

Crop Science Research in Arid Regions

homepage: <https://cropscience.uoz.ac.ir/>

Research Article

Volume 7, Issue 2, 2025, P. 427-442

Effect of seed priming and imazetapyr herbicide on chickpea (*Cicer arietinum* L.) weed management

Abdolreza Ahmadi ^{*a}, Norollah Zeidetolabi ^a, Omidali Akbarpour ^a, Mojgan Beiranvandi ^a

^a Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

*Corresponding Author: Ahmadi.a@lu.ac.ir

Received: 26 December 2024 Accepted: 4 February 2025

DOI: 10.22034/CSRAR.2025.495357.1460

How to cite this article:

Ahmadi, A., Zeidetolabi, N., Akbarpour, O., and Beiranvandi, M. 2025. Effect of seed priming and imazetapyr herbicide on chickpea (*Cicer arietinum* L.) weed management. *Crop Science Research in Arid Regions*, 7(2), 427-442. <https://doi.org/10.22034/CSRAR.2025.495357.1460>

Abstract

Introduction: Pea cultivation is vital to the agricultural systems of the Mediterranean region. In addition to providing important nutrition for both humans and livestock, peas help maintain soil fertility, especially in arid areas worldwide. Weeds pose a significant challenge to agriculture because they compete with crops for essential resources like water, nutrients, light, and space. In developing countries, grass interference greatly reduces crop yields, leading to substantial losses. The herbicide Imazethapyr can be used either as a pre-sowing soil treatment or both before and after legume emergence to effectively control this problem. In Iran, which is characterized by arid and semi-arid climates with limited rainfall, careful planning and strategic resource management are crucial to minimize production losses during dry periods. To address these challenges, improving seed germination and early seedling establishment while optimizing soil moisture use is essential. Seed priming is an effective technique that enhances germination rates, ensures uniform emergence, supports seedling growth, and promotes key developmental stages such as vegetative growth, flowering, seed filling, and tillering in various crops.

Materials and Methods: A field experiment was conducted from 2014 to 2015 to examine the effects of chickpea seed priming and imazetapyr herbicide on weed control, yield, and its components in chickpeas, arranged factorially within a randomized complete block design with three replications. The main factor was seed priming (primed and non-primed), while the secondary factor involved applying imazetapyr herbicide at doses of 250, 500, 750, and 1000 cc, combined with two weeding treatments. Each plot measured 3 × 8 meters, with row spacing of 60 cm and a planting density of 45 seeds per square meter. To assess weed density and relative abundance across the entire field, each plot was split lengthwise into two sections: the upper section, serving as an unsprayed control, and the lower section, which received the treatment. Weed density and relative abundance were evaluated by placing two 5 cm × 5 cm squares in the unsprayed part of each plot. Spraying was done with a MATABI model backpack sprayer fitted with a calibrated nozzle, applying 300 liters of water per hectare. Pre-planting herbicides were incorporated into the soil using a sander, and pre-emergent treatments were applied immediately after planting Arman chickpeas. Weed density and dry weight were measured fifteen and thirty days after the last spraying by sampling from two 0.5 × 0.5-meter



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

boxes in each plot. The data were analyzed using SAS (9.1) software via analysis of variance. Means were compared using Duncan's multiple range test at a significance level of 5%.

Results and Discussion: The highest herbicide efficacy at 15 days after spraying (DAS) on weed dry weight (67.14%) and weed density (71.37%) was related to treatments (Imazethapyr 1000 cc + non-priming and Imazethapyr 250 cc non-priming). In addition, the highest herbicide efficacy at 30 DAS on weed dry weight (87.37%) and weed density (91.8%) belonged to treatments (Imazethapyr 500 cc + priming and Imazethapyr 750 cc + non-priming). The results indicated that the tallest (27.5 cm) and the shortest (12.9 cm) chickpea plant height were associated with the priming + weeding and non-priming +1000 cc herbicide treatments, respectively. The highest yield (873 kg. ha⁻¹) and 100-seed weight (26.8 g) were attributed to the weeding priming treatment. In this experiment, Imazethapyr effectively controlled weeds; however, its adverse effects caused slow growth, severe phytotoxicity, and a reduction in chickpea seed yield. Therefore, it is recommended not to use this herbicide under rainfed conditions.

Conclusion: Studies have shown that the use of the herbicide imazethapyr is highly effective in controlling weeds in chickpea fields. Specifically, increasing the concentration of this herbicide leads to a significant reduction in weed density, especially 15 and 30 days after spraying. One of the notable findings of this research was the positive effect of seed priming combined with the application of 1000 cc of imazethapyr. This combination resulted in a 94% reduction of annual weeds. In terms of yield, the treatment of seed priming along with hand weeding produced the best results in seed production, and the highest 100-seed weight was also observed in this treatment. This indicates that hand weeding, as a complementary method, can help improve chickpea yield. However, the use of high doses of imazethapyr alone, due to phytotoxic effects, caused a decrease in yield and yield components of chickpea. Therefore, it is recommended to use a dose of 500 cc per hectare as the optimal dose for this herbicide.

Keywords: Arman cultivar, Dry weight of weeds, Plant toxicity, Rainfed farming, Yield chickpea

تأثیر پرایمینگ بذر و علفکش ایمازتاپیر بر مدیریت علفهای هرز نخود (*Cicer arietinum* L.)

عبدالرضا احمدی*^۱، نوراله زیدی طولابی^۱، امیدعلی اکبریپور^۱، مژگان بیرانوندی^۱

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

* مسئول مکاتبه: Ahmadi.a@lu.ac.ir

DOI: 10.22034/CSRAR.2025.495357.1460

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۶

چکیده

علفکش‌ها موفق‌ترین فناوری کنترل علفهای هرز هستند که تا به حال توسعه یافته‌اند. برای ارزیابی اثرات پرایمینگ و علفکش‌ها روی جمعیت علفهای هرز، عملکرد و اجزای عملکرد مطالعه‌ای با استفاده از ایمازتاپیر بر روی نخود رقم آرمان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی پرایمینگ بذر (با پرایمینگ و بدون پرایمینگ) و عامل فرعی شامل کاربرد علفکش ایمازتاپیر در دوزهای ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی به همراه دو تیمار شاهد کنترل و تداخل بود. بیشترین کارایی علفکش ۱۵ روز پس از سمپاشی بر وزن خشک (۶۷/۱۴ درصد) و تراکم علفهای هرز (۷۱/۳۷ درصد) مربوط به تیمارهای (ایمازتاپیر ۱۰۰۰ سی‌سی + بدون پرایمینگ و ایمازتاپیر ۲۵۰ سی‌سی + بدون پرایمینگ) بود. همچنین بیشترین کارایی علفکش ۳۰ روز پس از سمپاشی بر وزن خشک (۸۷/۳۷ درصد) و تراکم علفهای هرز (۹۱/۸ درصد) متعلق به تیمارهای (ایمازتاپیر ۵۰۰ سی‌سی + پرایمینگ و ایمازتاپیر ۷۵۰ سی‌سی + بدون پرایمینگ) بود. نتایج نشان داد که بیشترین (۲۷/۵ سانتی‌متر) و کمترین (۱۲/۹ سانتی‌متر) ارتفاع بوته نخود به ترتیب مربوط به تیمار علفکش ۱۰۰۰ سی‌سی پرایمینگ + وجین و بدون پرایمینگ بود. بیشترین عملکرد (۸۷۳ کیلوگرم در هکتار) و وزن ۱۰۰ دانه (۲۶/۸ گرم) به تیمار وجین + پرایمینگ نسبت داده شد. در این آزمایش، علفکش ایمازتاپیر به طور موثر علفهای هرز را کنترل کرد ولی اثرات نامطلوب آن باعث رشد آهسته، سمیت گیاهی شدید و کاهش عملکرد دانه نخود شد. بنابراین توصیه می‌شود از این علفکش در شرایط دیم استفاده نشود.

واژه‌های کلیدی: دیم‌کاری، رقم آرمان، سمیت گیاهی، عملکرد نخود، وزن خشک علف‌هرز

مقدمه

کشاورزی دارند و کنترل آنها یک چالش بزرگ برای بخش کشاورزی است (Kubiak et al., 2022). این گیاهان می‌توانند به سرعت منابع طبیعی محدودی مانند آب، نور، مواد مغذی خاک و فضا را جذب کنند. آنها به دلیل ویژگی‌هایی مانند سیستم ریشه عمیق، مقاومت در برابر خشکی و یخبندان و کارایی بالای استفاده از مواد مغذی می‌توانند سریع‌تر از گیاهان کشت شده تولیدمثل کنند. علاوه بر این، علفهای هرز می‌توانند مواد آلیپاتیک را در خاک آزاد کنند و از رشد آفات و پاتوژن‌های گیاهی حمایت کنند. این خواص آنها را با محصولات زراعی قابل رقابت می‌کند و اغلب منجر به کاهش عملکرد محصول و در عین حال افزایش هزینه‌های کشت می‌شود (Trognitz et al., 2016). در سطح جهان، تقریباً ۱۸۰۰ گونه علفهای هرز باعث کاهش ۳۱/۵ درصدی تولید گیاه می‌شوند که به معنای زیان اقتصادی ۳۲ میلیارد دلاری در سال است. رشد اولیه نخود آهسته است و همین امر گیاه را به شدت مستعد آلودگی

کشت نخود (*Cicer arietinum* L.) عملکردهای مختلفی را در سیستم‌های کشاورزی منطقه مدیترانه انجام می‌دهد. این محصول جدا از اهمیت تغذیه‌ای آن هم برای انسان و هم برای دام، نقش مهمی در حفظ باروری مناطق خشک در سراسر جهان دارد (Tas et al., 2022). بر اساس اطلاعات ارائه شده از سوی فائو، تولید جهانی نخود ۱۳/۹۸ میلیون هکتار و تولید کل آن ۱۳/۷۳ میلیون تن می‌باشد. تقریباً ۹۰ درصد از کشت گیاه نخود در سطح جهان بصورت دیم انجام می‌شود. در ایران نخود در بین حبوبات با مساحت معادل ۸/۶۲ درصد جایگاه نخست را به خود اختصاص داده است (FAO, 2023). علفهای هرز چالش مهمی را در سیستم‌های کشاورزی نشان می‌دهند، زیرا آنها برای رطوبت، مواد مغذی، نور و فضا با محصولات کشاورزی رقابت می‌کنند (Leguizamón, 2024). گونه‌های گیاهی علفهای هرز تأثیر منفی قابل توجهی بر بهره‌وری محصولات

از رطوبت خاک ضروری است (Gao and Yan, 2020). در بین رویکردهای زراعی، پرایمینگ بذر به عنوان استراتژی سریع، آسان، کم‌هزینه و مؤثر برای بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاه و پارامترهای مربوط به عملکرد محسوب می‌شود. این تکنیک در افزایش عملکرد دانه و تقویت دفاع کلی گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی در بسیاری از محصولات کشاورزی مؤثر است (Iqbal et al., 2020; Chakraborty and Dwivedi, 2021). پرایمینگ به عنوان تیمار بذر قبل از کاشت تعریف می‌شود که در آن بذرها به طور کامل در آب یا محلول عوامل شیمیایی متنوعی (نمک‌های معدنی، املاح آلی سازگار، آنتی‌اکسیدان‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه، عصاره‌های طبیعی و غیره) غوطه‌ور شده و به رطوبت مناسب می‌رسند (Iqbal et al., 2020). هیدروپرایمینگ یا خیساندن بذر در آب، ساده‌ترین، دوست‌دار محیط‌زیست و مقرون به صرفه‌ترین روش پرایمینگ بذر محسوب می‌شود (Catiempo et al., 2021). این روش مزیت قبل توجهی در تسریع رشد گیاه دارد و موجب می‌شود گیاهچه‌ها تقریباً ۱۳ روز زودتر ظاهر شوند (Hussain et al., 2016). مطالعات متعددی پرایمینگ بذر را به عنوان تکنیک مؤثری برای ترویج جوانه‌زنی، بهبود خصوصیات مورفولوژیک و افزایش رشد گیاه در شرایط عادی و تنش معرفی کرده‌اند (Muhei et al., 2018; Rhaman et al., 2020). هیدروپرایمینگ به عنوان روشی مؤثر در بهبود عملکرد جوانه‌زنی شناخته می‌شود که باعث سبزشدن زودتر و رشد یکنواخت محصول می‌شود (Tamindzic et al., 2023). هدف از مطالعه حاضر، بررسی پتانسیل استفاده از پرایمینگ بذر برای افزایش جوانه‌زنی، تسریع استقرار و رشد گیاهچه و همچنین ارزیابی کاربرد علفکش ایمازتاپیر برای مدیریت علف‌های هرز بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ بذر و علفکش ایمازتاپیر در کنترل علف‌های هرز، آزمایش مزرعه‌ای روی نخود (*C. arietinum* L.) رقم آرمان در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد (۴۶ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی، ۳۲ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی، با ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه ۴۶۱ میلی‌متر) در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام شد. مجموع بارندگی در طول فصل زراعی سال

علف‌های هرز می‌کند که نتیجه آن کاهش قابل توجه ۷۵ درصدی در عملکرد نخود است (Merga and Alemu, 2019). با توجه به اینکه نخود عمدتاً در شرایط خشک پاییز کشت می‌شود و ذاتاً رقیب ضعیفی در برابر علف‌های هرز است، مدیریت مؤثر علف‌های هرز برای تولید موفق ضروری می‌شود (Kanatats et al., 2022). به طور سنتی، کشاورزان به وجین دستی به عنوان وسیله‌ای برای کنترل علف‌های هرز متوسل می‌شوند. با این حال، افزایش هزینه‌های نیروی کار و کمبود کارگران چالش‌هایی را برای این روش ایجاد کرده است (Tiwari et al., 2022). محققان تاکید کرده‌اند که وقتی کنترل دستی علف‌های هرز امکان‌پذیر نباشد، استفاده از علف‌کش‌ها به عنوان یک جایگزین مناسب توصیه می‌شود (Tiwari et al., 2022). معرفی علف‌کش‌ها را می‌توان یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در کشاورزی دانست. امروزه در بیشتر کشورهای جهان، سیستم‌های کشاورزی پیشرفته استفاده از علف‌کش‌ها را برای افزایش تولید در اولویت قرار می‌دهند (Gaines et al., 2020). علف‌کش‌های بازدارنده ALS دارای طیف گسترده‌ای کارآمد در گونه‌های علف‌هرز و علف‌های هرز پهن برگ، سمیت کم پستانداران هستند و در محصولات عمده در جهان انتخابی هستند (Powles and yu, 2010). بنابراین، علف‌کش‌های بازدارنده ALS در بسیاری از مناطق به شدت در مناطق وسیعی استفاده می‌شوند این علف‌کش‌ها دارای قابلیت فعال ماندن در خاک برای مدت طولانی هستند و به طور مؤثر علف‌های هرزی را که در طول فصل رشد از طریق جذب توسط سیستم ریشه و برگ ظاهر می‌شوند هدف قرار داده و از بین می‌برند (Widianto et al., 2022). علفکش ایمازتاپیر می‌تواند به صورت قبل از کاشت و یا به عنوان یک تیمار قبل و بعد از سبزشدن برای حبوبات استفاده شود (Baucom, 2019). در ترکیه، علفکش ایمازتاپیر با موفقیت برای مدیریت علف‌های هرز نخود استفاده شده است (Prakash et al., 2017). ایران با توجه به قرار گرفتن در مناطق خشک و نیمه خشک بارندگی محدودی را تجربه می‌کند. با این حال، برنامه‌ریزی فعال و استفاده استراتژیک از منابع موجود می‌تواند به کاهش تلفات تولید در طول سال‌ها با حداقل بارندگی کمک کند (Ahmadi et al., 2024). در این زمینه، راه حلی برای افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در عین بهینه‌سازی استفاده

۱۳۹۳ (از اکتبر تا ژوئیه) برابر با ۲۰۵ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر دما در این فصل به ترتیب ۵/۸ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۱).

جدول ۱- داده‌های هواشناسی در فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳ (۹۴/۳/۳۱ تا ۹۳/۷/۱)

ماه	حداکثر دما	حداقل دما	بارندگی
Months	Maximum temperature(°C)	Minimum temperature(°C)	Total precipitation(mm)
مهر سال ۱۳۹۳	28.9	10.9	70.3
2014-September			
آبان سال ۱۳۹۳	18.7	4.3	27.2
2014-October			
آذر سال ۱۳۹۳	14.4	2.6	9.6
2014-November			
دی سال ۱۳۹۳	12.2	-0.5	9.6
2014-December			
بهمن سال ۱۳۹۳	15.6	2.7	33.6
2015-January			
اسفند سال ۱۳۹۳	16.4	2.4	52.9
2015-February			
فروردین سال ۱۳۹۴	21.2	6.1	51.4
2015-March			
اردیبهشت سال ۱۳۹۴	29.6	10.5	12.6
2015-April			
خرداد سال ۱۳۹۴	37.3	15.6	0.2
2015-May			
میانگین در فصل زراعی	21.6	5.8	22.7
کل بارندگی در فصل زراعی			204.4

شده نخود، رقم آرمان بود که از طریق شرکت تعاونی کشاورزی فنی کیمیاگستر خرم‌آباد لرستان تهیه و در مورخ ۹۳/۱۲/۱۷ به مدت ۸ ساعت در آب مقطر پرایمینگ (خیسانده) شد و بعد از خشک‌شدن کشت گردید. با توجه به اینکه فسفر خاک مزرعه مورد مطالعه معادل ۱۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم (وضعیتی کمتر از حد بحرانی) بود (جدول ۲)، بر این اساس ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به خاک مزرعه قبل از کاشت اضافه و با دیسک مخلوط گردید، و مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به عنوان استارتر استفاده شد.

میانگین حداقل و حداکثر دما در طول فصل زراعی اصلی ۵/۸ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار انجام شد. عامل اول عملیات پرایمینگ در دوسطح [پرایمینگ بذر به مدت ۸ ساعت (P₁) و تیمار بدون پرایم (P₂)] بود. عامل دوم استفاده از علف‌کش ایمازتاپیر در غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی به همراه تیمارهای وجین دستی در تمام فصل و عدم وجین علف‌های هرز بود. ضد عفونی بذر توسط قارچ‌کش کاپتان به نسبت یک در هزار انجام گردید. بذر انتخاب

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متر)

بافت خاک					درصد ترکیبات آلی				هدایت الکتریکی ECe
(ppm)					T.D.S		OM (%)		اسیدیته
Sand	Silt	Clay	Potassium	Phosphorus	(Mg Li ⁻¹)	نیتروژن	کربن	(PH)	(dS.m ⁻¹)
Sand	Silt	Clay	Potassium	Phosphorus		Nitrogen	Carbon		
18	44	39	355	10.8	231	0.059	0.61	8	0.57

از معادله ۱ محاسبه شد (Somanni, 1992):

$$WCE = \left(\frac{A - B}{A} \right) \times 100 \quad (1)$$

در این معادله WCE نشان‌دهنده اثربخشی کنترل علف‌های هرز بر اساس تراکم یا وزن خشک، A نشان‌دهنده تراکم یا وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخلی، و B تراکم یا وزن خشک علف‌های هرز در تیمار شاهد است. مطابق این معادله جهت محاسبه کارایی کنترل علف‌های هرز توسط علف‌کش‌ها، ابتدا در نیم‌کرت سم‌پاشی شده و نیم‌کرت‌های شاهد بدون سم‌پاشی، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز اندازه‌گیری شد. سپس میزان تراکم علف‌های هرز در نیم‌کرت سم‌پاشی شده از میزان آن در نیم‌کرت شاهد بدون سم‌پاشی کسر گردید و در ادامه، این مقدار بر میزان تراکم علف‌های هرز در نیم‌کرت شاهد، تقسیم گردید و در نهایت در ۱۰۰ ضرب شد. برای وزن خشک نیز به همین ترتیب عمل شد (Somanni, 1992).

تعیین صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نیز بر مبنای ۱۰ بوته با انتخاب تصادفی از هر کرت در طول فصل رشد صورت گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد غلاف در هر بوته و وزن خشک تک بوته بود. در انتهای فصل رشد، بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی محصول، عملکرد نخود با برداشت ۵ ردیف میانی هر کرت نیمه سم‌پاشی شده و نشده، با در نظر گرفتن اثر حاشیه (۰/۵ متر از هر طرف) به مساحت ۶ مترمربع اندازه‌گیری شد. سپس درصد عملکرد نخود نسبت به شاهد محاسبه گردید (معادله ۲).

$$\%Yield = 100 \left(\frac{Yield_{spray} - Yield_{nospray}}{Yield_{nospray}} \right) \quad (2)$$

تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش از طریق آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.1) صورت گرفت. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به ارزیابی‌های انجام‌شده در این آزمایش، مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که مزرعه نخود آلوده به علف‌های هرز فهرست شده در جدول ۳ است که بر اساس سطح غالبیت آنها رتبه‌بندی شده‌اند.

بدین منظور در پاییز ۱۳۹۳ زمینی دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های هرز برای مطالعه انتخاب شد. پس از انجام عملیات تهیه زمین و بستر بذر در اسفندماه، کرت‌های آماده شده با استفاده از بذرکار پنوماتیک کشت گردید. ابعاد هر کرت آزمایش ۱/۵ × ۶ متر در نظر گرفته شد. فواصل بین ردیف‌های کشت ۲۵ و بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر، و تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع بود. برای ارزیابی تراکم علف‌های هرز و فراوانی نسبی در کل مزرعه، هر کرت آزمایشی از نظر طولی به دو قسمت تقسیم گردید، بطوری که قسمت بالایی هر کرت سمپاشی نشده و به عنوان شاهد آن کرت در نظر گرفته شد و قسمت پایین آن اعمال تیمار گردید.

نحوه اندازه‌گیری صفات و شاخص‌های فیزیولوژیک مورد آزمایش

در این آزمایش نمونه‌گیری به منظور اندازه‌گیری صفات و محاسبه شاخص‌های رشد در ۶ مرحله انجام گردید که اولین نمونه‌گیری در فاصله ۳۵ روز پس از کاشت در تاریخ ۹۴/۱/۲۲ انجام شد. فواصل نمونه‌برداری ۱۲ روز در نظر گرفته شد. آخرین مرحله نمونه‌گیری در تاریخ ۱۳۹۴/۳/۲۰ انجام شد. در تاریخ ۹۴/۱/۱ سم‌پاشی در تیمارهای مختلف بعد از کالیبره کردن سم‌پاش صورت پذیرفت. نمونه‌برداری در فواصل ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی به ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۴/۲/۳۰ انجام و میزان تراکم علف هرز و وزن خشک زیست‌توده علف‌هرز، همچنین کارایی علف‌کش هم در تیمارهای مختلف محاسبه گردید. تراکم علف‌های هرز و فراوانی نسبی با انداختن کوادرات (۰/۵ × ۰/۵ متر) در نیمه سمپاشی نشده هر کرت آزمایشی تعیین شد (Ahmadi et al., 2019). سم‌پاشی با استفاده از دستگاه سم‌پاش پشتی مدل MATABI با نازل شره‌ای کالیبره شده با پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. اختلاط علف‌کش‌های پیش‌کاشت با خاک توسط شن‌کش در تاریخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۹ انجام شد. نخود آلمان در تاریخ سوم اسفندماه ۱۳۹۴ کاشته شد و بلافاصله پس از کاشت نخود از تیمارهای پیش‌رویشی استفاده شد. ۱۵ و ۳۰ روز پس از آخرین سمپاشی، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز با نمونه‌برداری از دو کوادرات (۰/۲۵ × ۰/۲۵ متر) در هر کرت ارزیابی شد. اثربخشی علف‌کش در تیمارهای مختلف در این مقاطع زمانی با استفاده

جدول ۳- علف‌های هرز بر اساس غالبیت در مزرعه نخود

Table 3- Weeds based on dominance in chickpea field

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	خانواده Family	تراکم بوته Density (Plant. m ²)	فراوانی Frequency	فراوانی نسبی Relative Frequency (%)
<i>Galium tricoratum</i> Dandy.	شیرینیر	Rubiaceae	28.53	0.19	19.08
<i>Carthamus oxycantha</i> M.B.	گلرنگ وحشی	Asteraceae	26.82	0.18	17.93
<i>Vicia villosa</i> Boiss.	ماشک گل خوشه ایی	Fabaceae	18.29	0.12	12.23
<i>Vicia dasycarpa</i> L.	ماشک معمولی	Fabaceae	13.94	0.09	9.32
<i>Conringia perfoliata</i> L.	گوش خرگوش	Brassicaceae	13.41	0.09	8.97
<i>Goldbachia laevigata</i> L.	سینه کفتری	Brassicaceae	12.47	0.08	8.34
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	پیچک صحرایی	Convolvulaceae	10.29	0.07	6.88
<i>Cephalaria juncia</i> (L.)	سرشکافته	Dipsaceae	9.41	0.06	6.29
<i>Sinapis arvensis</i> L.	خردل وحشی	Brassicaceae	6.76	0.05	4.52
<i>Polygonum avicular</i> L.	هفت بند	Polygonaceae	5.23	0.03	3.50
<i>Avena fatua</i> L.	یولاف	Poaceae	3.02	0.02	2.02
<i>Hordeum spontaneum</i>	جودره	Poaceae	0.59	0.00	0.39
<i>Chenopodium album</i> L.	سلمه تره	Chenopodiaceae	0.41	0.00	0.27
<i>Anthemis lorestanica</i> L.	بابونه لرستانی	Asteraceae	0.39	0.00	0.26

اثر ساده علفکش ایمازتاپیر بر تراکم علف‌های هرز در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. علاوه بر این، اثر متقابل ایمازتاپیر و پرایمینگ بر تراکم علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی نیز معنی‌دار بود (جدول ۴).

تراکم علف‌های هرز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف بر تراکم علف‌های هرز در نمونه‌برداری دوم با سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). به طور کلی، اثرات ساده پرایمینگ بر تراکم علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی و

جدول ۴- تجزیه واریانس کارایی پرایمینگ و غلظت‌های مختلف علفکش ایمازتاپیر بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز بر اساس نمونه‌برداری ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی

Table 4- Variance analysis of priming efficiency and different concentrations of Imazethapyr herbicide on density and dry weight of weeds based on sampling 15 and 30 DAS

منبع تغییرات S.O. V	درجه آزادی Df	تراکم علف هرز weed density		وزن خشک علف هرز Weed dry weight	
		۱۵ روز پس از سمپاشی 15 DAS	۳۰ روز پس از سمپاشی 30 DAS	۱۵ روز پس از سمپاشی 15 DAS	۳۰ روز پس از سمپاشی 30 DAS
		تکرار Rep	2	0.732 ^{ns}	3.222 ^{ns}
پرایمینگ Priming	1	186.505 ^{**}	1.044 ^{ns}	17.447 ^{**}	2.460 ^{ns}
علفکش Herbicide	5	7238.267 ^{**}	13331.414 ^{**}	9486.423 ^{**}	11027.444 ^{**}
پرایمینگ × علفکش Priming × Herbicide	5	27.437 ^{**}	0.754 ^{ns}	36.077 ^{**}	1.815 ^{ns}
خطا Error	22	1.786	1.456	2.309	1.53
ضریب پراکندگی Coefficient of Variation (%)	-	3.14	1.98	2.99	2.18

***, * و ns: به ترتیب بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

***, * and ns: respectively, indicating a statistically significant difference at the level of 1%, 5% and no significant difference

Abbreviations: S.O.V: Sources of variance; DF: Degrees of freedom; DAS: Day after spraying herbicide.

بود ($P < 0.01$) و اثر ساده علف‌کش ایمازتاپیر بر وزن خشک علف‌های هرز نیز در هر دو تیمار ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تیمارها نشان‌دهنده معنی‌داری اثر ایمازتاپیر بر وزن خشک علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی بود ($P < 0.01$). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها، تیمار بدون پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش بیشترین کارایی (۸۵/۶ درصد) را در ۱۵ روز پس از سمپاشی بر وزن خشک علف‌های هرز نشان داد، در حالی که کمترین (۶۴/۷ درصد) در تیمار بدون پرایمینگ + ۲۵۰ سی‌سی علف‌کش مشاهده شد. به همین ترتیب، در ۳۰ روز پس از سمپاشی، پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش بیشترین (۸۶/۴۷ درصد) و تیمار پرایمینگ + ۲۵۰ سی‌سی علف‌کش کمترین (۷۹ درصد) اثربخشی را داشتند (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که اثربخشی علف‌کش در غلظت ۱۰۰۰ سی‌سی برای هر دو تیمار پرایمینگ و بدون پرایمینگ به بالاترین مقدار خود رسیده است. علاوه بر این، کاهش غلظت علف‌کش در هر دو سناریو منجر به کاهش کارایی علف‌کش شد. با توجه به اثربخشی وزن خشک علف‌های هرز لوبیا در ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی ایمازتاپیر، محققان تفاوت‌های قابل‌توجهی را بین تیمارهای آزمایش شده مشاهده کردند. آنها کمترین اثربخشی را استفاده از علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۵۰ و ۷۵ گرم در هکتار گزارش کردند که منجر به اثربخشی به ترتیب ۴۰٪ و ۴۵٪ در ۱۵ روز پس از سمپاشی گردید (Ahmadi et al., 2019). در مقابل، آنها بیان کردند که بیشترین بازده در ۳۰ روز پس از سمپاشی ایمازتاپیر به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار به دست آمد (Ahmadi et al., 2019). مطالعه دیگری، کاربرد دوزهای بالای علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار بر نخودفرنگی، اثربخشی ۷۵/۸ درصد را بر زیست‌توده علف‌های هرز نشان داد (Prakash et al., 2017). مشخص شد که میزان مصرف کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در کنترل علف‌های هرز در مواجهه با زیست‌توده بالای علف‌های هرز اثر کمی دارد (Sharma et al., 2018). بر اساس این یافته‌ها، افزایش غلظت علف‌کش ایمازتاپیر منجر به کارایی بالاتر علف‌کش شد. در نتیجه، اثرات مثبت علف‌کش ایمازتاپیر گزارش‌شده توسط محققان در خصوص کاهش زیست‌توده علف‌های هرز، با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد و حمایت و اعتبار بیشتری را ارائه می‌دهد.

بیشترین تاثیر علف‌کش (۱۸/۲۱ درصد) بر تراکم علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی در تیمار پرایمینگ و ۱۰۰۰ سی‌سی ایمازتاپیر و کمترین تاثیر (۳۹/۹۵ درصد) مربوط به تیمار بدون پرایمینگ + ۲۵۰ سی‌سی علف‌کش بود (جدول ۵). همچنین از نظر اثربخشی در ۳۰ روز پس از سمپاشی، تیمار پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش با بیشترین کارایی (۹۳/۹۰ درصد)، در حالی که تیمار پرایمینگ + ۲۵۰ سی‌سی علف‌کش، کمترین کارایی (۸۹/۱۲ درصد) را داشت (جدول ۴). این نتایج نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین غلظت علف‌کش و کارایی است. به طور مشخص تراکم علف‌های هرز در تیمار ۲۵۰ سی‌سی بیشتر از تیمار ۱۰۰۰ سی‌سی در مرحله اول و دوم سمپاشی بود (جدول ۵). مطالعات قبلی نشان داد که کاربرد پس از سبز شدن ایمازتاپیر در مزارع نخود منجر به کاهش ۸۳ درصدی علف‌های هرز یک ساله شد. قابل ذکر است که ایمازتاپیر کاهش معنی‌داری (۹۶/۵ و ۹۹ درصد) در تراکم علف‌های هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) نشان داد. با این حال، محققان همچنین اثرات منفی این علف‌کش را بر روی گیاهان نخود در ۱۵ روز پس از سمپاشی گزارش کردند (Liu et al., 2019). با توجه به تراکم علف‌های هرز مزرعه نخود در ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی، محققان دریافتند که غلظت‌های بالاتر ایمازتاپیر منجر به کاهش بیشتر تراکم علف‌های هرز می‌شود. به دنبال کاهش تراکم علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی، محصول به دلیل رقابت افزایش یافته با علف‌های هرز باقیمانده، کارایی کنترل بهبود یافته را در ۳۰ روز پس از سمپاشی نشان داد. شایان ذکر است که استفاده از علف‌کش ایمازتاپیر در دوزهای پایین با تراکم بالای علف‌های هرز نامطلوب بود. محققان همچنین کمترین کارایی علف‌کش (۵۵ درصد) را در کاهش تراکم علف‌های هرز در ۳۰ روز پس از سمپاشی با استفاده از دوز ۵۰ گرم در هکتار ایمازتاپیر گزارش کردند (Ahmadi et al., 2019). این یافته‌ها با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

وزن خشک علف‌های هرز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده پرایمینگ بر وزن خشک علف‌های هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی معنی‌دار

جدول ۵- مقایسه میانگین راندمان پرایمینگ و غلظت‌های مختلف علفکش ایمازتاپیر بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

Table 5- Comparison of the average efficiency of priming and different concentrations of Imazethapyr herbicide, weed density, and dry weight

تیمارها Treatments	درصد کاهش تراکم Density reduction (%)		درصد کاهش وزن خشک Dry weight reduction (%)	
	۱۵ روز پس از سمپاشی 15 DAS	۳۰ روز پس از سمپاشی 30 DAS	۱۵ روز پس از سمپاشی 15 DAS	۳۰ روز پس از سمپاشی 30 DAS
	پرایمینگ × ۱۰۰۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(1000 ^{cc})	81.21a	93.90a	83.80a
پرایمینگ × ۷۵۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(750 ^{cc})	71.83b	92.14ab	78.29b	83.22bc
پرایمینگ × ۵۰۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(500 ^{cc})	67.44c	90.85bcd	73.90c	81.36cd
پرایمینگ × ۲۵۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(250 ^{cc})	48.27e	89.12d	72.82c	79.05e
پرایمینگ × وجین P ₁ + weeding	0g	0e	0e	0f
پرایمینگ × عدم وجین P ₁ + weedy	0g	0e	0e	0f
عدم پرایمینگ P ₂ +H(1000 ^{cc})				
پرایمینگ × ۱۰۰۰ سی‌سی علفکش عدم پرایمینگ × ۷۵۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(750 ^{cc})	72.7b	92.3ab	85.6a	85.4ab
پرایمینگ × ۵۰۰ سی‌سی علفکش عدم پرایمینگ × ۵۰۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(500 ^{cc})	69.7bc	91.8abc	82.7a	85.1ab
پرایمینگ × ۲۵۰ سی‌سی علفکش عدم پرایمینگ × ۲۵۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(250 ^{cc})	59.1d	90.4bcd	67.3d	82.7c
پرایمینگ × وجین عدم پرایمینگ × وجین P ₂ + weeding	39.1f	89.6cd	64.7d	80.1de
عدم پرایمینگ × عدم وجین P ₂ + weedy	0g	0e	0e	0f

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, means with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level based on the LSD test. Abbreviations: P1 and P2: Priming and Non-priming, respectively; H: Herbicide at (250, 500, 750, and 1000cc), respectively; DAS: Day after spraying.

عملکرد و اجزاء عملکرد نخود

مشاهده گردید (جدول ۶). در خصوص ارتفاع بوته، بیشترین مقدار (۲۷.۵ سانتی‌متر) در تیمار پرایمینگ + وجین دستی و کمترین مقدار (۱۲.۹ سانتی‌متر) در تیمار بدون پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علفکش به دست آمد. شایان ذکر است که در تیمار کنترل علف‌های هرز، اعم از داشتن یا نداشتن پرایمینگ،

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر پرایمینگ بر هر دو صفت ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی گیاه نخود در سطح یک درصد معنی‌دار بود ($P < 0.01$). همچنین اثر متقابل معنی‌داری میان کاربرد علفکش و پرایمینگ برای این دو صفت

تیمار پرایمینگ همراه با ۱۰۰۰ سی سی علفکش در آزمایش ما مشاهده شد، می توان استنباط کرد که ایمازتاپیر احتمالاً در افزایش تعداد شاخه ها نقش داشته است. در نتیجه، نتایج مطالعه ما با یافته های محققان قبلی در این زمینه همخوانی دارد.

تعداد غلاف در واحد سطح

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶)، مشخص می شود که اثر متقابل پرایمینگ و کاربرد علفکش به طور معنی داری ($P < 0.01$) بر تعداد غلاف در مترمربع تأثیر گذاشته است. بیشترین تعداد غلاف در مترمربع به میزان ۳۲۱/۸ در تیمار پرایمینگ + وجین علفهرز و کمترین تعداد غلاف ۴۲/۲ در تیمار پرایمینگ + ۷۵۰ سی سی علفکش مشاهده شد (جدول ۷). این آزمایش نشان داد که روش هیدروپرایمینگ نقش مثبتی در تولید غلاف دارد. می توان نتیجه گرفت که در شرایط وجین همراه با پرایمینگ، بوته های نخود به دلیل عدم وجود علف های هرز توانستند غلاف بیشتری تولید کنند. در همین راستا، تحقیقات قبلی توسط (Arafa et al., 2021; Mansoori and Abutalebian, 2013) از این ایده حمایت کردند که پرایمینگ به طور قابل توجهی تعداد غلاف در هر مترمربع را در نخود افزایش می دهد.

ارتفاع بوته ها به طور ثابت به حداکثر ۲۷ سانتی متر رسید که این امر تأثیر منفی علفکش ایمازتاپیر بر رشد طولی گیاه را آشکار می سازد (جدول ۶). قبلاً اشاره شد که علفکش های ALS منجر به توقف سریع رشد گیاه پس از کاربرد می شود که در نهایت منجر به کوتاه تر شدن طول میانگره ها می شود (Sharma et al., 2018). بررسی ها نشان داد که علفکش ایمازتاپیر به میزان ۵۳ گرم در هکتار در هر دو شرایط مرطوب و خشک ارتفاع گیاه نخود را کاهش داد (Rathod et al., 2017). از نظر تعداد شاخه، بیشترین تعداد (۵/۳) از تیمار پرایمینگ همراه با ۱۰۰۰ سی سی علفکش به دست آمد. به طور کلی، تعداد شاخه های اصلی و فرعی در گیاهان یک صفت تحت تأثیر ژنتیکی است، اگرچه تا حدودی تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار دارد، محققان پیشنهاد کرده اند که نفوذ نور کافی، کاهش رقابت برای منابعی مانند غذا، و در دسترس بودن آب و مواد مغذی می تواند تعداد شاخه های ثانویه را افزایش دهد (Rathod et al., 2017; Postma et al., 2021). با توجه به افزایش قابل توجه تعداد شاخه ها، قابل قبول است که علفکش ایمازتاپیر به عنوان یک مهارکننده هورمون اکسین عمل کرده و گیاه را وادار به تولید شاخه های ثانویه متعدد در این شرایط می کند. با توجه به اینکه بیشترین تعداد شاخه در

جدول ۶- تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و علفکش بر ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه در بوته نخود

Table 6- Variance analysis the effects of Priming and herbicide on the pod number, number of seeds, harvest index, biological yield, seed yield, and weight of 100 seeds per chickpea plant

منبع تغییرات S.O. V	درجه آزادی DF	ارتفاع PH	تعداد شاخه در بوته NBP	تعداد غلاف در بوته NPP	تعداد دانه در بوته NSPP	شاخص برداشت HI	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد دانه GY	وزن صد دانه 100GW
تکرار Replication	2	0.912 ^{ns}	0.514 ^{**}	3202.564 [*]	2.977 ^{**}	16.485 ^{ns}	31.456.799 [*]	4098.135 ^{ns}	0.371 ^{ns}
پرایمینگ Priming	1	15.734 ^{**}	0.467 [*]	2166.902 ^{ns}	0.899 ^{ns}	12.733 ^{ns}	15.231.674 ^{ns}	4777.115 ^{ns}	0.014 ^{ns}
علفکش Herbicide	5	154.217 ^{**}	8.310 ^{**}	39671.830 ^{**}	24.372 ^{**}	1377.114 ^{**}	39668.485 ^{**}	345069.637 ^{**}	77.769 ^{**}
پرایمینگ×علفکش Priming ×Herbicide	5	0.942 [*]	0.403 ^{**}	6845.979 ^{**}	4.282 ^{**}	90.159 ^{**}	341625.827 ^{**}	49458.772 ^{**}	2.224 ^{ns}
خطای کل Total Error	22	1.082	0.072	685.136	0.255	5.373	68.19.215	1796.125	4.426
ضریب پراکندگی CV%	-	4.95	7.38	18.56	15.22	8.20	8.17	13.79	9.83

Abbreviations: S.O. V: Sources of variance; DF: Degrees of freedom; PH: Plant height; NBP: Number of branches plant-1; NPP: Number of pods plant-1; NSPP: Number. of seeds of plant-1; HI: harvest index; BY: Biological yield; GY: Grain yield; 100W: 100-grain weight; Ns: Non-significant, * Significant at $P \leq 0.05$, and ** Significant at $P \leq 0.01$.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ بذر نخود در غلظت‌های مختلف علفکش ایمازتاپایر بر ارتفاع، تعدادشاخه فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه در بوته نخود

Table 7- Comparison of the average interaction effect of pea seed priming in different concentrations of Imazethapyr herbicide on PH, NBP, NPP, NSPP, HI, BY, GY, and W100S per chickpea plant

تیمارها Treatments	ارتفاع PH (cm)	تعداد دانه در تعداد غلاف در تعداد شاخه			شاخص برداشت HI (%)	عملکرد بیولوژیک BY (kg. ha ⁻¹)	عملکرد دانه GY (kg. ha ⁻¹)	وزن صد دانه W100S(gr)
		در بوته NBP	بوته NPP(m ⁻²)	در بوته NSPP				
پرایمینگ × ۱۰۰۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(1000 ^{cc})	14.1g	5.3a	80.23cde	1.85efg	17.86e	683.7d	98.33fg	17.01de
پرایمینگ × ۷۵۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(750cc)	17.4f	4.7ab	42.23e	0.763g	6.38f	926.6c	121.3fg	19.53cd
پرایمینگ × ۵۰۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(500cc)	22d	4.3ab	179.6b	4.43b	28.89d	1285b	372.1c	19.59cd
پرایمینگ × ۲۵۰ سی‌سی علفکش P ₁ × H(250cc)	24.1bc	4.13ab	125.6bcd	3.11cde	23.71d	688.4d	163.7ef	22.68abc
پرایمینگ × وجین P ₁ + weeding	27.5a	1.8d	321.8a	7.45a	57.34a	1524a	873a	26.08a
پرایمینگ × عدم وجین P ₁ + weedy	25.1b	2.23d	143.1bc	3.24bcd	38.99c	831.8cd	323.7cd	23.4abc
عدم پرایمینگ × ۱۰۰۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(1000cc)	12.9g	4.7ab	100.5cde	2.66cde	10.55f	929.8c	58.9g	14.7e
عدم پرایمینگ × ۷۵۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(750cc)	16.4f	4.2ab	102.2cde	2.25def	17.96e	997.8c	179.6ef	20.09bcd
عدم پرایمینگ × ۵۰۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(500cc)	20.1e	3.9b	63.1de	1.27fg	25.56d	721.3d	184.6ef	20.72bcd
عدم پرایمینگ × ۲۵۰ سی‌سی علفکش P ₂ +H(250cc)	23.1cd	3.6bc	167.8b	3.73bc	27.34d	1527a	417.9c	22.98abc
عدم پرایمینگ × وجین P ₂ + weeding	27.2a	2.6cd	275a	6.98a	47.7b	1382ab	660.8b	24.3b
عدم پرایمینگ × عدم وجین P ₂ + weedy	22.6cd	2.13d	90.87 cde	2.04def	36.92c	628.5d	233.3de	23.78ab

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, means with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level based on the LSD test. Abbreviations: P₁ and P₂: Priming and Non-priming, respectively; H: Herbicide at (250, 500, 750, and 1000^{cc}), respectively; PH: Plant height; NBP: Number of branches plant-1; NPP: Number of pods per plant; NSPP: Number of seeds per plant; HI: Harvest index; BY: Biological yield; GY: Grain yield; W100S: 100-seed.

تعداد دانه در بوته

عمدتاً توسط عوامل ژنتیکی تعیین می‌شود و تأثیرات محیطی نقشی جزئی دارند (Gediya et al., 2019). رطوبت ناکافی در طول دوره گلدهی، غلاف و پر شدن بذر منجر به کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه‌ها می‌شود (Yousefi et al., 2023). در مقابل، مطالعات روی نخود نشان داده است که وقتی مواد فتوسنتزی محدود می‌شود، دانه‌ها در مراحل اولیه تشکیل ممکن است سقط شوند و منجر به کاهش تعداد دانه غلاف شود و در موارد شدید، ممکن است غلاف خالی

بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل پرایمینگ × علفکش به‌طور معنی‌داری ($P < 0.01$) بر تعداد دانه در بوته تأثیر گذاشت (جدول ۶). بیشترین تعداد دانه در بوته با رسیدن به ۷/۵ دانه در تیمار پرایمینگ + وجین علف‌هرز مشاهده شد، در حالی که کمترین تعداد، فقط ۰/۸ دانه، در تیمار پرایمینگ + ۷۵۰ سی‌سی علفکش مشاهده شد (جدول ۷). تحقیقات نشان داده است که تعداد بذر در غلاف در ارقام مختلف نخود مزرعه

ممکن است به شرایط آب و هوایی منطقه، به ویژه بارندگی ناکافی بهار، علاوه بر حضور علف‌کش ایمازتاپیر نسبت داده شود (Tas et al., 2022). در این مطالعه، علف‌کش ایمازتاپیر، عمدتاً به دلیل اثرات منفی آن بر کاهش سطح برگ، اختلال در تشکیل گل و غلاف و در نتیجه کاهش عملکرد بیولوژیکی، تأثیر نامطلوبی بر عملکرد بیولوژیکی داشت. بر اساس یافته‌های محققین نامبرده، به نظر می‌رسد ترکیبی از عوامل از جمله تنش رطوبتی، تأثیرات محیطی (ملاند کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر) و به ویژه تداخل علف‌های هرز در مزرعه مورد مطالعه، در کاهش عملکرد بیولوژیکی مؤثر بوده است.

عملکرد دانه

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، تیمار پرایمینگ + وجین علف‌های هرز با ۸۷۳ کیلوگرم بیشترین تولید دانه در هکتار را داشت. در حالی که کمترین عملکرد در تیمار بدون پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش با ۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۷). این یافته‌ها نشان می‌دهد که کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش ایمازتاپیر، هم با و هم بدون پرایمینگ، بر عملکرد دانه تأثیر منفی می‌گذارد. قابل ذکر است که تیمار وجین بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد که بر اثرات مثبت کنترل علف‌های هرز تأکید می‌شود. لازم به ذکر است که در غلظت‌های بالاتر علف‌کش ۷۵۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی کاهش عملکرد کاملاً معنی‌دار بود، در حالی که در غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ سی‌سی همچنان کاهش قابل توجهی در عملکرد نسبت به تیمار وجین وجود داشت. این نشان دهنده تداخل علف‌کش با رشد گیاه نخود و فرآیندهای فیزیولوژیکی است که منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود (جدول ۷).

تحقیقات قبلی عملکرد کمتر دانه نخود را با کاربردهای پس‌رویشی ایمازتاپیر، حتی کمتر از تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های هرز (Shambhavi, 2023) گزارش کرده است. برعکس، تیمار وجین دستی علف‌های هرز منجر به افزایش ۸۷ درصد عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار شاهد تداخل می‌شود (Shambhavi, 2023). نکته اینک، افزایش ۱۱ درصدی در عملکرد دانه نخود با پرایمینگ مشاهده شد (Mansoori and Abutalebian, 2013). بررسی‌های بیشتر نشان داده است که پرایمینگ در مزرعه باعث افزایش تعداد دانه

بماند. در نتیجه تنش خشکی در مرحله رشد زایشی می‌تواند میانگین تعداد دانه در غلاف را کاهش دهد (Yousefi et al., 2023). با توجه به اینکه عملکرد گیاه تحت تأثیر تعداد دانه و غلاف است، هر گونه تغییر در این عوامل می‌تواند بر عملکرد کلی گیاه تأثیر بگذارد (Ahmadi et al., 2019). بر این اساس، بیشترین تعداد بذر در تیمار وجین‌های هرز مشاهده شد که نشان می‌دهد حذف علف‌های هرز از طریق وجین باعث افزایش تعداد بذر در گیاهان شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که علف‌کش ایمازتاپیر بر تعداد بذر در تمام غلظت‌های علف‌کش تأثیر منفی گذاشته است. این ممکن است یک عامل کلیدی کمک‌کننده اثرات نامطلوب این علف‌کش بر گلدهی و ساختار تشکیل بذر باشد (Yousefi et al., 2023).

شاخص برداشت

با توجه به یافته‌های جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل (پرایمینگ + علف‌کش) به‌طور معنی‌داری بر شاخص برداشت تأثیر می‌گذارد ($P < 0.01$)، (جدول ۶). در مقایسه میانگین‌ها، بیشترین شاخص برداشت با ۵۷/۳۴ درصد در تیمار پرایمینگ + وجین هرز مشاهده شد، در حالی که کمترین شاخص برداشت، تنها ۶/۴ درصد در تیمار پرایمینگ با غلظت ۷۵۰ سی‌سی علف‌کش ایمازتاپیر مشاهده شد (جدول ۶). پیشنهاد شده، که هرگونه تنش رطوبتی در مرحله تشکیل غلاف منجر به عقیمی گل‌ها می‌شود و از رشد بذر جلوگیری می‌کند و در نهایت منجر به کاهش شاخص برداشت می‌شود (Mohammadi et al., 2023). قابل قبول است که افزایش شاخص برداشت در تیمار پرایمینگ و علف‌های هرز را می‌توان نه تنها به تغییرات در عملکرد بیولوژیکی، بلکه به استفاده کارآمدتر از عوامل محیطی نسبت داد.

عملکرد بیولوژیکی

جدول تجزیه واریانس اثر متقابل معنی‌داری (پرایمینگ + علف‌کش) را بر عملکرد بیولوژیکی در سطح ($P < 0.01$) نشان داد (جدول ۶). بالاترین عملکرد بیولوژیکی به میزان ۱۵۲۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار پرایمینگ + وجین و کمترین عملکرد با ۶۲۸/۵ کیلوگرم هکتار در تیمار بدون پرایمینگ و با تداخل علف‌های هرز ثبت شد (جدول ۷). کاهش عملکرد بیولوژیکی

(*al., 2022*) در این آزمایش خاص، به نظر می‌رسد که علف‌کش مذکور تأثیر قابل توجهی در کاهش سطح برگ داشته و به‌طور غیرمستقیم بر فتوسنتز و متعاقباً بر وزن صد دانه و سایر اجزای عملکرد تأثیر گذاشته است. اجرای تیمار پرایمینگ در مزرعه نه تنها سرعت جوانه‌زنی در ارقام نخود را تقریباً ۳۱ درصد تسریع کرد، بلکه وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی را نیز به طور قابل توجهی افزایش داد (*Mansoori and Abutalebian, 2013*).

نتیجه‌گیری کلی

مطالعات نشان داده است که استفاده از علف‌کش ایمازتاپیر در کنترل علف‌های هرز مزارع نخود بسیار مؤثر است. به ویژه، افزایش غلظت این علف‌کش، منجر به کاهش چشمگیر تراکم علف‌های هرز به خصوص ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی می‌شود. یکی از یافته‌های جالب این تحقیق، تأثیر مثبت ترکیب پرایمینگ بذر با استفاده از ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش ایمازتاپیر بود. این ترکیب منجر به کاهش ۹۴ درصدی علف‌های هرز یک‌ساله شد. از نظر عملکرد، تیمار پرایمینگ به همراه وجین دستی بهترین نتیجه را در تولید دانه به همراه داشت و بیشترین وزن صد دانه نیز در این تیمار مشاهده شد. این نشان می‌دهد که وجین دستی به عنوان روشی مکمل، می‌تواند به بهبود عملکرد نخود کمک کند. با این حال، استفاده از دوزهای بالای ایمازتاپیر به تنهایی، به دلیل اثرات گیاه‌سوزی، منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد نخود شد. بنابراین، توصیه می‌شود از دوز ۵۰۰ سی‌سی در هکتار به عنوان بهترین دوز برای این علف‌کش استفاده شود.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچگونه تعارض منافی در رابطه با نشر این مقاله وجود ندارد.

در غلاف، تعداد غلاف در مترمربع و عملکرد اقتصادی کلی نخود می‌شود (*Mansoori and Abutalebian, 2013*). علاوه بر این، مطالعات روی نخود در شرایط آبیاری نشان داد که هیدروپرایمینگ عملکرد را از ۲۶۰۲ به ۳۵۳۳ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (*Mohammadi et al., 2023*). تحقیقات انجام شده در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین بینش کشاورزان، استقرار ضعیف بذر را به عنوان یک عامل مشترک در کاهش عملکرد محصول برجسته می‌کند (*Golla et al., 2021*). محققان خاطر نشان کرده‌اند که هیدروپرایمینگ بنیه اولیه را در برنج، ذرت و نخود بهبود می‌بخشد و در نتیجه رشد سریع، گلدهی و بلوغ زودتر را به همراه دارد و در نهایت منجر به افزایش عملکرد گندم و جو می‌شود (*Golla et al., 2021*). یافته‌های مطالعات فوق شواهدی را برای نتایج آزمایش حاضر ارائه می‌دهد.

وزن ۱۰۰ دانه

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده تفاوت قابل توجه ($P < 0.01$) بین تیمارهای مختلف در مورد وزن صد دانه است (جدول ۶). به طور مشخص بیشترین وزن صد دانه به ۲۶/۳ گرم در تیمار پرایمینگ + وجین علف هرز و کمترین با ۱۴/۷ گرم در تیمار بدون پرایمینگ + ۱۰۰۰ سی‌سی علف‌کش مشاهده شد (جدول ۶). در راستای این یافته‌ها، تحقیقات قبلی اشاره شد که وزن صد دانه نخود در شرایط عاری از علف‌های هرز در مقایسه با تداخل علف‌های هرز بیشتر است (*Shambhavi, 2023*). علاوه بر این، مطالعات تأثیر مثبت پرایمینگ بر افزایش وزن صد دانه نخود را برجسته کرده است (*Mansoori and Abutalebian, 2013*). یکی از دلایل احتمالی کاهش وزن صد دانه نخود را می‌توان به توزیع غیریکنواخت گیاه و کاهش سطح برگ نسبت داد که منجر به کاهش فتوسنتز یا در دسترس بودن و انتقال مواد جذب شده به اندام‌های ذخیره می‌شود (*Tas et*

References

- Ahmadi, A., Veisi, M., Aghaei Haji Abadi, M. and Mousavi, S.K., 2019. Studying integrated weed management in rainfed chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Iranian Journal of Pulses Research*, 10, pp.195-208. [In Persian].
<https://doi.org/10.22067/ijpr.v10i1.61733>

- Ahmadi, A., Shahbazi, S. and Filizadeh, Y., 2024. Evaluating the effectiveness of various herbicides for managing broadleaf weeds in faba bean (*Vicia faba* L.). *Iran Agricultural Research*, 43(1), pp.72-79. [In Persian]. <https://doi.org/10.22099/iar.2024.49839.1580>
- Arafa, S.A., Attia, K.A., Niedbała, G., Piekutowska, M., Alamery, S., Abdelaal, K., Alateeq, T.K., AM Ali, M., Elkelish, A. and Attallah, S.Y., 2021. Seed priming boost adaptation in pea plants under drought stress. *Plants*, 10(10), p.2201. <https://doi.org/10.3390/plants10102201>
- Baucom, R.S., 2019. Evolutionary and ecological insights from herbicide-resistant weeds: what have we learned about plant adaptation, and what is left to uncover? *New Phytologist*, 223(1), pp.68-82.
- Catiempo, R.L., Photchanachai, S., Bayogan, E.R.V. and Wongs-Aree, C., 2021. Impact of hydropriming on germination and seedling establishment of sunflower seeds at elevated temperature. *Plant, Soil & Environment*, 67(9), pp.491-498. <https://doi.org/10.17221/163/2021-pse>
- Chakraborty, P. and Dwivedi, P., 2021. Seed priming and its role in mitigating heat stress responses in crop plants. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, pp.1718-1734. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00474-4>
- FAO, 2023. Statistical Database of the United Nations Food and Agriculture Organization. Available at: www.fao.org/faostat/en/#data/qc available at: www.fao.org/faostat/en/#data/qc
- Gaines, T.A., Duke, S.O., Morran, S., Rigon, C.A., Tranel, P.J., Küpper, A. and Dayan, F.E., 2020. Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*, 295, pp.10307-10330.
- Gao, L. and Yan, M., 2020. Calcium chloride priming increases chilling tolerance in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80, pp.219-226.
- Gediya, L.N., Patel, D.A., Kumar, S., Kumar, D., Parmar, D.J. and Patel, S.S., 2019. Phenotypic variability, path analysis, and molecular diversity analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Vegetos*, 32, pp.167-180. <https://doi.org/10.1007/s42535-019-00020-9>
- Golla, B., 2021. Agricultural production system in arid and semi-arid regions. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 7, pp.234-244.
- Hussain, S., Khan, F., Hussain, H.A. and Nie, L., 2016. Physiological and biochemical mechanisms of seed priming-induced chilling tolerance in rice cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 7, PP, 116. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00116>
- Iqbal, H., Yaning, C., Waqas, M., Ahmed, Z., Raza, S.T. and Shareef, M., 2020. Improving heat stress tolerance in late-planted spring maize by using different exogenous elicitors. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80, pp.30-40.
- Kanatas, P.J. and Gazoulis, I., 2022. The integration of increased seeding rates, mechanical weed control and herbicide application for weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Phytoparasitica*, 50, pp.255-267. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00955-3>

- Kubiak, A., Wolna-Maruwka, A., Niewiadomska, A. and Pilarska, A.A., 2022. The problem of weed infestation of agricultural plantations vs. the assumptions of the European biodiversity strategy. *Agronomy*, 12(8), 1808. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081808>
- Leguizamón, E.S., 2024. The Unsung Champions of Evolution: Weeds and Their Management in Agricultural Systems. *Agriculture*, 14(12), 2368.
- Liu, X., Xiang, S., Zong, T., Ma, G., Wu, L., Liu, K., Zhou, X. and Bai, L., 2019. Herbicide resistance in China: a quantitative review. *Weed Science*, 67(6), pp.605-612. <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.46>
- Mansoori, B. and Abutalebian, M.A., 2013. Effect of on-farm seed priming and supplementary irrigation on emergence rate, yield, and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Plant Production Research*, 20, pp.179-196. <https://doi.org/20.1001.1.23222050.1392.20.2.9.4>
- Merga, B. and Alemu, N., 2019. Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), pp.1620152.
- Mohammadi, M., Tavakol Afshari, R., Nabati, J. and Oskoueian, E., 2023. Evaluating the possibility of increasing freezing tolerance in chickpeas (*Cicer arietinum* L.) by seed priming. *Iranian Journal of Seed Research*, 9, pp.77-98. [In Persian]. <https://doi.org/10.61186/yujs.9.2.77>
- Muhei, S.H., 2018. Seed priming with phytohormones to improve germination under dormant and abiotic stress conditions. *Advances in Crop Science and Technology*, 6, pp.403-409. <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000403>
- Postma, J.A., Hecht, V.L., Hikosaka, K., Nord, E.A., Pons, T.L. and Poorter, H., 2021. Dividing the pie: A quantitative review on plant density responses. *Plant, Cell & Environment*, 44, pp.1072-1094.
- Powles, S.B. and Yu, Q., 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61, pp.317-347. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112119>
- Prakash, N.R., Singh, R.K., Chauhan, S.K., Sharma, M.K., Bharadwaj, C., Hegde, V.S., ... and Tripathi, S., 2017. Tolerance to post-emergence herbicide Imazethapyr in chickpea. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 77, pp.401-408. <https://doi.org/10.5958/0975-6906.2017.00054.2>
- Rathod, P.S., Patil, D.H. and Dodamani, B.M., 2017. Evaluation of time and dose of imazethapyr in controlling weeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research-An International Journal*, 40, pp.906-910. <https://doi.org/10.18805/Ir.v0i0.7293>
- Rhaman, M.S., Imran, S., Rauf, F., Khatun, M., Baskin, C.C., Murata, Y. and Hasanuzzaman, M., 2020. Seed priming with phytohormones: An effective approach for the mitigation of abiotic stress. *Plants*, 10, pp.37. <https://doi.org/10.3390/plants10010037>
- Shambhavi, Jaswal A. 2023. Effect of Weed Management Practices on Growth, Yield and Quality Parameters of Field Pea (*Pisum sativum* var. arvense). *Journal of Food Chemistry & Nanotechnology*, 9(S1): S461-S467. <https://doi.org/10.17756/jfcn.2023-s1-058>

- Sharma, S.R., Singh, S., Aggarwal, N., Kaur, J., Gill, R.K., Kushwah, A., Patil, S. and Kumar, S., 2018. Genetic variation for tolerance to post-emergence herbicide, imazethapyr, in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64, pp.1818–1830. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1463519>
- Somanni, L., 1992. Dictionary of weed science. *Argotic Publishing Academy* (India).
- Tamindžić, G., Ignjatov, M., Miljaković, D., Červenski, J., Milošević, D., Nikolić, Z. and Vasiljević, S., 2023. Seed priming treatments to improve heat stress tolerance of garden pea (*Pisum sativum* L.). *Agriculture*, 13, pp.439. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020439>
- Tas, O., Ertugrul, U., Grunin, L. and Oztop, M.H., 2022. An investigation of functional quality characteristics and water interactions of navy bean, chickpea, pea, and lentil flours. *Legume Science*, 4, pp.e136. <https://doi.org/10.1002/leg3.136>
- Tiwari, S., Sindel, B.M., Smart, N., Coleman, M.J., Fyfe, C., Lawlor, C., ... and Kristiansen, P., 2022. Hand weeding tools in vegetable production systems: an agronomic, ergonomic, and economic evaluation. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20, pp.659-674. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1964789>
- Trognitz, F., Hackl, E., Widhalm, S. and Sessitsch, A., 2016. The role of plant–microbiome interactions in weed establishment and control. *FEMS Microbiology Ecology*, 92, pp.fiw138. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw138>
- Widianto, R., Kurniadie, D., Widayat, D., Umiyati, U., Nasahi, C., Sari, S., ... and Kato-Noguchi, H., 2022. Acetolactate synthase-inhibitor resistance in *Monochoria vaginalis* (Burm. f.) C. Presl from Indonesia. *Plants*, 11, pp.400. <https://doi.org/10.3390/plants11030400>
- Yousefi, V., Ahmadi, J., Sadeghzadeh-Ahar, D. and Esfandiari, E., 2023. Principal component and path analysis of agro-morphological traits of Kabuli chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under dryland spring-planting and autumn-planting. *Iranian Journal of Pulses Research*, 14, pp.48-62. [In Persian]. <https://doi.org/10.22067/ijpr.v14i1.89295>