهار علف‌های هرز *Medicago sativa* L.، بازگران و علف‌کش‌های مختلفی شامل ارادیکان، سنکور، توفوردی بی، بازگران و پرسوئیت استفاده شدند. نتایج نشان داد که در مهار علف‌های هرز پهن‌برگ، علف‌کش سنکور با ۹۹ و ۹۷ درصد و پس از آن پرسوئیت با ۹۱ و ۹۰ درصد کارایی، بیشترین تأثیر را داشتند، در مقابل ارادیکان با ۳۶ و ۴۴ درصد، ضعیف‌ترین عملکرد را در این گروه از علف‌های

کافی درباره حساسیت یونجه باغی (*Coronilla varia*) به علف‌کش‌های پس‌رویشی، هدف این پژوهش ارزیابی واکنش اکوتیپ‌های مختلف این گیاه به علف‌کش‌های متداول است تا امکان‌سنجی استفاده زراعی آن به‌عنوان گیاه علوفه‌ای بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر علف‌کش‌ها بر اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشگاه کردستان در سال ۱۴۰۳ اجرا شد. عامل اول در این طرح، اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی (همدان، نهاوند، پاوه، سمنان، سنج، سروآباد، سقز، کرمانشاه، مریوان و ایلام) و عامل دوم سموم علف‌کش (شاهد (بدون علف‌کش)، توتریل (ایوکسینیل)، توفوردی-بی (۲ و ۴- دی کلروفونوکسی‌دی‌هیدروکسی)، گرانستار (تری‌بنورون متیل) و آتالانتیس (یدوسولفورون متیل سدیم + مزوسولفورون متیل + ایمن‌کننده مفن پیر دی اتیل) بود. بذر اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی از مراتع، باغات و حاشیه مزارع استان‌های همدان، کرمانشاه، کردستان، ایلام و سمنان جمع‌آوری گردید. برای تهیه بوته‌های یکسان، براساس روش تاپ پیپیر، تعداد ۵۰ عدد بذر از هر اکوتیپ پس از ضدعفونی بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در پتری دیش‌هایی به‌قطر ۹ سانتی‌متر در ژرمیناتور (مدل MLR-350H، شرکت الکتریک سانپو ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در شرایط هشت ساعت نور و ۱۶ ساعت تاریکی قرار داده شد (Vivanco et al., 2021). پس از جوانه‌زنی، بذره‌های یکنواخت هر اکوتیپ انتخاب و به‌تعداد پنج عدد در گلدان‌های پلاستیکی با ارتفاع و قطر دهانه ۲۱ سانتی‌متر و سطح مقطع ۱۷۵ سانتی‌مترمربع در بستر کاشت ترکیب خاک زراعی، ماسه و کود دامی پوسیده به‌نسبت حجمی یکسان کشت شدند. شرایط رشد گیاه در گلخانه شامل دمای روز/شب ۳/۲۵±۱۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵۰±۵ درصد، شدت شار نوری فتوسنتزی ۷۰۰-۹۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه و یک فتوپریود ۱۴ ساعته بود. پس از استقرار گیاه و رسیدن به مرحله چهار برگی، تراکم گیاهی از طریق تنک‌سازی به دو بوته در هر گلدان کاهش یافت. با شروع مرحله تشکیل انشعابات فرعی (تقریباً دو ماه پس از کاشت)، در یک نوبت تیمار علف‌کش‌ها با دز توصیه‌شده برای گندم (توتریل ۱/۵ لیتر در هکتار)، توفوردی-بی (دو لیتر در هکتار)، گرانستار (۲۰ گرم در هکتار) و آتالانتیس (۱/۵ لیتر در هکتار)) اعمال شد. محلول‌پاشی با سم‌پاش پشته جکتو برزیل مدل PJH مجهز به نازل مخروطی توخالی در فشار سه بار و حجم پاشش معادل ۳۰۰ لیتر در هکتار انجام گردید. عملیات سم‌پاشی در گلخانه با دمای ۲۲±۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۶۵ درصد انجام شد. سم‌پاش پشته جکتو ساخت برزیل، مدل PJH مورد استفاده قرار گرفتند. پس

هرز نشان داد. برای مهار علف‌های باریک‌برگ، ارادیکان با اثربخشی ۱۰۰ درصد و سنکور با اثربخشی ۸۷ و ۹۱ درصد، به‌عنوان مؤثرترین علف‌کش‌ها شناسایی شدند (Norouzi et al., 2023). در مراتع طبیعی، کاربرد توفوردی با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار در اواسط ماه جولای، علف‌های هرز پهن‌برگ را به‌طور مؤثر مهار کرد، بدون اینکه تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت علوفه داشته باشد (Faji et al., 2022). استفاده از علف‌کش‌های گرانستار، فلوروکسی پیر (استاران) و ترکیب هر دو (تاگون) بر علف‌های هرز مزارع گندم مصر بیانگر کاهش تراکم و زیست‌توده تازه و خشک علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم بود. تاگون منجر به حداکثر کاهش وزن تر علف‌های هرز پهن‌برگ شد و بالاترین راندمان مهار علف‌های هرز را به همراه داشت (Khozimy et al., 2023). ارزیابی اثر ترکیب علف‌کش‌های تاپیک و گرانستار با نسبت‌های مختلف (به‌ترتیب ۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار برای تاپیک و ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در هکتار برای گرانستار) نشان داد که تیمار ترکیبی تاپیک با دز ۲۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار همراه با ۶۰ گرم در هکتار گرانستار بیشترین میزان کاهش رشد کل علف‌های هرز را به دنبال داشته است (Hussain et al., 2018). در پژوهشی جهت بررسی اثر علف‌کش‌های پیش‌رویشی و پس‌رویشی بر عملکرد گندم، از علف‌کش استامپ + آتالانتیس و ترفلان + آتالانتیس استفاده شد که علف‌کش ترفلان به‌صورت پیش‌کاشت و استامپ به‌صورت پیش‌رویشی مصرف شد. استفاده از علف‌کش پیش‌کاشتی استامپ به‌همراه علف‌کش آتالانتیس منجر به افزایش عملکرد نسبت به شاهد و مصرف علف‌کش ترفلان گردید (Moghaddam et al., 2023). در مطالعه‌ای دیگر، اثرات چهار علف‌کش تاپیک، بازگران، اکسیال و آتالانتیس بر رشد، عملکرد دو رقم گندم (وافیه و اوزکان) و ویژگی‌های علف‌های هرز بررسی شد. علف‌کش تاپیک با اکسیال، وزن خشک علف‌های هرز را به ۵۳/۶۰ گرم در مترمربع کاهش داد و کمترین تأثیر مربوط به علف‌کش آتالانتیس بود. کمترین عملکرد دانه (۲۸۴/۶۰ گرم در مترمربع) با اکسیال در گندم وافیا مشاهده شد (Al-Hashemi & Al-Obaidi, 2024).

در پژوهشی جهت مهار علف‌های هرز پهن‌برگ مزرعه پیاز، استفاده از علف‌کش‌های توتریل، گل و استامپ از نظر کارایی مهار علف‌های هرز و افزایش عملکرد نتایج مشابهی را به دست آوردند (Mamnooei & Atari, 2020). برای مهار علف‌هرز گل‌قاصدک (*Taraxacum officinale*) در چمن فریزکتاکی از دو علف‌کش یو-۴۶-کمی فلوئید و دوپلوسان سوپر و برهم‌کنش آن‌ها با توتریل استفاده شد. نتایج نشان داد که ترکیب دو لیتر در هکتار یو-۴۶-کمی فلوئید و توتریل و همچنین ۲/۵ لیتر در هکتار دوپلوسان سوپر و توتریل بهترین کارایی را در کاهش وزن علف‌هرز و بهبود کیفیت چمن داشتند (Mesbahi et al., 2023). با توجه به اهمیت مدیریت علف‌های هرز در استقرار گیاهان علوفه‌ای چندساله و نبود اطلاعات

اکوتیپ نسبت به علف‌کش‌ها، اکوتیپ مریوان با ۶۹/۳ درصد خسارت بود و بیشترین خسارت، معادل ۹۳/۷ درصد، در اکوتیپ سروآباد مشاهده شد (شکل ۱).

توفوردی بی یک پیش‌علف‌کش است که در گیاه از طریق بتاکسیداسیون تبدیل به توفوردی می‌شود و بر گیاهان هدف اثرگذار است. گیاهان خانواده حبوبات به دلیل نگهداری کمتر علف‌کش توفوردی بی روی برگ، جذب و انتقال کمتر و تجزیه سریع‌تر از طریق بتا-اکسیداسیون، نسبت به علف‌های هرز پهن‌برگ مقاومت بیشتری دارند. از این رو برای مهار علف‌های هرز پهن‌برگ حبوبات قابل استفاده خواهد بود (Hawf et al., 1974; Zimdahl, 2012). در مطالعه نوروزی و همکاران (Norouzi et al., 2023)، توفوردی بی تأثیر منفی بر عملکرد یونجه نداشت و حتی در برخی تیمارها باعث افزایش عملکرد شد که نشان‌دهنده مقاومت یونجه به این علف‌کش است، با این حال در تحقیق حاضر، توفوردی بی بیشترین خسارت را به یونجه باغی وارد کرد که نشان‌دهنده حساسیت این اکوتیپ‌ها به این علف‌کش است. یکی از دلایل احتمالی این حساسیت، تحریک تولید اتیلن در گیاهان حساس توسط توفوردی بی است که منجر به بروز علائم سمیت و کاهش رشد می‌شود (Grossmann, 2010). کاربرد نمک سدیم توفوردی بی در دُزهای زیر کشنده (۵-۵۰ گرم در هکتار) هیچ علائم سمیت گیاهی بر علف‌های هرز Rumex dentatus L. و Medicago polymorpha L. نشان نداد، درحالی که بالاترین دُز آن (۵۰۰ گرم در هکتار) در ۲۱ روز پس از کاشت، بر رشد هر دو گونه علف‌هرز تأثیر منفی گذاشت، اما نتوانست باعث مهار کامل آن‌ها شود و نشان‌دهنده اثربخشی ضعیف علف‌کشی در برابر این علف‌های هرز دولپه‌ای است (Kaur & Kaur, 2019).

در مطالعه‌ای از علف‌کش‌های بنتازون، توفوردی بی و ایمازتایپر در بهار در مرحله شش تا هشت برگی یونجه و اوایل رشد علف‌های هرز در همدان و یزد استفاده شد. توفوردی بی سبب مهار ۱۰۰ درصدی علف‌هرز *Convolvulus arvensis* و سایر علف‌های هرز پهن‌برگ در مزرعه یونجه زراعی همدان شد و بر روی یونجه زراعی در یزد در دُزهای ۳/۱ و ۳/۵ لیتر در هکتار سبب گیاه‌سوزی جزئی یونجه گردید و مناسب‌ترین علف‌کش در مقایسه با بازاگران ایمازتایپر از لحاظ افزایش وزن خشک یونجه شد (Mighani et al., 2010). در پژوهشی دیگر، ارزیابی چشمی مهار علف‌هرز *Boreava orientalis* Jaub. and Spach توسط علف‌کش‌ها نشان داد که علف‌کش‌های پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و گرانتستار بالاترین سطح مهار جمعیت این علف‌هرز را داشتند و در مقابل، سایر تیمارهای علف‌کشی تأثیری ضعیف تا بسیار ضعیف در مهار *Boreava orientalis* Jaub. and Spach نشان دادند، همچنین تیمارهای پس‌رویشی آتلانتیس و توتال کمترین اثربخشی را در کاهش جمعیت این علف‌هرز داشتند (Adeli et al., 2024).

از گذشت ۲۱ روز از اعمال تیمارها، درصد خسارت به‌صورت چشمی در مقیاس صفر (عدم خسارت) و ۱۰ (نابودی کامل گیاه) ارزیابی گردید (Hamill, 2002; Abbasi & Alizadeh, 2012; Donald, 1977).

طبق روش ارزیابی ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1977)، چهار هفته پس از مصرف علف‌کش، جمعیت‌هایی گیاهی براساس وزن خشک نسبت به شاهد به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند: جمعیت‌هایی با بیش از ۸۰ درصد وزن خشک نسبت به شاهد به‌عنوان مقاوم، جمعیت‌هایی با حداقل ۵۰ درصد وزن خشک به‌عنوان احتمالاً مقاوم و جمعیت‌هایی با کمتر از ۵۰ درصد وزن خشک، به‌عنوان مستعد (حساس) در نظر گرفته می‌شوند. برای برآورد وزن خشک اندام‌های هوایی، پس از برداشت اکوتیپ‌های مختلف، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و سپس نمونه‌ها توزین شدند. ارتفاع بوته با استفاده از خط‌کش برآورد گردید. شاخص سطح برگ در هر گلدان نیز برای اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی اندازه‌گیری شد. شاخص سطح برگ توسط دستگاه سنجش سطح برگ (مدل C/202-USA) قبل از سم‌پاشی و در طی دوره ۲۱ روزه هر سه روز نیز اندازه‌گیری شد و سپس مقادیر روزانه شاخص سطح برگ از برازش تابع لوجستیکی از معادله (۱) محاسبه گردید (Yusuf, 1999).

$$LAI = a + b \times 4 \times \frac{\exp\left(-\frac{(t-c)}{d}\right)}{1 + \exp\left(-\frac{(t-c)}{d}\right)} \quad (1)$$

که در آن، LAI: شاخص سطح برگ، b: حداکثر شاخص سطح برگ، c: زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ، a و d: ضرایب معادله و t: روز پس از سبز شدن می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) انجام شد. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح یک درصد صورت گرفت. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز با بهره‌گیری از نرم‌افزار Minitab انجام گردید. نمودارهای گرافیکی نتایج با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

ارزیابی چشمی

ارزیابی چشمی ۲۱ روز پس از مصرف علف‌کش‌ها نشان داد که بین نوع علف‌کش، اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی و اثر متقابل آن‌ها، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی با علف‌کش‌ها نشان داد که علف‌کش‌های توفوردی بی، توتریل و سپس گرانتستار، بیشترین خسارت را به یونجه باغی وارد کردند، درحالی‌که علف‌کش آتلانتیس کمترین خسارت را در بین تمام اکوتیپ‌ها داشت. مقاوم‌ترین

گرانستار ممکن است باعث گیاه‌سوزی گردد. بنابراین، کاربرد این علف‌کش‌ها برای مهار علف‌های هرز در مزارع یونجه باغی به صورت پس‌رویشی توصیه نمی‌شود و باید از روش‌های جایگزین یا زمان‌بندی متفاوت استفاده کرد.

نتایج ارزیابی چشمی اثر علف‌کش‌های توفوردی بی و توتریل بر اکوتیپ‌های یونجه باغی نشان داد که این دو علف‌کش بالاترین میزان مهار را داشتند، درحالی‌که علف‌کش آتلانتیس کمترین اثر مهاری را نشان داد. در صورتی که یونجه باغی به عنوان گیاه زراعی کشت شود، کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی توفوردی بی، توتریل و

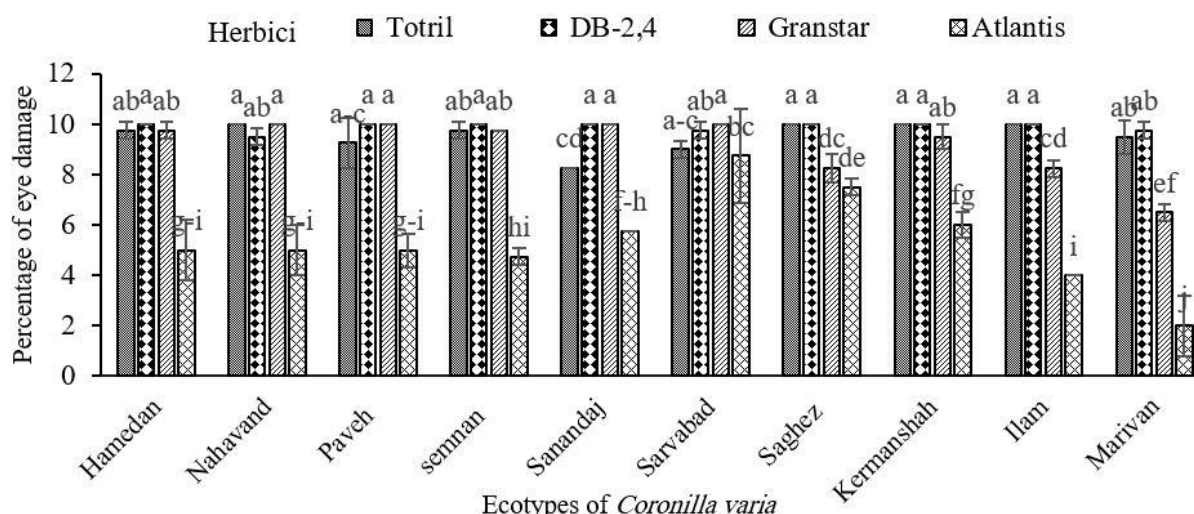
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد خسارت چشمی، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی تحت تأثیر علف‌کش‌های مختلف

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for visual damage percentage, plant height, fresh and dry weight of aerial parts of different orchard *Coronilla varia* ecotypes under the influence of applied herbicides

S.O.V	df	Mean of squares			
		Visual score (%)	Plant height	Leaf area index	Shoot dry weight
Ecotype	9	5.36	173*	0.737*	286*
Herbicide	4	712*	1385*	2.20*	861*
Ecotype × herbicide	36	3.78*	43.3*	0.096*	37.7*
Error	147	0.668	15.3	0.003	7.44
CV (%)	-	12	15.4	8.81	20.7

* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

* Significant at 1% probability level



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سموم علف‌کش در اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی بر درصد خسارت چشمی میله‌ها نشان‌دهنده میانگین $\pm$ خطای استاندارد (SE) براساس چهار تکرار (n=4) هستند

Figure 1- Comparison of the mean effect of herbicides on visual damage percentage among different orchard *coronilla varia* ecotypes Bars represent the mean $\pm$ SE (n=4)

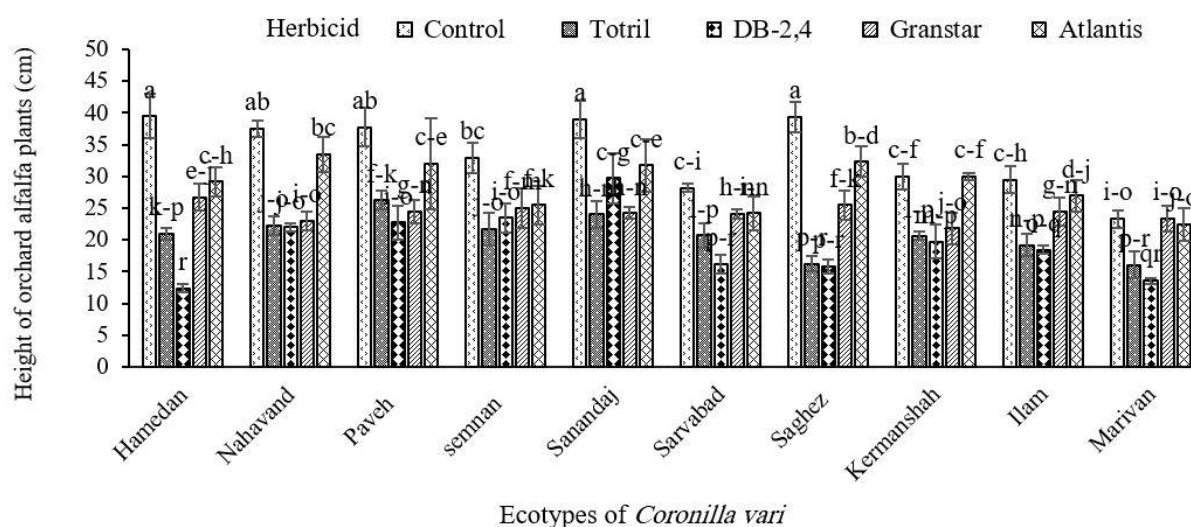
کش‌ها، علف‌کش توفوردی بی بیشترین اثر و علف‌کش آتلانتیس کمترین اثر را بر کاهش ارتفاع داشت. کمترین (۱۲/۴۲ سانتی‌متر) و بیشترین (۳۹/۴۶ سانتی‌متر) ارتفاع بوته مربوط به علف‌کش توفوردی بی و نمونه شاهد در اکوتیپ همدان بود. علف‌کش توتریل بیشترین تأثیر در کاهش ارتفاع را در اکوتیپ سقز با ۵۸/۶۸ درصد نسبت به شاهد ایجاد کرد و کمترین کاهش ارتفاع در اکوتیپ مریوان با ۲۳/۳۴ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد. بیشترین درصد کاهش ارتفاع

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن بود که ارتفاع بوته‌های اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سموم علف‌کش قرار گرفته است و اختلاف معنی‌داری بین علف‌کش‌ها، اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی و اثر متقابل علف‌کش بر اکوتیپ وجود دارد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین علف-

استفاده از ترکیب سموم (ایزوپروتورون و توفوردی)، همچنین توفوردی خالص سبب افزایش ارتفاع محصول گردید که بیانگر تأثیر این سموم در مهار علف‌های هرز و عدم رقابت علف‌های هرز با محصول می‌باشد (Sharma et al., 2024). بیشترین ارتفاع ساقه در خردل برگ‌مومی (*Brassica juncea*) در تیمار علف‌کش آتلاتیس و کمترین آن در علف‌کش توفوردی مشاهده شد. علف‌کش توفوردی از علف‌کش‌های هورمونی محسوب می‌گردد که سبب اختلال در رشد و در نتیجه کاهش ارتفاع بوته می‌شود (Adeli et al., 2024).

نسبت به شاهد در علف‌کش توفوردی بی‌مربوط به اکوتیپ همدان با ۶۸/۵۲ درصد کاهش و کمترین درصد کاهش ارتفاع مربوط به اکوتیپ سندج با ۲۳/۷۷ درصد کاهش بود. علف‌کش گرانتستار بیشترین تأثیر در کاهش ارتفاع را در اکوتیپ نهاوند با ۳۸/۷۱ درصد نسبت به شاهد داشت و اکوتیپ مریوان نسبت به شاهد کاهش ارتفاعی نداشت. علف‌کش آتلاتیس ۲۶/۰۲ درصد کاهش ارتفاع نسبت به شاهد در اکوتیپ همدان را نشان داد و در اکوتیپ کرمانشاه، کاهش ارتفاع نسبت به شاهد نشان داده نشد (شکل ۲). در تحقیقی،



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سموم علف‌کش در اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی بر ارتفاع بوته میله‌ها نشان‌دهنده میانگین $\pm$ خطای استاندارد (SE) براساس چهار تکرار ($n=4$) هستند

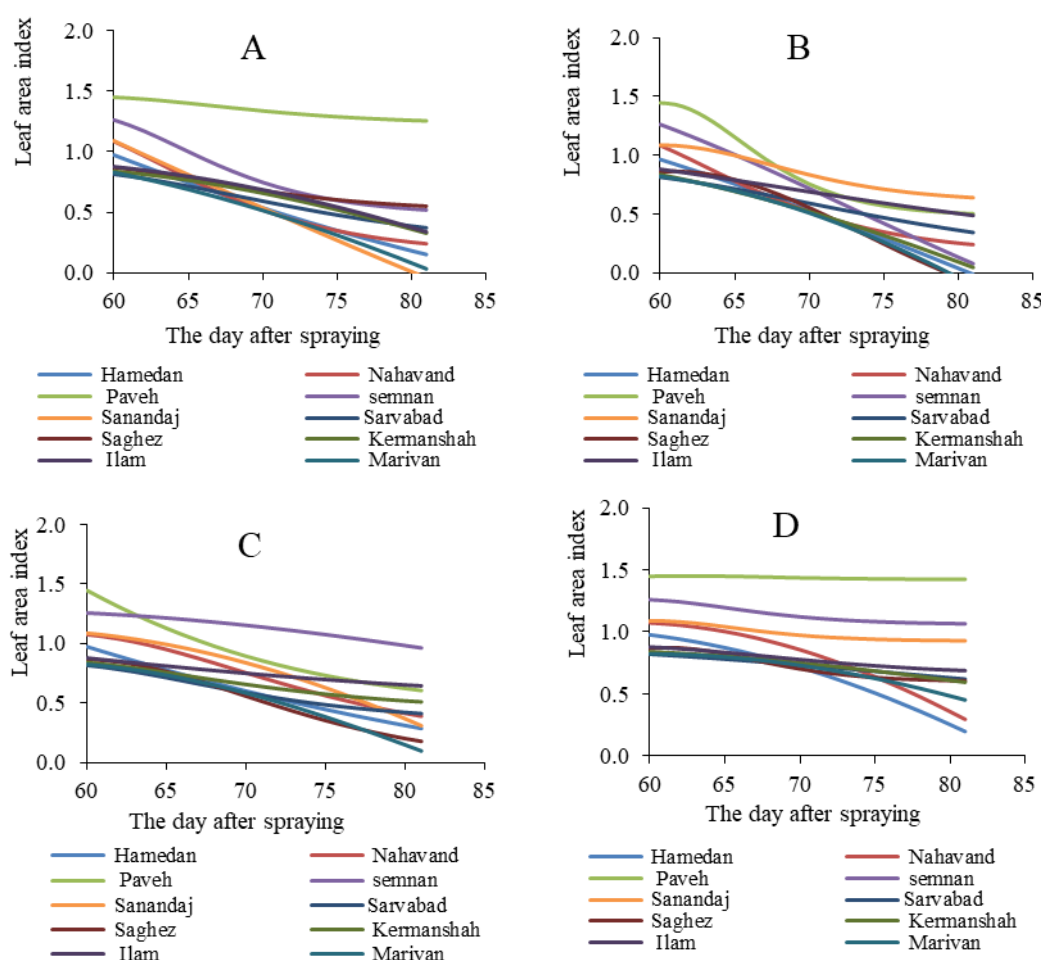
Figure 2- Comparison of the average effect of herbicides on plant height in different *coronilla varia* ecotypes Bars represent the mean $\pm$ SE ($n=4$)

کاهش شاخص سطح برگ در مقایسه با شاهد برای علف‌کش‌های توفوردی بی، توتریل، گرانتستار و آتلاتیس به ترتیب ۴۸، ۵۸/۰۳، ۴۱/۴ و ۲۱/۰۳ درصد بود (شکل ۳).

در یک بررسی، بالاترین مقدار شاخص سطح برگ (LAI) در تیمار با علف‌کش آتلاتیس (۰/۷۷) مشاهده شد، درحالی‌که پایین‌ترین مقدار شاخص سطح برگ مربوط به تیمار با گرانتستار در دو برابر دُز توصیه‌شده بود (Adeli et al., 2024). توتریل علف‌کشی است که با مهار فتوسنتز و توقف رشد گیاه، علف‌های هرز را مهار می‌کند. کاربرد غلظت‌های مختلف توتریل می‌تواند موجب کاهش طول ریشه و برگ در گیاه شود (Gomurgen et al., 2023). در بررسی دیگر، استفاده از سم متسولفورون، ترکیب سموم (ایزوپروتورون و توفوردی) و همچنین توفوردی خالص سبب افزایش شاخص سطح برگ محصول بر اثر مهار علف‌های هرز پهن‌برگ مزرعه گندم گردید (Sharma et

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ (LAI) یکی از شاخص‌های مهم برای تعیین رشد گیاه است. بیشترین شاخص سطح برگ در زمان گل‌دهی حادث می‌شود (Campbel & Kondra, 1978). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص سطح برگ یونجه باغی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سموم علف‌کش قرار گرفته است و اختلاف معنادار بین اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی، سموم علف‌کش و اثر متقابل اکوتیپ‌های مختلف و سموم علف‌کش مشاهده شد (جدول ۱). قبل از سم‌پاشی توسط علف‌کش، شاخص سطح برگ هر اکوتیپ بالاترین مقدار خود را داشت و سپس به دلیل اثر سموم و خشک شدن و از بین رفتن برگ‌ها سیر نزولی پیدا کرد. بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به شاهد اکوتیپ پاوه (۱/۴۵) و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار توفوردی بی اکوتیپ مریوان (۰/۲۴) بود. به‌طور کلی، میانگین



شکل ۳ - اثر سموم علف‌کش توتریل (الف)، توفوردی بی (ب)، گرانتار (ج) و آتلانتیس (د) در اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طی ۲۱ روز پس از سم‌پاشی

Figure 3- Effect of herbicides Totril (A), 2,4 DB (B), Granstar (C) and Atlantis (D) in different *coronilla varia* ecotypes on changes in leaf area index during 21 days after spraying

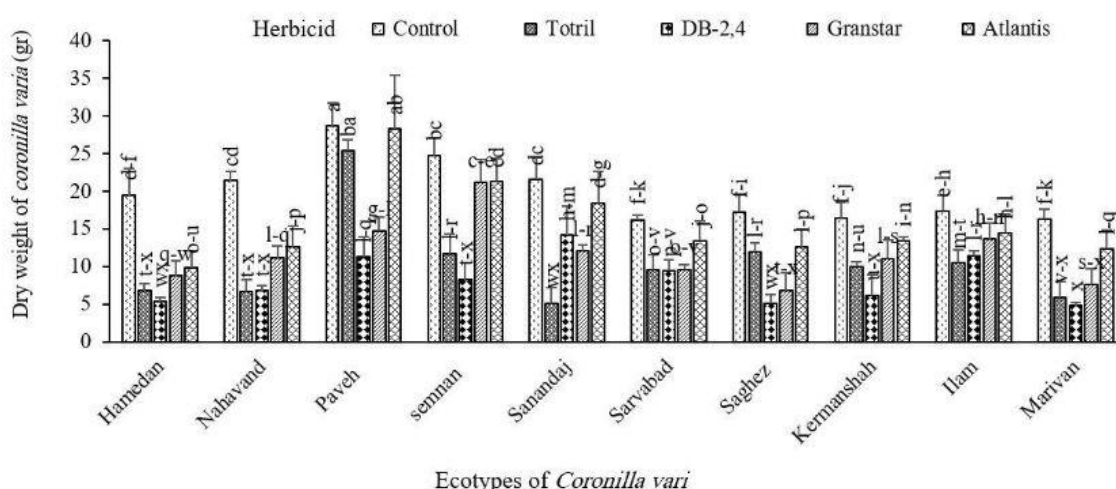
استولاکتات سنتاز بوده و با مهار مسیر سنتز اسیدهای آمینه شاخه‌دار، تشکیل برگ‌های جدید را محدود می‌کند و در نتیجه شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد (Al-Hashemi & Al-Obaidi, 2024). سایر علف‌کش‌ها مانند توتریل و توفوردی بی سازوکار اثر از طریق استولاکتات سنتاز ندارند کاهش شاخص سطح برگ و وزن خشک آن‌ها عمدتاً ناشی از اختلال در رشد طولی و تقسیم سلولی برگ و ریشه بروز است. بیشترین وزن خشک مربوط به شاهد اکوتیپ پاه (۲۸/۶۷ کیلوگرم) و کمترین وزن خشک مربوط به بیمار توفوردی بی اکوتیپ سقر (۵/۱۱ کیلوگرم) بود. به‌طور کلی، علف‌کش توتریل و توفوردی بی و سپس گرانتار سبب کاهش خشک یونجه باغی شدند و علف‌کش آتلانتیس کمترین کاهش خشک را

وزن خشک اندام‌های هوایی

وزن خشک اندام‌های هوایی یونجه باغی در این آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سموم علف‌کش قرار گرفت و بین اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی، سموم علف‌کش و اثر متقابل اکوتیپ‌های مختلف و سموم علف‌کش اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۱). یکی از اجزای فیزیولوژیک عمده در تولید عملکرد و سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ است که با جذب تابش خورشیدی، تعیین‌کننده میزان تولید ماده خشک گیاه می‌باشد، به‌طوری‌که در بسیاری از گونه‌ها با به حداکثر رسیدن سطح برگ، تولید ماده خشک نیز به اوج خود می‌رسد (Sarmadnia & Kochak, 2013). در بین علف‌کش‌های مورد استفاده، گرانتار و آتلانتیس بازدارنده

علف‌های هرز پهن‌برگ داشت و تأثیر منفی قابل توجهی بر رشد و عملکرد یونجه نشان نداد (Arregui et al., 2001). بنابراین برخلاف نتایج تحقیق حاضر، توفوردی بی می‌تواند برای مدیریت رقابت علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع یونجه به‌طور مؤثر استفاده شود و باعث حفظ یا افزایش وزن خشک گیاه شود. زمان و دُز مناسب کاربرد توفوردی بی، نقش کلیدی در به حداکثر رساندن مهار علف‌های هرز و حداقل کردن اثرات جانبی بر محصول دارد (Sharif et al., 2024). در مطالعه دیگر، از علف‌کش توفوردی بی ۳ و ۳/۵ لیتر در هکتار پس-رویشی استفاده شد و سبب ۷۴ و ۷۵ درصد وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد گردید (Norouzi et al., 2023). در این مطالعه نیز توفوردی سبب کاهش وزن یونجه باغی در تمام اکوتیپ‌ها نسبت به نمونه شاهد شد (شکل ۴).

نسبت به سایر علف‌کش‌ها نشان داد (شکل ۴). طبقه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف نسبت به علف‌کش‌های مورد استفاده براساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1977) در (جدول ۲) نشان داده شده است. نتایج تحقیق ال-هاشمی و ال-عبیدی (Al-Hashemi & Al-Obaidi, 2024) نشان داد که کمترین تأثیر در مهار علف‌های هرز گندم مربوط به سم آتلانتیس می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. استفاده از علف‌کش آتلانتیس جهت مهار خردل وحشی با افزایش دُز آن سبب کاهش وزن خشک شد (Adeli et al., 2024). در پژوهشی، کاربرد برخی علف‌کش‌ها، با وجود اثر مؤثر بر علف‌های هرز پهن‌برگ، می‌توانند به یونجه (*Medicago sativa*) آسیب زده و وزن خشک آن را کاهش دهند. در میان علف‌کش‌های مورد بررسی، توفوردی بی فعالیت پس‌رویشی انتخابی مؤثری علیه



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر سموم علف‌کش در اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی بر وزن خشک میله‌ها نشان‌دهنده میانگین $\pm$ خطای استاندارد (SE) براساس چهار تکرار (n=۴) هستند

Figure 4- Comparison of the average effect of herbicides on dry weight in different *coronilla varia* ecotypes
Bars represent the mean $\pm$ SE (n =4)

جدول ۲- طبقه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف یونجه باغی براساس واکنش آن‌ها به علف‌کش‌های پس‌رویشی مطابق روش (Adkins et al., 1977)
Table 2- Classification of different *Coronilla varia* ecotypes based on their response to post-emergence herbicides according to (Adkins et al., 1977)

Ecotype	Herbicide			
	Tutrial	2-4-D,B	Granstar	Atlantis
Hamdean	(S)	(S)	(S)	(PR)
Nahavand	(S)	(S)	(PR)	(PR)
Paveh	(R)	(S)	(PR)	(R)
Semnan	(S)	(S)	(R)	(R)
Sanandaj	(S)	(PR)	(PR)	(R)
Sarvaabd	(PR)	(PR)	(PR)	(R)
Saghez	(PR)	(S)	(S)	(PR)
Kermanshah	(PR)	(S)	(PR)	(R)
Ilam	(PR)	(PR)	(PR)	(R)
Marivan	(S)	(S)	(S)	(PR)

R: مقاوم، RR: احتمالاً مقاوم و S: حساس

R: resistant, PR: probably resistant and S: susceptible

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که علف‌کش‌های توتریل و توفوردی بی بیشترین کارایی را در مهار یونجه باغی به‌عنوان علف‌هرز نشان دادند، درحالی‌که گرانستار و آتلاتنیس تأثیر کمتری داشتند. با این حال، با توجه به اینکه توفوردی بی می‌تواند در باغات میوه موجب آسیب به درختان پهن‌برگ شود، کاربرد آن در چنین محیط‌هایی محدود و نیازمند رعایت دقیق فاصله ایمن، دما و شرایط وزش باد است. از این رو، توتریل به‌عنوان گزینه ایمن‌تر و مؤثر برای مهار یونجه باغی در باغات توصیه می‌شود. همچنین اکوتیپ‌های پاه و سمنان به‌دلیل داشتن وزن خشک و شاخص سطح برگ بالاتر نسبت به سایر اکوتیپ‌ها، به‌عنوان اکوتیپ‌های مقاوم به علف‌کش و دارای عملکرد مطلوب، گزینه‌های مناسبی برای کشت زراعی محسوب می‌شوند. به‌طور کلی، برای کشت زراعی یونجه باغی، استفاده از تیمارهای پیش‌رویشی با علف‌کش‌های مؤثر مانند توتریل می‌تواند مهار مؤثر علف‌هرز را بدون کاهش عملکرد فراهم کند.

در پژوهشی دیگر، استفاده از سم زیستی آلایل‌ایزوتیوسیانات سبب کاهش ۱۰۰ درصدی تعداد غده و بیشترین کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی اوپارسلام (*Portulaca oleracea*) را داشت و سپس علف‌کش‌های توتریل و توفوردی جهت مهار علف‌هرز اوپارسلام در مزارع پیاز سبب کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی و تعداد غده اوپارسلام شد (Rouzkhush et al., 2024). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که در میان فرمولاسیون‌های تجاری تری‌بنورون‌متیل، علف‌کش گرانستار (Granstar) در مهار علف‌های هرز گندم بیشترین کارایی را داشت و در گروه سولفونیل‌اوره‌ها گزینه مناسبی برای استفاده در گندم محسوب می‌شود. گرانستار پس از اکسیال (Axial)، کش‌کول (Cash Cool) و تریبونات (Tribunat) بیشترین تأثیر را در کاهش زیست‌توده علف‌های هرز نشان داد. همچنین گرانستار، اسکایلا (Skylia) و کش‌کول بیشترین کاهش تراکم علف‌های هرز را ایجاد کردند و گرانستار با کارایی مهار علف‌هرز (WCE) معادل ۹۸/۳۲ درصد برترین عملکرد را داشت (El-Kholy & El-Tawil, 2019).

References

- Abbasi, R., & Alizadeh, H. (2012). Control of redroot pigweed in greenhouse with oxyflourfen and determining the rate and time of this herbicide in controlling soybean weeds. *Iranian Journal of Field Crops Science*, 43(1), 1–9. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/ijfcs.2012.24873>
- Adkins, E. K. (1977). Effects of diverse androgens on the sexual behavior and morphology of castrated male quail. *Hormones and Behavior*, 8(2), 201–207. [https://doi.org/10.1016/0018-506X\(77\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0018-506X(77)90037-X)
- Adeli, T., Tahmasebi, I., & Babaei, S. (2024). Response of waxy leaved mustard weed (*Boreava orientalis* Jaub. and Spach.) to different herbicides in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Weed Science*, 19(2), 1–12. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/ijws.2023.361442.1432>
- Al-Hashemi, A. T. H. S., & Al-Obaidi, M. A. A. (2024). Comparison of the effect of four types of chemical herbicides on the growth characteristics and yield of wheat and the weeds that grow with it. 5th International Conference of Modern Technologies in Agricultural Sciences, In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1371, 5, 052086. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1371/5/052086>
- Al-Snafi, A. E. (2016). The pharmacological and toxicological effects of *Coronilla varia* and *Coronilla scorpioides*: A review. *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 3(2), 105–114.
- Arregui, M., Sanchez, D. O., & Scotta, R. R. (2001). Weed control in established alfalfa (*Medicago sativa*) with postemergence herbicides. *Agricultural and Food Sciences*, 15(3), 424–431. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0424:WCIEAM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0424:WCIEAM]2.0.CO;2)
- Campbel, D. C., & Kondra, Z. P. (1978). Relationships among growth patterns, yield components, and yield of rapeseed. *Canadian Journal of Plant Science*, 58, 87–93. <https://doi.org/10.4141/cjps78-016>
- Donald, W. W. (2002). Estimating relative crop yield loss resulting from herbicide damage using crop ground cover or rated stunting, with maize and sethoxydim as a case study. *Weed Research*, 38(6), 425–431. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1998.00110.x>
- El-Kholy, R. M. A., & El-Tawil, M. F. (2019). Efficacy of certain tribenuron-methyl formulations for the control of broad-leaved weeds in wheat under field conditions. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 10(6), 303–309. <https://doi.org/10.21608/jppp.2019.48296>
- Faji, M., Kebede, G., Feyissa, F., Mohammed, K., Mengistu, G., & Terefe, G. (2022). Doses and timing of 2,4-D application for broadleaf weed control, botanical compositions, productivity, and nutritive value of natural pasture. *Advances in Agriculture*, 2022, Article ID 6913488. <https://doi.org/10.1155/2022/6913488>
- Gazola, T., Costa, R. N., Carbonari, C. A., & Velini, E. D. (2022). Dynamics of 2,4-D and dicamba applied to corn straw and their residual action in weeds. *Plants*, 11(20), 2800. <https://doi.org/10.3390/plants11202800>

12. Gomurgen, A. N., Furtana, G. B., & Tipirdamaz, R. (2023). Cytophysiological impacts of tribenuron-methyl herbicide on *Allium cepa*. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 16(2), 51–60.
13. Grossmann, K. (2010). Auxin herbicides: Current status of mechanism and mode of action. *Pest Management Science*, 66(2), 113–120. <https://doi.org/10.1002/ps.1860>
14. Gustine, D. L., & Moyer, B. G. (1990). Crownvetch (*Coronilla varia* L.). p. 341–354. In Y.P.S. Bajaj (Ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 10. Legumes and Oilseed Crops I. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. 682P. https://doi.org/10.1007/978-3-642-74448-8_15
15. Hamill, A. S., Marriage, P. B., & Friesen, G. (1977). A method for assessing herbicide performance in small plot experiments. *Weed Science*, 25(5), 386–389. <https://doi.org/10.1017/S0043174500033713>
16. Hawf, L. R., & Behrens, R. (1974). Selectivity factors in the response of plants to 2,4-DB. *Weed Science*, 22(3), 245–249. <https://doi.org/10.1017/S0043174500036997>
17. Hussain, M. A., Khether, A. A., & Mohammed, M. O. (2018). Influence of combine application of topic, granstar herbicides and phosphor levels on weeds and bread wheat yield and its components. *Journal of Duhok University*, 21(1), 45–56. <https://doi.org/10.26682/avuod.2019.21.1.6>
18. Khozimy, A. M., Hamada, S. H., & Abuzeid, M. A. S. (2023). Efficacy of tribenuron-methyl, fluroxypyr and their combinations in controlling broad-leaved weeds in wheat. *Alexandria Science Exchange Journal*, 44(4), 739–749. <https://doi.org/10.21608/asejaigjsae.2023.331365>
19. Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station.
20. Kaur, A., & Kaur, N. (2019). Effect of sub-lethal doses of 2,4-D sodium salt on physiology and seed production potential of wheat and associated dicotyledonous weeds. *Indian Journal of Weed Science*, 51(4), 352–357. <https://doi.org/10.5958/0974-8164.2019.00074.1>
21. Mamnooei, A., & Atari, A. (2020). Efficacy comparison of pendimethalin herbicide with some registered herbicides in the weed control of onion in south Kerman. *Journal of Crop Improvement*, 22(2), 307–317. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/jci.2019.283455.2233>
22. Mesbahi, S. M., Ghasemi Ghahsareh, M., & Esmaeili, S. (2023). Chemical control of dandelion (*Taraxacum* sp.) weed in kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Plant Productions*, 46(1), 1–13. <https://doi.org/10.22055/ppd.2023.41710.2055>
23. Mighani, F., Mirvakili, S. M., Jahedi, A., Baghestani, M. A., & Shimi, P. (2010). Evaluation of 2,4-DB herbicide (Butress) efficacy for weed control in established alfalfa. *Iranian Weed Science Journal*, 6(2), 67–77. (In Persian with English abstract)
24. Minbashi Moeini, M., Hadizadeh, M., Karaminejad, M., Sabet Zangeneh, H., Jamali, M., Haghighi, A. (2022). Efficacy of fluroxypyr compared with common broadleaf herbicides in the wheat fields. *Iranian Plant Protection Research*, 36(3), 367–384. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jpp.2022.74981.1074>
25. Moghaddam, N., Monsefi, A., & Ayneband, A. (2023). Investigation of the effect of combined application of pre- and post-emergence herbicides on wheat yield and yield components. *Journal of Plant Production Research*, 30(3), 123–140. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22069/jopp.2023.20748.2978>
26. Molano-Flores, B. (2014). An invasive plant species decreases native plant reproductive success. *Natural Areas Journal*, 34(4), 465–470. <https://doi.org/10.3375/043.034.0410>
27. Nath, C. P., Singh, R. G., Choudhary, V. K., Datta, D., Nandan, R., & Singh, S. S. (2024). Challenges and alternatives of herbicide-based weed management. *Agronomy*, 14(1), 126. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010126>
28. Norouzi, M., Dadashi, M. R., Mighani, F., & Ajam Norouzi, H. (2023). Effectiveness of various herbicides on weed control, growth indices, and forage yield of alfalfa. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 69(1), 99–114. (In Persian with English abstract).
29. Polkhani, R., Kazemeini, S., Edalat, M. (2023). Evaluation of foramsulfuron + idosulfuron (MaisTer OD) herbicide efficacy on weed control, growth and yield of maize. *Iranian Plant Protection Research*, 36(4), 467–479. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jpp.2022.75776.1083>
30. Rouzkhush, M., Rastgoo, M., Hajmohammadniaqalybaf, K., Tahmasebi, B. Kh., & Aein, A. (2024). The effect of different herbicides on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in onion (*Alium cepa* L.). *Iranian Journal of Weed Science*, 19(2), 141–158. (In Persian with English abstract).
31. Said, I. A., & Jaff, D. M. A. (2020). Evaluation of Chevalier WG and Atlantis OD herbicides to control weeds in winter wheat fields. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 51, 96–100. <https://doi.org/10.36103/ijas.v51iSpecial.886>
32. Salehi Shanjani, P., Rasoulzadeh, L., & Javadi, H. (2023). Evaluation of morphological traits in the populations of *Coronilla varia* L. *Journal of Rangeland Science*, 13(1), 52–71.
33. Sarmadnia, G. H., & Kochaki, A. (2013). *Physiology of Field Crops* (2nd ed.). Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract).
34. Sharif, Y. O. N. A., Al-Mafrajy, A. S. H., & Albarzenje, Z. M. M. (2024). Evaluation of the effectiveness of 2,4-D

- 72% herbicide in combating weedy leaves associated with different varieties of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and its effect on growth characteristics. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(5), 052020. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1371/5/052020>
35. Sharma, N., Pandey, B. K., & Tiwari, A. (2024). Growth and yield parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by different herbicides on different weeds in the field. *International Journal of Research in Agronomy*, 7(2), 24–28. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i2a.275>
36. Sowinski, J. (2014). The effect of companion crops management on biological weed control in the seeding year of lucerne. *Biological Agriculture and Horticulture*, 30(2), 107–108. <https://doi.org/10.1080/01448765.2013.864571>
37. Tahmasebi, B. K., Zand, E., Yousefi, A., Babaei, S., & Sadeghpour, A. (2024). Surveillance and mapping of tribenuron-methyl-resistant weeds in wheat fields. *Scientific Reports*, 14(1), 28626. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75308-1>
38. Vivanco, P., Oliveira, J. A., & Martín, I. (2021). Optimal germination conditions for monitoring seed viability in wild populations of fescues. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(3), e0703. <https://doi.org/10.5424/sjar/2021193-18025>
39. Wu, C., Wang, Q., Xie, B., Wang, Z., Cui, J., & Hu, T. (2011). Effects of drought and salt stress on seed germination of three leguminous species. *African Journal of Biotechnology*, 10(78), 17954–17961. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2018>
40. Yusuf, R. I., Siemens, J. C., & Bullock, D. G. (1999). Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. *Agronomy Journal*, 91, 928–933. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.916928x>
41. Zand, E., Baghestani, M. A., Nezam Abadi, N., Shimi, P., & Mousavi, S. K. (2019). Chemical Weed Control Guide in Iran (6th ed.). Jihad Daneshgahi Press, Mashhad Iran. (In Persian with English abstract).
42. Zimdahl, R. L. (2012). *Weed Science: A Plea for Thought—Revisited*. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7935-4>