Plant Production Technology/ Volume 24/ Issu 1/ Pages 89-101/ Spring and Summer 2024
https://doi.org/ 10.22084/PPT.2024.28354.2128

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Evaluation of Weed Interference Effects on Yield and Yield Components of Hemp (*Cannabis Sativa*)

Mahmoodi[1*], S., Samani Pour[2], J., Hammami[1], H. and Samadzadeh[3], A.

1, 2 and 3. Associate Professor, MSc Graduated and Lecturer, Respectively, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
*: Corresponding Author Email: smahmoodi@birjand.ac.ir

Received: 2024/05/04 Accepted: 2024/07/30

Introduction
Hemp (*Cannabis sativa* L.) is one of the oldest cultivated annual crops in the world belonging to the cannabaceae family and annual wind-pollinated broadleaf. It is originated in central Asia and considered a multi-purpose crop including stalk fiber (apparel, fabric, bags), stalk hard (animal bedding, mulch, biofuel, filter, and so on), seeds (nut, and snacks), oil (salad oil, cosmetic, shampoo, soap, oil paint, industrial oil, and solvent), leave and inflorescence (anti-microbe (hand soap), and agrochemical products (insecticide and herbicide). Weed competition for nutrients, water, and light led to decreased growth and yield of hemp. Mechanical and agronomical techniques are commonly used for weed management in hemp. Since mechanical and agronomical techniques are expensive and time-consuming, finding a new approach to save time and money is essential. Determination of weed critical period may facilitate arriving at this approach. The critical period of weed control (CPWC) refers to a part of the integrated weed management (IWM) program and is defined as a part of the crop growth cycle in which weeds must be removed for avoiding economic yield losses due to weed competition with crops for water, light, and minerals. On the other hand, CPWC is a period in which crops must be growth-free of weeds. Numerous agents' effects on CPWC include crop species and growth characteristics, crop density, crop variety, and crop planting pattern. The main goal of this study was to determine the effect of hemp density on CPWC and hemp yield and yield components' responses to the critical period of weed control.

Materials and Methods
A field trial was carried out in 2016 at the research field of Birjand University in South Khorasan Province, Birjand, Iran (latitude 32°, 86′, 49″ N, longitude 59°, 22′, 62″ E, and altitude 1491 m). Before sowing seeds, the field was fertilized with urea (250 kg ha^{-1}) split at two times (sowing time, 2 mount after emergence), P_2O_5 (100 kg ha^{-1}), and K_2O (100 kg ha^{-1}). The field was plowed with a mouldboard plough (30 cm depth), and then harrowing by a disk used for seedbed preparation twice, and finally, leveling the soil surface by leveler tools. Hemp has never been cultivated in this field. The hemp seeds were sown on May 4, 2016, in a cluster, 5 seeds in each hole with 60 cm between rows and 10 and 20 cm between plants in the row for 8 and 16 plants/m^2, respectively. Sown depth was 3 to 4 cm. Crop emergence began about 2 weeks after planting. Two weeks after emergence (four weeks after planting), the plants were thinned to reach a determined density. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) in a factorial arrangement with three replications. Each experimental plot was 6 m long, 3 m in width, and included 5 rows. Data were collected in three central rows. Treatments included six weed-infested periods (2 (WI_2), 4 (WI_4), 6 (WI_6), 8 (WI_8), and 10 (WI_{10}) weeks after crop emergence (WAE)), in which weeds were allowed to grow to 2, 4, 6, 8, and 10 weeks after that control conducted by hand hoeing until harvest time. In weed-infested control (WIC), weeds were allowed to grow in all growing seasons duration. Six weed-free periods (2 (WF_2), 4 (WF_4), 6 (WF_6), 8 (WF_8), and 10 (WF_{10}) weeks after crop emergence (WAE)), which weeds were hand hoeing control to 2, 4, 6, 8, and 10 WAE and then weeds were allowed to grow until harvest time. In weed-free control (WFC), weeds control in all season growth duration. The experimental treatments during the growing season of hemp are described in Figure 1. Seed hemp yield and yield components were determined at the end of the growing season.

Results and Discussion
Weed-infested and weed-free periods treatments have significant effects on the seed yield and yield components including flower number and seed number per plant of hemp (Table 1). Moreover, hemp density has a significant effect on the seed yield and yield components including flower number and seed number per plant of hemp (Table 1). Higher crop density led to limited CPWC since under weed-infested fields using higher crop density led to improved crop competition ability (Zimdal, 1993). (Hayat *et al*.,2003) reported that high crop density led to decreased seed yield of crops by increasing inter-species competition. (Purcell *et al*.,2002) demonstrated the seed yield of soybean depends on crop density whereas by increasing crop density firstly seed yield was increased but under high crop density seed yield was decreased. Therefore, using proper crop density is known as an important challenge to crop production. Flowers per plant, seed number per plant, and seed yield were affected by crop density. Results of this study demonstrated that

under weed-infested fields using 16 plants/m^{-2} is more suitable than 8 plants/m^{-2} compared to weed-free in Birjand conditions (Dry climate)(Table 2).

Conclusions

A greater understanding of weed behavior can help with IWM strategies. The critical period of weed control determination is a key factor for IWM strategies that led to less introduction of herbicides into the environment, saving money and time, and so on. Data obtained from the results of this study revealed that more crop density led to a decrease in the duration of the critical period of weed control in hemp.

Keywords: Weed interference, Density, Competition, Medicinal Plants

Citations: Mahmoodi, S., Samani Pour, J., Hammami, H. & Samadzadeh, A.(2024). Evaluation of Weed Interference Effects on Yield and Yield Components of Hemp (*Cannabis Sativa*) . *Plant Production Technology*, *24*(1), 89-101. https://doi.org/ 10.22084/ppt.2024.28354.2128

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Online ISSN: 2476-5651 **Print ISSN:** 2476-6321

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و چهارم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۸۹- ۱۰۱ / بهار و تابستان ۱۴۰۳
https://doi.org/ 10.22084/PPT.2024.28354.2128

ارزیابی اثر تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شاهدانه (*Cannabis sativa*)

Evaluation of Weed Interference Effects on Yield and Yield Components of Hemp (*Cannabis Sativa*)

سهراب محمودی[1*]، جمشید سامانی پور[2]، حسین حمامی[1] و علیرضا صمدزاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۹
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. عامل اول تداخل علف‌های هرز شامل دو گروه دوره‌ی تداخل و دوره‌ی عاری از علف‌های هرز و عامل دوم تراکم شاهدانه در دو سطح هشت و شانزده بوته در مترمربع بود. نتایج نشان داد که در تیمارهای عاری از علف‌هرز، اجزای عملکرد در تراکم هشت بوته در مترمربع شاهدانه بیش‌تر از تراکم شانزده بوته در مترمربع بود در حالی‌که اجزای عملکرد در تیمارهای تداخل علف‌هرز در تراکم شانزده بوته در مترمربع به‌علت قدرت رقابت بالاتر شاهدانه بیش‌تر بود. عملکرد دانه در اثرات ساده تراکم، تداخل و اثر متقابل تراکم و تداخل علف هرز همگی معنی‌دار شدند. عملکرد شاهدانه در تیمار شاهد فقدان علف‌های هرز در تراکم هشت بوته در مترمربع نسبت به تراکم شانزده بوته در مترمربع، ۷۴/۲ درصد افزایش داشت ولی در تیمار شاهد آلودگی به علف‌های هرز، عملکرد شاهدانه در تراکم شانزده بوته در مترمربع ۱۸۲/۷ درصد افزایش را نسبت به تراکم هشت بوته در مترمربع نشان داد. باتوجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان داشت که مطلوب‌تر است در صورت عدم حضور علف‌های هرز از تراکم هشت بوته در مترمربع و در صورت حضور علف‌های هرز از تراکم شانزده بوته در مترمربع شاهدانه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تداخل علف‌های هرز، تراکم، رقابت، گیاهان دارویی

ارجاع به مقاله: محمودی، س.، سامانی‌پور، ج.، حمامی، ح. صمدزاده، ع. (۱۴۰۳). ارزیابی اثر تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شاهدانه (*Cannabis sativa*)، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۴(۱)، ۸۹-۱۰۱. https://doi.org/10.22084/ppt.2024.28354.2128

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons License Attribution (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱ **شاپا چاپی:** ۲۴۷۶-۶۳۲۱

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و مربی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*: نویسنده مسئول Email: smahmoodi@birjand.ac.ir

۱. مقدمه

از اولین دوران کشت و کار گیاهان زراعی، کنترل علف‌های هرز به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم عملیات زراعی موردتوجه بوده است (Ahn *et al.*, 2005). به‌طوری‌که تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات اساسی در راستای رسیدن به حداکثر عملکرد در کنار حفظ کیفیت گیاهان زراعی می‌باشد (Hamzei *et al.*, 2007 ; Zimdahl, 1993) بنابراین کنترل علف‌های هرز یکی از جنبه های مهم تولید در هر نظام کشاورزی است که برای حصول عملکرد مطلوب امری ضروری است (Zimdahl, 1993 ;Mousavi *et al.*,2005).

تعیین بهترین زمان کنترل علف‌های هرز نه تنها می‌تواند منجر به کاهش اثرات منفی ناشی از تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی شود بلکه می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تولید، فرسایش خاک و هم‌چنین اثرات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها شود. بنابراین با تعیین دوره ضروری کنترل علف های هرز برای هر گیاه و در هر منطقه می‌توان از اثرات منفی زیست محیطی مدیریت علف‌های هرز کاست (Kenzevic *et al.*, 2002). بنابراین شناسایی دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز یکی از اولین مراحل در طراحی موفق سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز می‌باشد (Swanton *et al.*, 1999). باتوجه به این که زمان سبز شدن علف‌های هرز و طول دوره رقابت آن‌ها با گیاه زراعی، عامل اصلی در تعیین برتری گونه علف‌هرز در به‌دست آوردن منبع مشترک با گیاه زراعی بوده و بر عملکرد نهایی آن تأثیر بسزایی دارد. بنابراین تعیین زمان مناسب کنترل علف‌های هرز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف در موفقیت برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز تلقی می‌شود (Gibson and Libman, 2003 ;Dunan *et al.*, 1995). اطلاع از این زمان در انجام برنامه‌های مدیریتی علف‌های هرز به ویژه علف‌های هرز سبز شده پس از رویش گیاه زراعی ضروری است (Swanton *et al.*, 1999). به‌منظور تعیین اثر دوره‌های تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز بر خصوصیات رشدی و عملکردی گیاه زراعی از دو سری تیمار شامل دوره‌های مختلف حضور و عدم حضور علف‌های هرز استفاده می‌شود (Hamzei *et al.*, 2007 ،Erman *et al.*, 1993) عوامل مختلفی بر دوره ضروری کنترل علف‌های هرز تأثیرگذار هستند ولی به طورکلی عواملی که باعث افزایش توان رقابتی گیاه زراعی و یا کاهش توان رقابتی علف‌های هرز شوند می‌توانند طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز را کاهش دهند. گونه و تراکم گیاه زراعی و علف‌هرز، زمان رقابت، شرایط محیطی (درجه حرارت، رطوبت و حاصل‌خیزی خاک) و عملیات زراعی از عوامل تأثیرگذار بر این دوره هستند. یکی از کاربردی‌ترین و آسان‌ترین راهکارهای افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز افزایش تراکم گیاه زراعی است (Makarian *et al.*, 2003).

شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله، دوپایه و متعلق به خانواده کانابیناسه[1] است که به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهانی کشت شده توسط انسان می‌باشد (Hourfane *et al.*, 2023Maxwell, 2016 ;). این گیاه دارای رشد سریع، توانایی رشد در اقلیم‌های گوناگون، توانایی مقاومت به خشکی و هجوم میکروبی، تولید زیست‌توده بالا، بازده بالای کشت، نیاز کم به تقویت‌کننده‌ها، عدم نیاز به آفت‌کش‌ها، توانایی رشد در خاک‌های آلوده به عوامل بیماری زا، و جلوگیری از رشد عوامل بیماری‌زای خاک تأثیر مثبت در تناوب زراعی و بهبود کیفیت خاک می‌باشد (Amaducci *et al.*, 2008; Piotrowski &*al.*, 2008 ; Van der Werf & Turunen, 2008 Carus, 2011; Saif Ur Rehman *et al.*, 2013; Hourfane *et al.*, 2023). شاهدانه با اهداف مختلفی نظیر تولید فیبر، روغن، صابون، دارو، لوازم بهداشتی و آرایشی، حشره‌کش و علف‌کش مورداستفاده قرار می‌گیرد (Rehman Salentijn *et al.*, 2015 ; *et al.*, 2013; Hourfane *et al.*, 2023; Kornpointner *et al.*, 2021). کالاها و مواد تولیدی از بخش‌های مختلف این گیاه در سطح دنیا به حدود ۲۵۰۰۰ می‌رسد. بنابراین در تمام دنیا به عنوان گیاه بسیار ارزشمندی شناخته شده است (Salentijn *et al.*, 2015 ;Rehman *et al.*, 2013; Hourfane *et al.*, 2023). از آنجاکه تاکنون در ایران اثر رقابت علف‌های هرز در تراکم های مختلف گیاه زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی و بسیار ارزشمند شاهدانه بررسی نشده است لذا این مطالعه با هدف ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد شاهدانه به دوره‌های مختلف حضور و عدم حضور علف‌های هرز انجام شد.

1. Cannabaceae

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر رقابت علف‌های هرز بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد شاهدانه (*C. sativa*) توده بیرجند در تراکم‌های مختلف کاشت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و۸۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۲ دقیقه، دارای ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریا و میانگین بارندگی ۱۶۸/۵ میلی‌متر به صورت فاکتوریل دو عاملی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار در مزرعه‌ای با آلودگی طبیعی به علف‌های‌هرز در سال ۱۳۹۶ انجام شد. علف‌های هرز مشاهده شده در آزمایش به همراه برخی خصوصیات گیاه‌شناسی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. عامل آزمایشی اول شامل دوره‌های مختلف تداخل و عاری از علف های هرز (هر کدام در شش سطح) و عامل دوم، تراکم کاشت شاهدانه در دو سطح هشت و شانزده بوته در مترمربع بود. تیمارهای تداخل علف‌های هرز شامل دو گروه بود. گروه اول، دوره آلودگی به علف‌های‌هرز (WI) در شش سطح (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن و کل دوره رشد شاهدانه) و گروه دوم، دوره عاری از علف‌های‌هرز (WF) در شش سطح (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته پس از سبز شدن و کل دوره رشد شاهدانه) بود (شکل ۱). بدین ترتیب تیمارهای رقابت علف‌های هرز در دو گروه شش‌تایی قرار گرفت. کنترل علف‌های‌هرز در تمام تیمارها به‌صورت وجین دستی انجام شد. در تیمارهای گروه اول، علف‌های هرز از ابتدای فصل با گیاه زراعی تداخل داشته ولی از مراحل مذکور وجین شدند و گیاه زراعی تا پایان فصل رویش، عاری از علف‌های هرز بود و در تیمارهای گروه دوم، کرت‌ها تا مراحل مذکور وجین شده و عاری از علف‌هرز بود، سپس به علف‌های هرز اجازه رویش و رقابت با گیاه زراعی تا پایان فصل رشد داده شد. عملیات کاشت در ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ انجام شد. نوع کشت ردیفی با فواصل بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (برای تراکم شانزده بوته در مترمربع) و ۲۰ سانتی متر (برای تراکم هشت بوته در مترمربع) بود. هر کرت ۳ متر عرض و ۶ متر طول داشت. تعداد خطوط کاشت در هر کرت ۵ خط بود. بذرها در کنار پشته‌ها در عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متر و به صورت کپه‌ای کشت شدند. در هر گودال پنج بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن تنک شدند تا به تراکم‌های موردنیاز برسند. برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با رشد و عملکرد شاهدانه در ابتدا هر کرت به دو نیمه مساوی تقسیم شد که یک نیمه برای اندازه‌گیری صفات مرفولوژیکی و نیمه دیگر برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی اختصاص پیدا کرد. نمونه‌برداری با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای انجام گرفت. تعداد گل قبل از برداشت شمارش شده و سپس برداشت شاهدانه پس از رسیدن دانه‌ها و در ۲۰ آبان یعنی در حدود ۱۹۰ روز پس از کشت و از نیمه دوم هر کرت انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم شکل‌ها به‌ترتیب از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD محافظت شده در سطح ۵ درصد انجام شد.

Table 1: Weeds characteristics observed experiment

Common name	Scientific name	Plant family	Leaf type	Life cycle	Photosynthetic path
Tumble pigweed	*Amaranthus albus*	Amaranthaceae	Broad leaf	annual	C4
Barnyard grass	*Echinochloa crus-galli*	Poaceae	grass	annual	C4
Common purslane	*Portulaca oleracea*	Portulacaceae	Broad leaf	annual	C4
Puncturevine	*Tribulus trrestris*	Zygophyllaceae	Broad leaf	annual	C4
sea-blites	*Suaeda sp*	Amaranthaceae	Broad leaf	annual	C4
Camel Thorn	*Alhaji* spp	Fabaceae	Broad leaf	perennial	C4
European turn-sole	*Heliotropium europaeum*	Boraginaceae	Broad leaf	annual	C4
lamb's quarters	*Chenopodium album*	Chenopodiaceae	Broad leaf	annual	C3

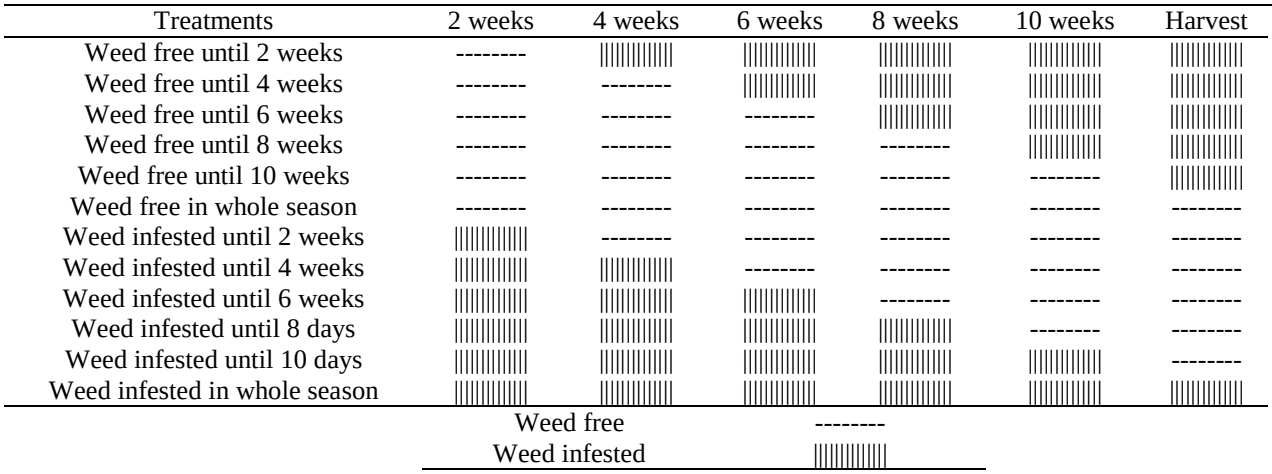

Fig. 1: Weed interference and weed free periods treatments

۳. نتایج و بحث

۳-۱. تعداد گل

باتوجه به جدول ۲ و نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات تراکم (P<۰/۰۱) ، رقابت علف‌های هرز (P<۰/۰۵) و اثر متقابل تراکم و رقابت علف‌های هرز(P<۰/۰۱) بر صفت تعداد گل در بوته شاهدانه معنی‌دار شد. طبق نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین تعداد گل در بوته را تیمار WFC، با ۲٤۷/۳۳ گل، و کم‌ترین تعداد گل را تیمار WI10 با ٤۱/۱٦ گل داشتند. تعداد گل در بوته شاهدانه در تیمارهای WI2، WI4، WF6 و WF8 با تیمار شاهد عاری از علف‌هرز (WFC) اختلاف معنی‌داری نداشت. هم‌چنین اختلاف این صفت در تیمار WI10 با تیمار شاهد تداخل علف‌هرز (WIC) معنی‌دار نبود (شکل ۲).

Table 2: Analysis of variance (mean of squares) of yield and yield components of hemp

S.O.V	df	Means of square			
		Flower number	Seed number	1000 seed weight	Seed yield
Block	2	2893.18^{ns}	1850093.60^{ns}	2.86^{ns}	165.20^{ns}
Density	1	10633.68*	54296883.68**	3.67^{ns}	11286.05**
Weed infested	11	46093.56**	55960108.59**	5.12^{ns}	8360.12**
Density× Weed infested	11	5532.44*	16870500.17**	0.280*	2354.10**
Error	46	2142.75	1981424.67	2.08	101.01
CV	-	29.73	21.30	14.63	14.87

ns,* and **, respectively shows, non-significant and significant at levels of 5% and 1%

نتایج به‌دست آمده از اثر تراکم بر تعداد گل نشان داد که تعداد گل در بوته در تراکم هشت بوته در مترمربع ۱٦۷/۸۰ عدد بود که در تراکم شانزده بوته در مترمربع با ۱٤ درصد کاهش به ۱٤۳/۵ عدد رسید. یکی از عواملی که باعث افزایش تعداد گل در بوته‌ی شاهدانه می‌شود، تعداد و طول شاخه جانبی می‌باشد. به‌نظر می‌رسد این اختلاف تعداد گل در دو تراکم هشت و شانزده بوته در مترمربع ناشی از رشد بیش‌تر شاخه‌ها جانبی در تراکم هشت بوته در مترمربع به خاطر فضای بیش‌تر بین بوته‌ها نسبت به تراکم شانزده بوته در مترمربع می‌باشد، و از آنجایی‌که بسیاری از گل‌ها بر روی شاخه‌های جانبی تشکیل می‌شود، باعث شده تا تعداد گل‌ها در تراکم هشت بوته در مترمربع بیش‌تر شود (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم و رقابت علف‌های هرز (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین تعداد گل را تیمارهایی داشتند که بیش‌ترین دوره رشد خود را عاری از علف‌های هرز بوده‌اند. عاری بودن شاهدانه از علف‌های هرز باعث افزایش ارتفاع شده است که این افزایش ارتفاع باعث تشکیل گل بیش تر نیز شده است. کم‌ترین تعداد گل را نیز تیمار شاهد تداخل علف‌هرز (WIC) در تراکم هشت بوته در مترمربع با ۲۵ عدد گل و بیش‌ترین تعداد گل را نیز تیمار شاهد عاری از علف‌هرز (WFC) در تراکم هشت بوته در مترمربع با ۲۸٤ عدد گل داشت.

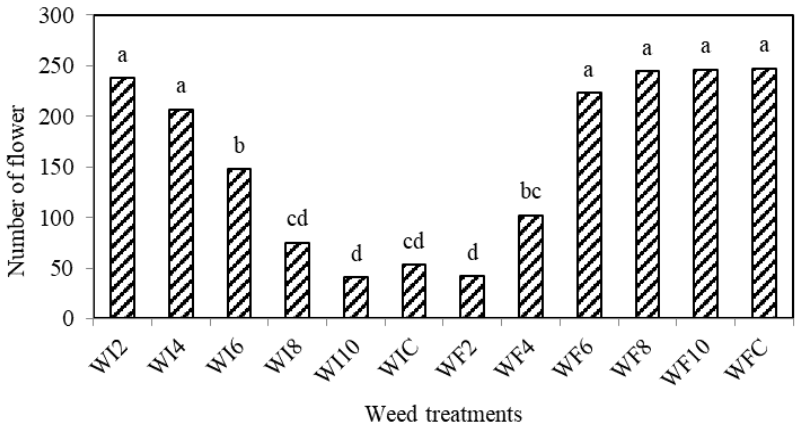

Fig. 2: Effect of weed interference and weed-free treatments on the number of hemp flowers per plant (Treatments showed the weed infested and weed free weeks after emergence of hemp)

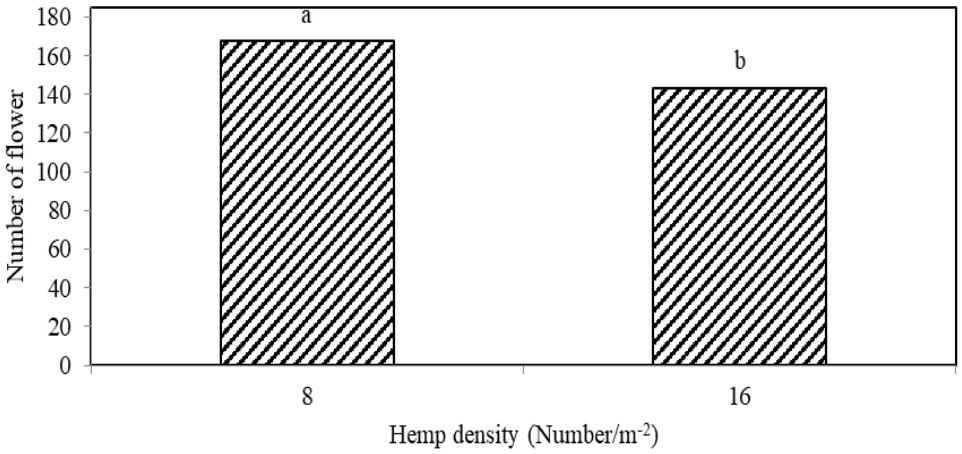

Fig. 3: Means comparison Effect of hemp density (Number/m^{-2}) on number of flowers per plant (Protected LSD on 5% significant level)

۳-۲. تعداد دانه در بوته

اثر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز، اثر تراکم کاشت شاهدانه و اثر متقابل این دو عامل بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار شد (P<۰/۰۱) (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد دانه در تیمار شاهد عاری از علف‌هرز (WFC) و کم‌ترین تعداد دانه را با ۷۳/٦۵ درصد کاهش نسبت به این شاهد در تیمار WF2 مشاهده شده که با تیمارهای WIC ، WI10 و WI8 اختلاف آماری معنی داری نداشت (شکل ٤). این کاهش تعداد دانه در بوته شاهدانه ناشی از شدت رقابت بالای علف‌هرز در نتیجه زمان طولانی تر حضور علف‌های هرز در تیمارهای مذکور بود. گزارش شده است که با افزایش تداخل علف‌هرز تعداد دانه در بوته کم می‌شود (Evans and Kenzevic, 2000). هم چنین تعداد دانه در هر بوته شاهدانه در تراکم هشت بوته در مترمربع ۷٤۷۵ بود که با افزایش تراکم آن به شانزده بوته در مترمربع ۲۳ درصد کاهش یافت و به ۵۷۳۹ دانه در هر بوته رسید (شکل ۵). این اختلاف تعداد دانه تولید شده در دو تراکم هشت و شانزده بوته در مترمربع را می‌توان به افزایش رقابت درون گونه‌ای شاهدانه مرتبط دانست به‌طوری‌که در تراکم زیاد شاهدانه نتوانست از منابع جذب شده جهت تولید دانه استفاده کند. دلیل کاهش تعداد دانه در تراکم شانزده بوته در مترمربع می‌تواند به علت رقابت و سایه اندازی بوته‌ها بر یک‌دیگر باشد که می‌تواند باعث بالا رفتن تنفس نگه‌داری و انتقال کم‌تر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شود. نتایج یک مطالعه نشان داد که با افزایش تراکم، تعداد دانه در هر غلاف خلر کاهش پیدا می‌کند (Hayat *et al.*, 2003). در مورد سویا نیز گزارش شده است که افزایش تراکم گیاهی تا یک سطح معین

باعث افزایش تعداد دانه و بیش‌تر از آن باعث کاهش تعداد دانه می‌شود (Purcel *et al.*, 2002).

مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و رقابت علف‌های هرز نیز نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه را تیمارهایی داشتند که حداقل تا ۸ هفته اول عاری از علف‌هرز بودند. این تعداد دانه بیش‌تر در تراکم هشت بوته در مترمربع ناشی از تعداد برگ بیش‌تر، سطح برگ بیش‌تر، طول شاخه جانبی بیش‌تر و تعداد گل بیش‌تر می‌باشد که در نهایت باعث تولید دانه‌ی بیش‌تر شد (جدول ۳). نتایج یک بررسی نشان داد که هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیش‌تر باشد، میزان تابش فعال فتوسنتزی دریافتی توسط علف‌های هرز کاهش می‌یابد و در نتیجه بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز افزوده می‌شود و باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (Croster and Witt, 2000).

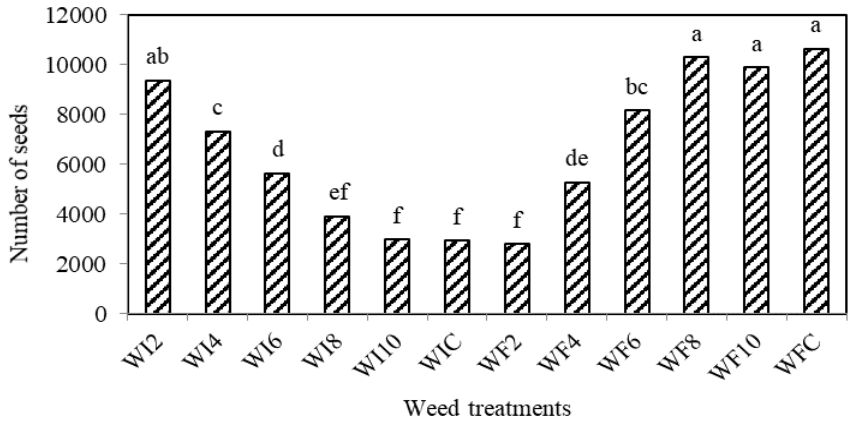

Fig. 4: Means comparison the number of seed in each plant in weed interference and weed-free treatments (Protected LSD on 5% significant level)

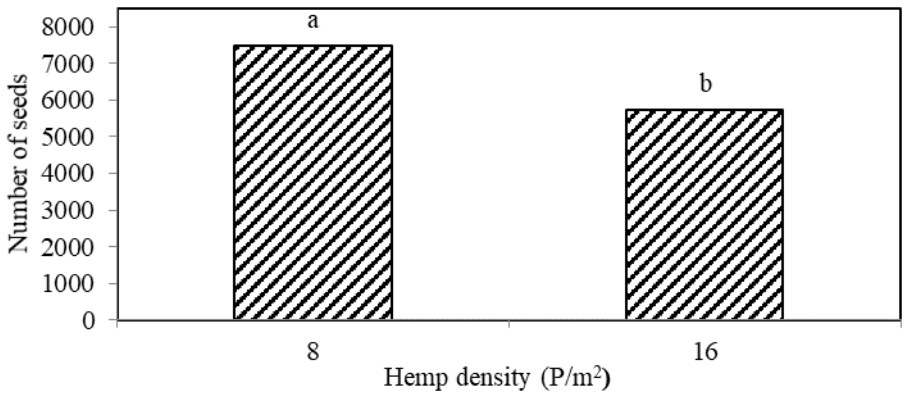

Fig. 5: Means comparison the number of seed in each plant in eight and sixteen plant density per m^{-2} (Protected LSD on 5% significant level)

۳-۳. وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه شاهدانه نشان داد که اثر ساده تداخل علف‌های هرز براین صفت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) ولی اثر ساده تراکم و اثر متقابل تراکم و تداخل علف‌هرز براین صفت معنی دار نشدند (جدول ۲). رقابت علف‌های هرز باعث کم شدن وزن هزار دانه شاهدانه شد. کم ترین وزن هزار دانه در تیمارهای حضور علف‌های هرز به مدت ۱۰ هفته، عدم کنترل علف‌های هرز در تمام طول فصل رشد و کنترل علف‌های هرز تا دو هفته بعد از سبز شدن نسبت به شاهد کنترل علف های هرز در تمام طول فصل رشد مشاهده شد (شکل ٦). بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه در تیمار کنترل علف‌های هرز در تمام فصل رشد مشاهده شد که البته با تیمارهای آلودگی به علف‌های هرز تا دو و چهار هفته پس از سبز شدن و کنترل علف‌های هرز تا شش، هشت و ده هفته پس از سبز شدن شاهدانه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ٦).

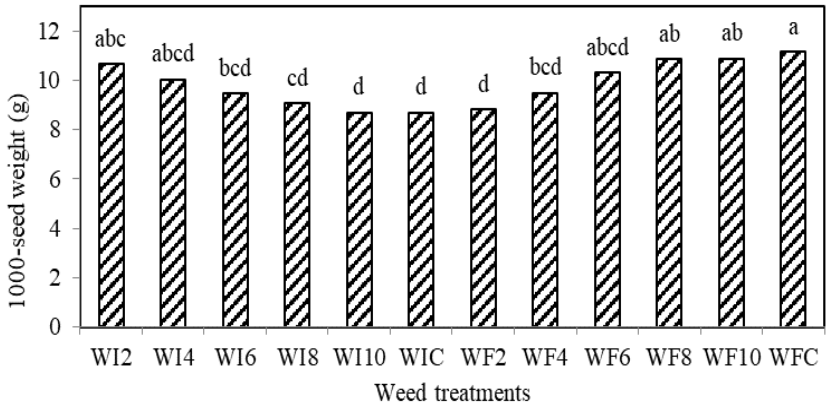

Fig. 6: Means comparison of 1000 seed weight in each plant in weed interference and weed free treatments (Protected LSD on 5% significant level)

افزایش تراکم شاهدانه هرچند باعث کاهش ٤/٦٩ درصدی وزن هزار دانه شد ولی از لحاظ آماری وزن هزار دانه در دو تراکم هشت و شانزده بوته در مترمربع با یک‌دیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۷). هرچند به‌نظر می رسد افزایش تراکم کاشت، به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای در شاهدانه باعث شده است که مواد فتوسنتزی کم‌تری به پر کردن دانه‌ها اختصاص یافته ولی باتوجه به قابلیت جبرانی این جزء عملکرد و تأثیر کم‌تر از عوامل محیطی کاهش آن معنی‌داری نبود. در تحقیقی بر روی سه رقم کلزای پاییزه این نتیجه به دست آمد که کاهش وزن دانه که بر اثر افزایش طول دوره تداخل علف‌هرز رخ می‌دهد، مربوط به پایین بودن سرعت تجمع مواد در دانه و کوتاه‌تر شدن طول دوره مؤثر پر شدن دانه بوده است (Hamzei *et al*., 2007). دیگر محققان نیز در آزمایشات خود دریافتند که با افزایش تراکم و هم‌چنین افزایش رقابت، وزن هزار دانه آفتابگردان کاهش می‌یابد (Mirshekari *et al*., 2006).

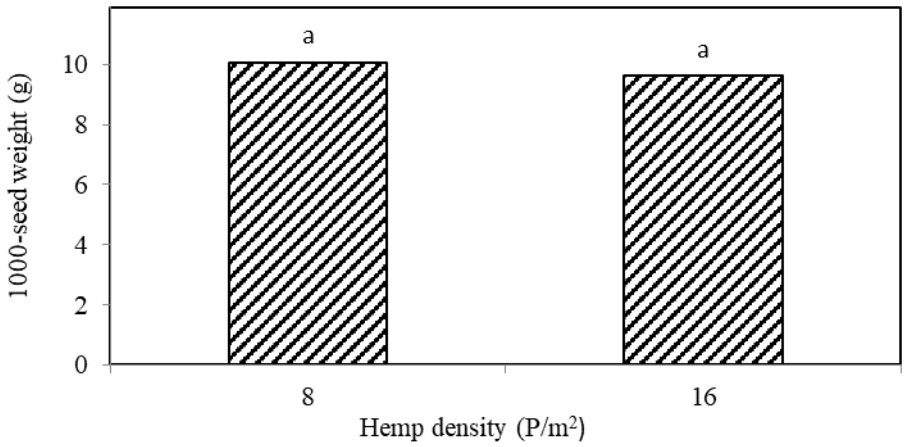

Fig. 7: Means comparison of 1000 seed weight in each plant in eight and sixteen plant density per m^2 (Protected LSD on 5% significant level)

۳-٤. عملکرد دانه

باتوجه به دو پایه بودن گیاه شاهدانه و استحصال عملکرد دانه از پایه های ماده و به‌دلیل یکسان نبودن تعداد گیاهان ماده در واحد سطح، عملکرد شاهدانه در این تحقیق در واحد بوته محاسبه و گزارش شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تراکم کاشت و تداخل علف‌های هرز و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه در تک بوته معنی‌دار شد (P<۰/۰۱) (جدول ۲). در بین تیمارهای تداخل علف‌هرز، بیش‌ترین عملکرد در شاهد عاری از علف‌هرز (WFC) مشاهده شد و پس از آن نیز تیمارهای WF10، WF8 و WI2

به‌ترتیب بیش‌ترین عملکرد را داشتند (شکل ۸). کم‌ترین عملکرد را نیز شاهد تداخل علف‌هرز (WIC) و تیمارهای WI10، WF2 و WIC مشاهده شد. عملکرد تک بوته در تیمار WFC حدود ۳٦٦ درصد بیش‌تر از تیمار WIC بود. کاهش یا افزایش عملکرد دانه در اثر کاهش یا افزایش طول دوره رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز گزارش شده است (Martin *et al.*, 2001). تراکم کاشت شاهدانه نیز در عملکرد دانه تک بوته شاهدانه تأثیر معنی‌داری داشت به طوری‌که این صفت در تراکم هشت بوته در مترمربع، حدود ٤٥ درصد بیشتر از تراکم شانزده بوته در مترمربع بود (شکل ۹). این افزایش می‌تواند ناشی از تعداد بیش‌تر گل، طول بیش‌تر شاخه جانبی، سطح برگ بیش‌تر و زیاد شدن وزن هزار دانه در تراکم هشت بوته در مترمربع باشد. به‌نظر می‌رسد در تراکم‌های کم، شاهدانه از منابع و نور خورشید بهره‌برداری بیش‌تری کرده، در نتیجه نهاده بیش‌تری در اختیار هر بوته قرار گرفته و عملکرد دانه افزایش یافته است.

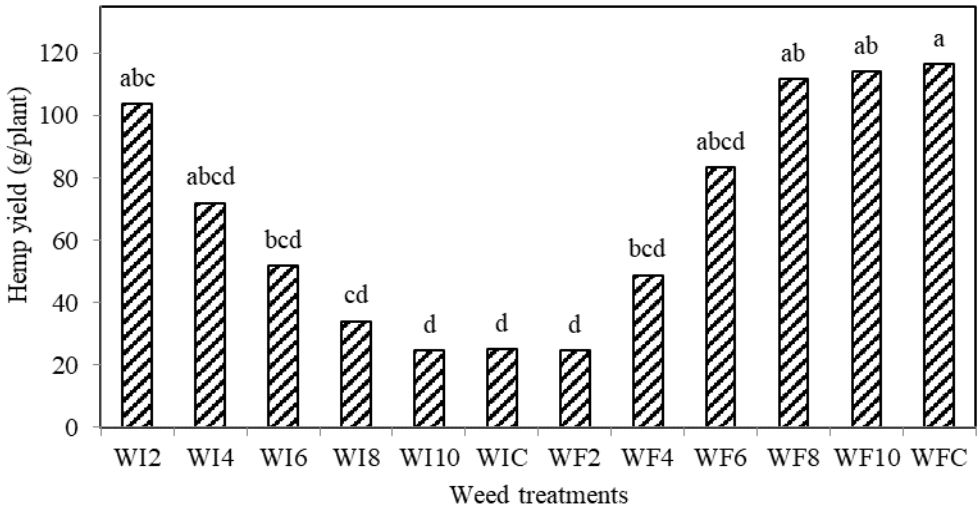

Fig. 8: Means comparison of Seed yield in each plant in weed interference and weed free treatments (Protected LSD on 5% significant level)

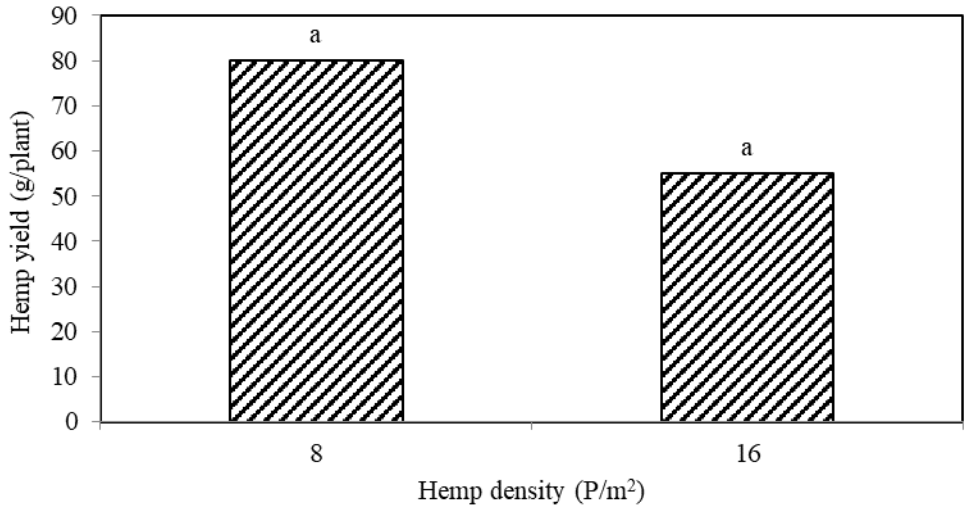

Fig. 9: Means comparison of Seed yield in each plant in eight and sixteen plant density per m^2 (Protected LSD on 5% significant level)

Table 3: Means comparison of yield and yield components under interaction effects of hemp density and weed interference

Treatments	Density	weed infested and weed free periods (Weeks)											
		WI2	WI4	WI6	WI8	WI10	WF2	WF4	WF6	WF8	WF10	WIC	WFC
Number of flowers	8	270.33^{a-c}	223.66^{b-e}	174.66^{e-g}	70.33^{h-j}	32.66^{j}	32.33^{j}	62.66^{i-j}	254.33^{a-d}	310^{a}	273.66^{a-c}	25^{j}	284^{a-b}
	16	250.33^{c-f}	190.33^{d-g}	120.33^{g-i}	80.33^{h-j}	49.66^{i-j}	51.33^{i-j}	142^{f-h}	192.66^{d-g}	179.66^{d-g}	218.66^{b-e}	81^{h-j}	210.66^{b-f}
Number of seeds per plant	8	11468.67^{b-c}	8367^{d-e}	5799^{f-j}	3552.33^{i-m}	2368.66^{k-m}	2131.66^{i-m}	4697.33^{h-k}	9876.66^{c-d}	15493.67^{a}	12356^{b}	1567.66^{m}	13298.33^{a-b}
	16	7285.66^{e-g}	6289.66^{e-h}	5497^{g-j}	4272.33^{h-l}	3594.33^{i-m}	3481.66^{j-m}	5865^{f-i}	6460.66^{e-h}	6489.66^{e-h}	7466.33^{e-g}	4285.66^{h-l}	8007.66^{d-e}
Seed yield in plant	8	132.69^{b}	83.27^{d}	53.47^{g-h}	31.78^{k-l}	19.78^{l-m}	20.10^{l-m}	44.73^{h-k}	103.71^{c}	159.58^{a}	150.5^{a}	13.06^{m}	148.18^{a-b}
	16	74.94^{d-f}	60.79^{f-h}	50.17^{g-j}	36.21^{j-l}	29.51^{k-m}	29.30^{k-m}	52.99^{g-i}	62.86^{e-g}	64.00^{e-g}	77.67^{d-e}	36.92^{i-k}	85.07^{d}

The same letters in each trait show non-significant difference based on the protected LSD test at 5% probability level

۳-۵. ضرایب همبستگی بین صفات

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات شاهدانه نشان داد که تعداد گل، عملکرد دانه در تک بوته و تعداد دانه با یک‌دیگر همبستگی مستقیم و معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۱). هم‌چنین وزن هزار دانه با تعداد گل و تعداد دانه (P<۰/۰۵) و عملکرد دانه (P<۰/۰۱) همبستگی مثبت داشت (جدول ٤). با افزایش تعداد گل در هر بوته، تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه افزایش پیدا کرد. به‌نظر می‌رسد رقابت شدید علف‌های هرز با شاهدانه و محدودیت شدید منابع، نه تنها باعث کاهش تعداد دانه در شاهدانه شده بلکه وزن دانه‌ها را نیز کم کرده است لذا همبستگی مثبتی بین این دو جزء عملکرد مشاهده شد. گزارش شده است که عملکرد دانه سویا همبستگی مثبتی با تعداد دانه در بوته و وزن هزاردانه آن دارد (Singh & Yadava, 2000). علاوه بر این گزارش شده است که هم‌چنین که صفت تعداد دانه در بوته بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه در سویا داشت (Masoudi *et al*., 2008).

Table 4: Correlation coefficient between hemp traits

	Number of flowers	Seed yield	1000 seed weight	Number of seeds per plant
Number of flowers	1			
Seed yield	0.880**	1		
1000 seed weight	0.271*	0.507**	1	
Number of seeds per plant	0.942**	0.964**	0.329*	1

* and **, shows significant effect at levels of 5% and 1%, respectively

٤. نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که قدرت رقابت شاهدانه با علف‌های هرز در تراکم شانزده بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم هشت بوته در مترمربع بیش‌تر است. البته در شرایط کنترل علف‌های هرز، به‌دلیل افزایش رقابت درون گونه ای، تراکم هشت بوته در مترمربع توصیه می‌شود. نتایج هم چنین نشان داد که در تیمارهای عاری از علف‌هرز تعداد گل، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در تراکم هشت بوته در مترمربع شاهدانه بیش‌تر از تراکم شانزده بوته در مترمربع بود در حالی که در تیمارهای تداخل علف‌هرز به‌علت قدرت رقابت بالاتر شاهدانه در تراکم شانزده بوته در مترمربع و هم‌چنین تفاوت در زمان رقابت، وضعیت برعکس بود. بنابراین باتوجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان داشت که به‌منظور دستیابی به حداکثر عملکرد باید در صورت عدم حضور علف‌های هرز از تراکم هشت بوته در مترمربع و درصورت حضور علف‌های هرز از تراکم شانزده بوته در مترمربع شاهدانه استفاده کرد.

۵. منابع

Ahn, J. K., Hahn, S. J., Kim, J. T., Khanh, T. D., & Chung, I. M. (2005). Evaluation of allelopathic potential among rice (*Oryza sativa* L.) germplasm for control of Echinochloa crus-galli P. Beauv in the field. *Crop Protection*, *24*(5), 413-419. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.09.009

Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F., & Venturi, G. (2008). Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fiber and implication for an innovative production system. *Field Crops Research*, *107*(2), 161-169. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.02.002

Crotser, M. P., & Witt, W. W. (2000). Effect of *Glycine max* canopy characteristics, *G. max* interference, and weed-free period on *Solanum ptycanthum* growth. *Weed Science*, *48*(1), 20-26. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0020:EOGMCC]2.0.CO;2

Dunan, C. M., Westra, P., Schweizer, E. E., Lybecker, D. W., & Moore, F. D. (1995). The concept and application of early economic period threshold: the case of DCPA in onions (*Allium cepa*). *Weed Science*, *43*(4), 634-639. https://doi.org/10.1017/S0043174500081753

Erman, M., Tepe, I. K., Buuml, B., Yergin, R., & Takesen, M. (2008). Critical period of weed control in winter lentil under non-irrigated conditions in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, *3*(8), 523-530.

Evans, S. P., Knezevic, S. Z., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., & Blankenship, E. E. (2003). Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*, *51*(3), 408-417. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0408:NAITCP]2.0.CO;2

Gibson, L. R., & Liebman, M. (2003). A laboratory exercise for teaching critical period for weed control concepts. *Weed Technology*, *17*(2), 403-411. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2003)017[0403:ALEFTC]2.0.CO;2

Hamzei, J., Nasab, A.D.M., Khoie, F. R., Javanshir, A., & Moghaddam, M. (2007). Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *31*(2), 83-90.

Hayat, F., Arif, M. & Kakar, K.M. (2003). Effects of seed rates on mungbean varieties under dryland conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, *5*, 160-161.

Hourfane, S., Mechqoq, H., Bekkali, A. Y., Rocha, J. M., & El Aouad, N. (2023). A comprehensive review on *Cannabis sativa* ethnobotany, phytochemistry, molecular docking and biological activities. *Plants*, *12*(6), 1245. https://doi.org/10.3390/plants12061245.

Knezevic, S. Z., Evans, S. P., Blankenship, E. E., Van Acker, R. C., & Lindquist, J. L. (2002). Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed science*, *50*(6), 773-786. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0773:CPFWCT]2.0.CO;2

Kornpointner, C., Martinez, A. S., Marinovic, S., Haselmair-Gosch, C., Jamnik, P., Schröder, K., Löfke, C., & Halbwirth, H. (2021). Chemical composition and antioxidant potential of Cannabis sativa L. roots. *Industrial Crops and Products*, *165*, 113422. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113422

Makarian, H., Bannayan Aval, M., Rahimiyan mashhadi, H., & Izadi Darbandi, E. (2003). Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *1*(2), 271-279. (In Persian)

Martin, S. G., Van Acker, R. C., & Friesen, L. F. (2001). Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*, *49*(3), 326-333. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0326:CPOWCI]2.0.CO;2

Masoudi, B., Bihamta, M. R., Babaei, H. R., & Peyghambari, S. A. (2008). Evaluation of Genetic Diversity for Agronomic, Morphological and Phenological Traits in Soybean. *Seed and Plant Journal*, *24*(3), 413-427. (In Persian)

Maxwell, B.A. (2016). Effects of herbicides on industrial hemp (Cannabis sativa) phytotoxicity, biomass, and seed yield. Masters Theses and Specialist Projects. Paper 1742. https://digitalcommons.wku.edu/theses/1742.

Mirshekari, B., Dabagh Mohammadi nasab, A., Noormohammadi, G., Rahimian mashhadi, H. (2006). Effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) density and time of emergence on yield and yield components of sunflower (Hybrid Hysun-33). *Iranian Journal of Crop Science*, *7*(4), 365-377. (In Persian)

Mousavi, M., Zand, E. & Baghestani, M. A. (2005). Effects of crop density on interference of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and weeds. *Applied Entomology and Phytopathology*, *73*(1). (In Persian)

Piotrowski, S., & Carus, M. (2011). Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. *Nova institute*, *5*, 1-6.

Purcell, L. C., Ball, R. A., Reaper, J. D., & Vories, E. D. (2002). Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Science*, *42*(1), 172-177. https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1720

Rehman, M. S. U., Rashid, N., Saif, A., Mahmood, T., & Han, J. I. (2013). Potential of bioenergy production from industrial hemp (*Cannabis sativa*): Pakistan perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *18*, 154-164. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.019

Salentijn, E. M., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., & Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial crops and products*, *68*, 32-41. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.011

Singh, J., & Yadava, H. S. (2000). Factors determining seed yield in early generation of soybean. *Crop Research* (Hisar), *20*(2), 239-243.

Swanton, C. J., Weaver, S., Cowan, P., Acker, R. V., Deen, W., & Shreshta, A. (1999). Weed thresholds: theory and applicability. *Journal of Crop Production*, *2*(1), 9-29. https://doi.org/10.1300/J144v02n01_02

Van der Werf, H. M., &Turunen, L. (2008). The environmental impacts of the production of hemp and flax textile yarn. *Industrial Crops and Products*, *27*(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.05.003

Zimdahl, R. L. (1993). *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, San Diego, CA, USA.