



Research Article

Vol. 24, No. 1, Spring 2026, p. 35-57

The Effect of Cover Crop and Row Spacing on Some Soil Properties, Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba* L. Mehta Cultivar)

S. Iri ¹, A. Siahmarguee ^{1*}, J. Gherekhloo ¹, F. Sheikh ², E. Zeinali ¹, F. Ghaderi-Far ¹

1- Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Department of Horticulture and Agronomy, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

(*- Corresponding author's Email: siahmarguee@gau.ac.ir)**How to cite this article:**Received: 20 January 2025
Revised: 20 April 2025
Accepted: 03 May 2025
Available Online: 14 May 2025Iri, S., Siahmarguee, A., Gherekhloo, J., Sheikh, F., Zeinali, E., & Ghaderi-Far, F. (2026). The effect of cover crop and row spacing on some soil properties, yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L. Mehta cultivar). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 24(1), 35-57. (In Persian with English abstract)
<https://doi.org/10.22067/jcesc.2025.91742.1378>

Introduction

Golestan province is one of the main areas of faba bean (*Vicia faba* L.) production in Iran. Expanding faba bean cultivation in rotation with wheat, rapeseed, and other cold-tolerant plants, due to the valuable characteristics of this plant, can improve the sustainability of cropping systems and bring other important benefits. Weeds are considered a major problem in faba bean production and cause significant losses in grain and green pod yields. Cultivation of cover crops along with modification of agricultural practices, especially planting arrangements, can be a suitable solution for controlling weeds.

Materials and Methods

In order to investigate the effect of cover crop and row spacing on some soil properties, yield, and yield components of faba bean, a field experiment was conducted as a factorial in a randomized complete block design with three replications in two crop years 2021-22 and 2022-23 at the research farm of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The first factor of the experiment included the use of cover crops at the levels of 1- rye (*Secale Cereal* L.), 2- parsley (*Petroselinum crispum* L.), 3- berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.), 4- hairy vetch (*Vicia villosa* L.), 5- no cover crop with the use of haloxyfop R-methyl ester + bentazone herbicides, 6- no cover crop in conditions of weeding of weeds, and 7- no cover crop in conditions of no weeding of weeds. The second factor was the distance between faba bean rows at three levels (37.5, 50, and 62.5 cm). Cover crops were planted simultaneously with faba beans and rolled 100 days later. In the second year of the experiment and at the end of the faba bean growth period, soil sampling was performed to determine the soil organic matter content and microbial respiration.

Result and Discussion

Before rolling, the highest and lowest leaf area (and dry weight) among the different cover crops were observed in rye and parsley. In the study of the dry weight of weeds 52 days after rolling the cover crops, it was indicated that the residues of rye and parsley had better potential for controlling weeds in both crop years than the residues of hairy vetch and berseem clover. The lowest number of pods per plant was recorded at a row spacing of 37.5 cm. Among the treatments, the highest number of pods per plant was observed in the no-cover crop treatment under weeding conditions, as well as in the rye and parsley cover crop treatments. In contrast, the lowest number of pods per faba bean plant was recorded in the no-cover crop treatment under no-weeding

Authors retain the copyright. 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/). <https://doi.org/10.22067/jcesc.2025.91742.1378>

conditions and in the hairy vetch cover crop treatment. Row spacing and cover crop treatments had no significant effect on the number of seeds per faba bean pod. With increasing row spacing, the weight of one hundred faba beans increased. The highest weight of faba bean pods was observed in the control treatments without cover crop under weeding conditions and with parsley cover crop planting, respectively, with 121.61 and 120.47 g. The highest biological yield was observed in the parsley cover crop (and residue) treatment at 9313 kg ha⁻¹, which was not far from the control treatments without cover crop in weeding conditions (9279 kg ha⁻¹) and rye cover crop (8364 kg ha⁻¹). The highest grain yield was observed in the row spacing of 37.5 cm and the lowest in the row spacing of 62.5 cm. The lowest grain yield after the cover crop treatment in the no-weeding condition was observed in the hairy vetch treatment. The highest organic carbon and soil microbial respiration was observed in the cover crop treatment in the no-weeding condition and the lowest in the cover crop treatments in the weeding condition. Among the treatments of undercover crops, the highest amount of organic carbon and soil microbial respiration was observed in the hairy vetch treatment and the lowest in rye.

Conclusion

In general, the results of this study showed that the use of different cover crops can have different effects on weed populations, soil properties, and crop yield. Based on the results of this study, to achieve the desired yield of faba bean-Mehta variety, it is recommended to plant parsley at a row spacing of 37.5 cm.

Keyword: Herbicide, Leguminaceae, Microbial respiration, Organic carbon of soil, Parsley

مقاله پژوهشی

جلد ۲۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، ص ۵۷-۳۵

اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف کاشت روی برخی از خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.) - رقم مهتا

سمیه ایری^۱، آسیه سیاهمرگویی^{۱*}، جاوید قرخلو^۱، فاطمه شیخ^۲، ابراهیم زینلی^۱، فرشید قادری^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

چکیده

به منظور بررسی اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف روی برخی از خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. عامل اول شامل کاربرد گیاه پوششی در هفت سطح (چاودار (*Secale Cereal* L.)، جعفری (*Petroselinum crispum* L.)، شبدر برسيم (*Trifolium alexandrinum* L.)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، بدون گیاه پوششی همراه با مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر + بنتازون، بدون گیاه پوششی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز و بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز) و عامل دوم شامل فاصله بین ردیف باقلا در سه سطح (۳۷/۵، ۵۰ و ۶۲/۵ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بقایای دو گیاه چاودار و جعفری از پتانسیل مناسب‌تری در مهار علف‌های هرز برخوردار بودند. بیشترین عملکرد دانه در فاصله ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر و کمترین آن در فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. کمترین عملکرد دانه بعد از تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز در تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای به دست آمد. بیشترین کربن آلی و تنفس میکروبی خاک نیز در تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز و کمترین آن در تیمارهای بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز مشاهده شد. براساس نتایج این تحقیق، جهت دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا -رقم مهتا، کاشت گیاه جعفری در بین فواصل ردیف کاشت ۳۷/۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنفس میکروبی، جعفری، خانواده نخود، علف‌کش، کربن آلی خاک

مقدمه

امروزه حبوبات به دلیل داشتن پروتئین بالا و اسیدآمینه‌های ضروری، مورد توجه زیادی در جهان قرار گرفته‌اند (Lishan et al., 2022). باقلا (*Vicia faba* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات و از قدیمی‌ترین حبوبات برای مصرف انسان به عنوان منبع پروتئین محسوب می‌شود (Alharbi & Adhikar, 2020). این گیاه به طور گسترده‌ای به عنوان منبع پروتئین در تغذیه انسان و دام به صورت تازه

و خشک مصرف می‌شود (Lishan et al., 2022). این محصول حاوی مقدار زیادی پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی است که محتوای پروتئین آن ۳۱/۸۳-۲۹/۵۷ درصد، کربوهیدرات ۵۴/۶۰-۵۲/۹۶ درصد، خاکستر ۳/۳۷-۳/۴۷ درصد، چربی ۰/۸۱-۱/۲۴ درصد و فیبر آن ۱۰/۸۸-۱۱ درصد گزارش شده است (Kumar et al., 2019; Raiger et al., 2021). به دلیل توانایی این گیاه در تثبیت نیتروژن، نقش اساسی در تناوب زراعی ایفا می‌کند و همچنین می‌تواند سطح قابل توجهی از نیتروژن را از هوای خاک با استفاده از رابطه همزیستی با باکتری ریزوبیوم (*Rhizobium leguminosarum* L.) تأمین کند (Gezahegn & Tesfaye, 2017). همچنین باقلا نقش اساسی در افزایش حاصلخیزی خاک دارد و با افزودن حدود ۳۰-۲۰ درصد نیتروژن پس از برداشت، به افزایش عملکرد محصول بعدی کمک می‌کند (El-Metwally et al., 2017).

۱- گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
(*) نویسنده مسئول: Email: Siahmarguee@gau.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/jcsc.2025.91742.1378>

که ممکن است موجب خوابیدن، نفوذ نور کمتر در تاج پوشش گیاهی، کاهش بازده فتوسنتزی و کاهش شدید محصول شود (Masa et al., 2017; Tamrat et al., 2019; Gezahegn & Tesfaye, 2017). محققان مختلف گزارش نمودند که تنظیم فواصل ردیف‌ها به‌طور قابل توجهی بر بروز آلودگی توسط علف‌های هرز و به‌تبع آن عملکرد گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد (Gezahegn & Tesfaye, 2017; Kebede et al., 2015; El-Gedwy et al., 2020). در این راستا، نتایج تحقیقات انجام‌شده روی باقلا-رقم برکت (Baei et al., 2022) و سویا (*Glycine max* L.) (Rich & Renner, 2007) نشان داد که با افزایش فواصل بین ردیف، تراکم علف هرز افزایش یافت. دارامولا و همکاران (Daramola et al., 2020) نیز دریافتند که استفاده از فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر در مقایسه با ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر باعث کاهش تراکم و زیست‌توده گونه‌های علف‌های هرز از جمله *Panicum maximum*, *Digitaria horizontalis* و *Cynodon dactylon* گردید.

کشت گیاهان پوششی بین محصولات زراعی یکی از قدیمی‌ترین شیوه‌های کشاورزی است که در حال حاضر در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است (Romdhane et al., 2019). این گیاهان جزء مهمی از توسعه کشاورزی پایدار هستند که موجب افزایش فعالیت ریزجانداران، تنوع و فراوانی آن‌ها شده و سلامت خاک را بهبود می‌بخشند (Koudahe et al., 2022). گیاهان پوششی فواید مختلفی از جمله حفظ مواد مغذی و آب، افزایش چرخه مواد غذایی و بهبود کیفیت خاک، کاهش خطر فرسایش، مدیریت آفات و همچنین مهار علف‌های هرز را به همراه دارند (Nielsen et al., 2020). سلیم و همکاران (Saleem et al., 2020) بیان نمودند که رشد ریشه گیاهان پوششی مزایایی برای خاک از جمله افزایش محتوای کربن آلی خاک، مواد مغذی موجود و همچنین کاهش تراکم خاک را فراهم می‌کند. نتایج پژوهش شارما و همکاران (Sharma et al., 2018) نشان داد که گیاهان پوششی به کاهش تبخیر آب و در نتیجه حفظ رطوبت خاک برای محصول کمک می‌کنند. نوریس و کنگروس (Norris & Congreves, 2018) گزارش نمودند که گیاهان پوششی موجب سلامت خاک (چرخه مواد مغذی، پایداری خاکدانه‌ها و غیره) در سراسر مناطق آب‌وهوایی می‌شوند. دابنی و همکاران (Dabney et al., 2010) بیان نمودند که گیاهان پوششی، منبع قابل توجهی از مواد آلی را به خاک اضافه می‌کنند که با توجه به گونه‌های خاص آن، با کاهش نسبت کربن به نیتروژن خاک، هدررفت نیتروژن را نیز کاهش می‌دهند. همچنین گیاهان پوششی از طریق توانایی آن‌ها در جداسازی و تثبیت کربن اتمسفر، نیتروژن و کاهش تلفات کربن دی‌اکسید و نیتروژن اکسید جو، به کاهش اثرات تغییرات آب‌وهوایی و گرم شدن کره زمین کمک می‌کنند (De Laune et al., 2019). رانکوت و همکاران (Rankoth et al., 2019)، اثرات گیاه پوششی را

این محصول، چهارمین محصول مهم حبوبات در جهان، براساس سطح زیرکشت است (Jungers et al., 2019). براساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۲۱، سطح زیرکشت این محصول در جهان تقریباً ۲/۵ میلیون هکتار بوده و مجموع تولید آن نیز بالغ بر ۴/۵ میلیون تن با میانگین تولید دانه ۱/۸ تن در هکتار بوده است (FAO, 2020). تولیدکنندگان عمده باقلا در جهان شامل چین (۱/۶۵ میلیون تن)، اتیوپی (۰/۶۱ میلیون تن)، فرانسه (۰/۴۴ میلیون تن)، مصر (۰/۲۹ میلیون تن) و استرالیا (۰/۱۹ میلیون تن) می‌باشند (Khazaei et al., 2021; O'Donovan & Dunne, 2021). در همین سال، سطح زیرکشت این محصول در ایران تقریباً ۱۵۰۰۰۰ هکتار بوده که از این سطح ۳۰۰۰۰۰ تن دانه خشک با میانگین تولید ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است (FAO, 2020). مناطق عمده کشت این محصول در ایران شامل گرگان، خوزستان، لرستان، هرمزگان و گیلان می‌باشد (Musavi Fakhr et al., 2020).

عوامل متعددی مانند کیفیت خاک، تراکم، زمان کاشت، شیوه‌های مدیریت مزرعه و آفات و بیماری‌ها بر بهره‌وری باقلا تأثیر می‌گذارند (Lishan et al., 2022). رقابت با علف‌های هرز برای نیازهای اصلی رشد از جمله آب، مواد مغذی، نور و فضا به‌ویژه در مراحل اولیه رشد یکی از مهم‌ترین مشکلات باقلا است که موجب کاهش بهره‌وری و کاهش کیفیت محصول می‌شود (Jihad & Mohammed, 2023). علاوه بر این، علف‌های هرز به دلیل داشتن مواد آلوپاتیک از رشد محصول جلوگیری نموده و کاهش ۷۵ درصدی عملکرد را به همراه دارند (Daba & Sharma, 2018). بنابراین مهار علف‌های هرز در زمان بحرانی پس از کاشت ضرورت پیدا می‌کند. استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی در مهار علف‌های هرز به دلیل کارایی و سرعت اثر بالای آن‌ها بسیار مطلوب است؛ اما استفاده مداوم از علف‌کش‌های شیمیایی منجر به ایجاد مقاومت علف‌های هرز، کاهش کارایی و همچنین آسیب‌های زیست‌محیطی و بهداشتی آن و افزایش هزینه‌های تولید می‌شود (Jihad & Mohammed, 2023). بنابراین استفاده از روش مدیریت اکولوژیک برپایه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، از جمله آرایش مناسب کاشت و استفاده از گیاهان پوششی حائز اهمیت می‌باشد.

گزارش شده است که جمعیت گیاهی مناسب با تنظیم مناسب فاصله بین ردیف‌ها و روی ردیف‌ها، نقش کلیدی در افزایش تولید باقلا دارد (Karkanis et al., 2019). نقش اصلی آرایش کشت از طریق تنظیم فاصله بین ردیف‌ها، توزیع و پراکندگی مناسب انرژی نوری در بین گیاهان است که باعث بهبود عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌شود (Masa et al., 2017). در واقع، گیاهانی که در فاصله ردیف‌های زیاد رشد می‌کنند، نمی‌توانند به‌طور مؤثر از نور، آب و منابع غذایی استفاده کنند. بالین‌حال، محصولاتی که در فاصله ردیف‌های کم رشد می‌کنند، با رقابت شدید بین گونه‌ای مواجه هستند

اجزای عملکرد پنبه می‌شود. نتایج پژوهش بلانکو-کانکونی و همکاران (Blanco-Canqui et al., 2015)، چو و همکاران (Chu et al., 2017) و موبتیا و همکاران (Mbuthia et al., 2015) نیز حاکی از افزایش عملکرد محصول با استفاده از گیاهان پوششی بود. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی بوجودآمده در اثر مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها و لزوم به‌کارگیری روش‌های اکولوژیک در مدیریت علف‌های هرز و بهبود حاصلخیزی خاک، این تحقیق در طی دو سال با هدف بررسی اثر انواع گیاهان پوششی و بقایای آن‌ها در تلفیق با فواصل ردیف کاشت مختلف، بر مهار علف‌های هرز، خصوصیات خاک و عملکرد باقلا رقم مهتا طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۱۴۰۰-۰۱ و ۱۴۰۱-۰۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶/۸۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴/۲۷ درجه شرقی اجرا شد. قبل از شروع آزمایش، جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌ای مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و پس از اختلاط، مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حاصل از وضعیت خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

بر زیست‌توده میکروبی خاک در یک تناوب ذرت (*Zea mays* L.)-سویا اندازه‌گیری نمودند و دریافتند که در صورت استفاده از گیاهان پوششی، زیست‌توده میکروبی به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. گیاهان پوششی از طریق سازوکارهای تداخلی رقابت در جذب منابع و همچنین آلوپاتی، علف‌های هرز را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند و جوانه‌زنی و توسعه علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازند و موجب کاهش زیست‌توده علف‌های هرز می‌شوند (Weisberger et al., 2019). کاهش زیست‌توده می‌تواند حساسیت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها را افزایش دهد (Wallace et al., 2019). نتایج مطالعه اسمیت و همکاران (Smith et al., 2020) نشان داد که گیاهان پوششی نازک برگ به‌طور قابل توجهی زیست‌توده علف‌های هرز را (۶۸ درصد) کاهش دادند. گیاهان پوششی علاوه‌بر مهار علف‌های هرز، آفات، نماتدها و بیماری‌گرهای مختلف خاک را کاهش می‌دهند و کیفیت خاک را بهبود می‌بخشند و از این‌رو موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد محصولات می‌شوند (Kocira et al., 2020). در تحقیق برینارد و همکاران (Brainard et al., 2005) نشان داده شد که کشت انواع مختلفی از گیاهان پوششی (چاودار، شبدر و ماشک گل‌خوشه‌ای) همراه با استفاده از کود نیتروژن در ذرت موجب حصول حداکثر عملکرد ذرت در مقایسه با استفاده از کود نیتروژن به‌تنهایی شده است. نتایج ابری و همکاران (Iri et al., 2020) نشان داد که کشت گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در بقایای دو گیاه پوششی شبدر برسیم و ماشک گل‌خوشه‌ای موجب بهبود عملکرد و

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک و گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش

Table 1- Some properties of soil and cover crops that used in this experiment

خصوصیات خاک Soil properties					
بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	نیتروژن Nitrogen (%)	پتاسیم Potassium (%)	فسفر Phosphorus (%)
Silty clay loam	6.8	0.6	0.098	164	5.6
خصوصیات گیاهان پوششی Properties of cover crops					
گیاهان پوششی Cover crops	نام علمی Scientific name	خانواده Family	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight (g)	بذر توصیه‌شده Seed recommended (kg ha ⁻¹)	
چاودار Rye	<i>Secale Cereal</i> L.	Poaceae	20-55	110-200	
جعفری Parsley	<i>Petroselinum crispum</i> L.	Apiaceae	3.30	5-8	
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	<i>Vicia villosa</i> L.	Fabaceae	25.00	65	
شبدر برسیم Berseem clover	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	Fabaceae	1.50	3.5-4.5	

دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند.

همچنین برای تعیین خصوصیات خاک در سال دوم آزمایش (۱۴۰۱-۱۴۰۲) در انتهای فصل رشد باقلا، در هر تیمار آزمایشی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری شد و جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک از جمله میزان کربن آلی (Nelson & Sommers, 1982) و تنفس میکروبی (Dilly et al., 2011) به آزمایشگاه گروه خاک‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید.

جهت تعیین تنفس میکروبی، ۵۰ گرم خاک درون یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ظرفیت آب در آن به ۵۵ درصد ظرفیت زراعی رسانده شد. سپس لوله آزمایشی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید (NaOH) نیم مولار درون این ارلن مایر قرار داده شد و درب آن توسط پارافیلیم مسدود گردید تا از ورود هوا ممانعت به عمل آید. ارلن‌ها به مدت شش روز در دمای ۲۵-۲۸ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شد. طی این مدت، کربن دی‌اکسید (CO₂) تولیدشده توسط فعالیت میکروب‌ها از خاک تصعید شده و با سدیم هیدروکسید موجود در لوله آزمایش ترکیب و تولید آب می‌کند. پس از خروج ارلن‌ها از انکوباتور، سدیم هیدروکسید باقی‌مانده را درون یک بشر ریخته و به آن یک میلی‌لیتر باریم کلرید (BaCl₂) ۰/۱ مولار اضافه شد. سپس با چند قطره فنیل فتالین و اسید کلریدریک (HCl) ۰/۳ نرمال، تیتراژ گردید (Dilly et al., 2011). در این آزمایش، رنگ محلول از ارغوانی به شیری تغییر پیدا نمود. در نهایت، با استفاده از رابطه (۱)، مقدار CO₂ تولیدشده محاسبه و عدد حاصل بر وزن خاک و تعداد روز قرارگرفته در انکوباتور تقسیم شد. در این آزمایش، میلی گرم CO₂ تولیدشده بر گرم خاک در روز به دست آمد (Nelson & Sommers, 1982).

$$\text{mg CO}_2 = (V_1 - V_2) \times N \times E \quad (1)$$

که در آن، V₁: حجم اسیدکلریدریک مصرفی برای شاهد (بدون خاک)، V₂: حجم اسیدکلریدریک مصرفی برای نمونه خاک، N: نرمالیه و E: وزن اکی‌والان CO₂ که معادل ۲۲ است.

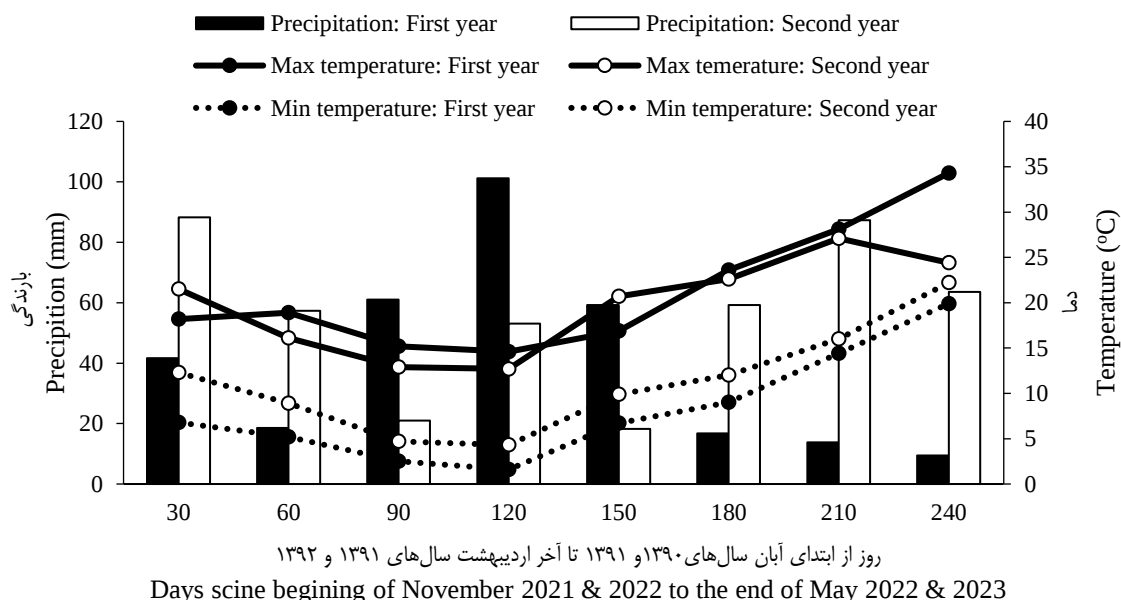
جهت آنالیز داده‌های عملکرد و اجزای عملکرد باقلا از رویه Proc Mixed در برنامه آماری SAS 9 استفاده شد. لازم به توضیح است که در این روش، اثر سال تصادفی در نظر گرفته شد (Soltani & Torabi, 2014). جهت مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. در نهایت، برای رسم نمودارهای مربوطه از نرم‌افزار Sigma plot14 و Excel 2016 استفاده گردید.

عملیات آماده‌سازی بستر از جمله شخم، دیسک و تسطیح، در مهرماه سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ صورت گرفت. با توجه به نتایج آزمون خاک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم سولفات و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (اوره) جهت تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفت. عامل اول آزمایش شامل کاربرد گیاه پوششی در سطوح ۱- چاودار (*Secale cereal* L.)، ۲- جعفری (*Petroselinum crispum* L.)، ۳- شبدر برسيم (*Trifolium alexandrinum* L.)، ۴- ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، ۵- بدون گیاه پوششی همراه با مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر (سوپرگلانت ۱۰/۸ درصد) + بنتازون (بازاگران ۴۸ درصد SL)، ۶- بدون گیاه پوششی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز و ۷- بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز بود. عامل دوم نیز فاصله بین ردیف باقلا در سه سطح ۳۷/۵، ۵۰ و ۶۲/۵ سانتی‌متر به ترتیب با تراکم معادل ۲۲/۲، ۱۶/۶۶ و ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۴ متر بود. فاصله کرت‌ها از هم نیم متر و فاصله تکرارها یک متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش از بذر باقلا-رقم مهتا که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی واقع در شهرستان گرگان تهیه شده بود، استفاده گردید و این بذور در ۱۲ آبان سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به صورت دستی با فاصله روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر کشت شدند. بذر گیاهان پوششی نیز در دو برابر تراکم‌های توصیه‌شده (جدول ۱)، همزمان با کاشت باقلا، در فواصل بین ردیف‌ها به صورت دست‌پاش و به شکل یکنواخت کشت گردید (Khojamli et al., 2019). به دلیل مناسب بودن رطوبت خاک در زمان کاشت، آبیاری انجام نشد. در این پژوهش، در زمان کاشت گیاهان پوششی، هیچ کودی مورد استفاده قرار ننگرفت (Burst et al., 2014). جهت توقف رشد گیاهان پوششی، ۱۰۰ روز پس از کاشت گیاهان پوششی (۲۲ بهمن ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲) همه گیاهان پوششی در یک یا دو مرحله غلتک زده شدند (Aghpour et al., 2019). همچنین در کرت‌های تحت تیمار علف‌کش، سم‌پاشی در تاریخ ۱۵ بهمن ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ مصادف با ۹۳ روز پس از کاشت باقلا، اعمال گردید (در این زمان، باقلا در مرحله چهار تا پنج برگگی قرار داشت). سم‌پاش مورد استفاده از نوع پشته‌دستی ۲۰ لیتری با نازل مخروطی بود. سم‌پاشی در ساعت ۹ صبح با فشار ۰/۲ تا ۰/۳ مگاپاسکال انجام شد. جهت تعیین سطح برگ و زیست‌توده گیاهان پوششی قبل از غلتک زدن آن‌ها، نمونه‌برداری از گیاهان پوششی مختلف در دو کوادرات به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر انجام شد. همزمان تعداد علف‌های هرز موجود در هر کوادرات نیز شمارش و بعد از کف‌بر شدن، جهت تعیین وزن خشک به آزمایشگاه منتقل گردید. برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد باقلا در مرحله رسیدگی دانه بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای، از هر واحد آزمایشی یک مترمربع انتخاب و جهت تعیین تعداد غلاف در بوته، تعداد

نتایج و بحث

در سال اول آزمایش، دمای حداقل، حداکثر و میزان بارندگی ماهانه در طول فصل رشد (از آبان ماه ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ (زمان کاشت باقلا و گیاه پوششی) تا خردادماه ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ (زمان برداشت باقلا) به ترتیب در محدوده ۱۹/۹-۱/۶ درجه سانتی گراد، ۳۴/۳-۱۴/۶ درجه

سانتی گراد و ۱۰/۲-۹/۴ میلی متر در نوسان بود. دمای حداقل، حداکثر و میزان بارندگی در طی این دوره برای سال دوم آزمایش به ترتیب ۲۳/۲-۴/۲۲ درجه سانتی گراد، ۲۷/۱-۱۲/۷ درجه سانتی گراد و ۸۸/۳-۱۸/۲ میلی متر ثبت شد (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات دما (حداقل و حداکثر دما) و بارندگی شهرستان گرگان از آبان ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ (سال اول) و آبان ۱۳۹۱ تا اردیبهشت ۱۳۹۲ (سال دوم)

Figure 1- Temperature changes (minimum and maximum temperature) and precipitation of Gorgan region from November 2021 to May 2022 (the first year) and November 2022 to May 2023 (the second year)

جعفری مشاهده شد و دو گیاه ماشک گل خوشه‌ای و شبدر برسیم از نظر این خصوصیت مشابه هم بودند (شکل ۳).

در طی دوره آزمایش، هفت گونه علف هرز در کرت‌های آزمایشی مشاهده شد. این گونه‌ها شامل ساق ترشک (*Rumex sp.*)، درمنه (*Artemisia annua*)، علف خونی (*Phalaris sp.*)، سبزاب (*Veronica persica*)، سلمه تره (*Chenopodium album*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) و پیچک بند (*Polygonum convolvulus*) بود. لازم به توضیح است که برای مقایسه توانایی گیاهان پوششی در مهار علف‌های هرز در این بخش (۱۰۰ روز بعد از کاشت باقلا و گیاهان پوششی) فقط در تیمارهای گیاهان پوششی، در آنالیز لحاظ شده است و در ادامه توضیحات تکمیلی در خصوص اثر تیمارهای مختلف (گیاهان پوششی، علف کش و وجین) بر وزن خشک علف‌های هرز، ۱۵۲ روز بعد از کاشت باقلا و گیاهان پوششی در شکل ۴ نشان داده شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس، تا قبل

برخی از خصوصیات گیاهان پوششی و جمعیت علف‌های هرز قبل از غلتک زدن آن‌ها

وزن خشک و سطح برگ گیاه پوششی به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد تحت تأثیر نوع گیاه پوششی قرار گرفت. اثر فاصله ردیف و اثر متقابل فاصله ردیف و نوع گیاه پوششی در رابطه با این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین وزن خشک تولیدشده به وسیله گیاهان پوششی قبل از غلتک زدن آن‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش، گیاه پوششی چاودار بیشترین وزن خشک را به خود اختصاص داد. بعد از این گیاه، ماشک گل خوشه‌ای در رتبه دوم قرار داشت. کمترین میزان وزن خشک نیز در گیاه پوششی جعفری مشاهده شد (شکل ۲). نتایج مقدار شاخص سطح برگ گیاهان پوششی مختلف (تا قبل از غلتک زدن آن‌ها) حاکی از آن بود که گیاه چاودار قادر به تولید سطح برگ بیشتری نسبت به سایر گیاهان پوششی بود. کمترین شاخص سطح برگ نیز در گیاه پوششی

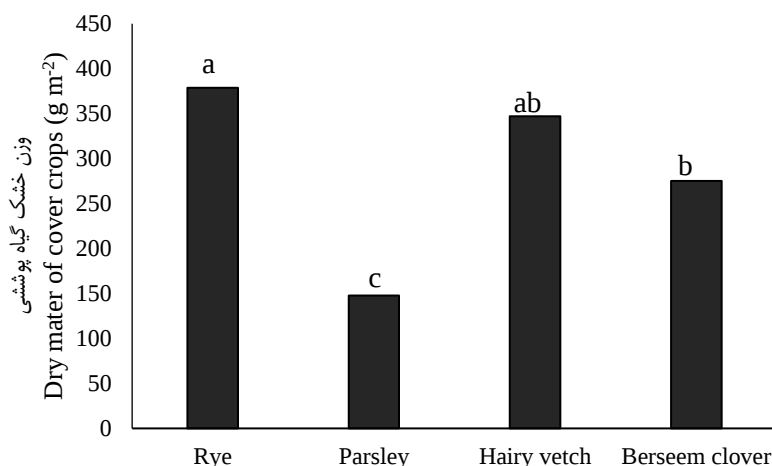
مختلف نشان می‌دهد که توانایی گیاهان پوششی زنده در مهار علف‌های هرز بیشتر از بقایای (مالج) گیاهان پوششی به دلایل مختلف از جمله جذب نور قرمز و کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور و به تبع آن کاهش جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز در خاک (Teasdale & Daughtry, 1993)، استقرار سریع‌تر و در نتیجه رقابت مؤثرتر در جذب نور، آب و مواد غذایی (Reddy & Koger, 2004)، کاهش تولید بذر توسط علف‌های هرز مشروط به تولید وزن خشک مطلوب توسط گیاهان پوششی (Brainard & Bellinder, 2004; Brennan & Smith, 2005)، افزایش احتمال شکار بذر در زیر تاج‌پوشش گیاه پوششی (Davis & Liebman, 2003; Gallandt et al., 2005) می‌باشد.

از غلتک زدن گیاهان پوششی، تفاوت معنی‌داری بین گیاهان پوششی، فاصله بین ردیف و همچنین اثر متقابل گیاه پوششی و فاصله بین ردیف بر روی تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مشاهده نشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که هر چهار نوع گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش علی‌رغم داشتن وزن خشک و سطح برگ متفاوت (شکل‌های ۱ و ۲)، تا زمانی که زنده هستند، می‌توانند در مهار علف‌های هرز موفق عمل نمایند. به‌طور کلی، گیاهان پوششی مختلف به‌واسطه سرعت‌های متفاوت در فرآیند سبز شدن و استقرار، میزان سرعت بسته شدن تاج‌پوشش، تولید میزان مختلف ماده خشک و سطح برگ، توانایی تولید ترکیبات آللوپاتیک و ...، توانایی ایجاد تغییرات مختلفی را در فلور علف‌های هرز دارند (Khojamli et al., 2019; Dhima et al., 2009; Didehbaz Moghanlo et al., 2023).

جدول ۲- تجزیه واریانس گیاه پوششی و فاصله ردیف روی برخی از صفات گیاه پوششی و علف‌های هرز قبل از توقف رشد رویشی آن‌ها (۱۰۰ روز بعد از کاشت گیاه پوششی)

Table 2- Analysis of variance for the effects of cover crops and inter row space on some traits of cover crops and weeds before terminating their vegetative growth (100 days after planting the cover crop)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		ماده خشک گیاه پوششی Dry mater of cover crops	شاخص سطح برگ گیاه پوششی LAI of cover crop	تراکم علف هرز Weed density	ماده خشک علف هرز Dry mater of weeds
گیاه پوششی Cover crop	3	36.52**	10.58*	3.63 ns	2.61 ns
فاصله ردیف Row spacing	2	1.51 ns	1.02 ns	1.45 ns	1.63 ns
گیاه پوششی × فاصله ردیف Cover crop × row spacing	6	3.16 ns	0.60 ns	0.42 ns	0.49 ns

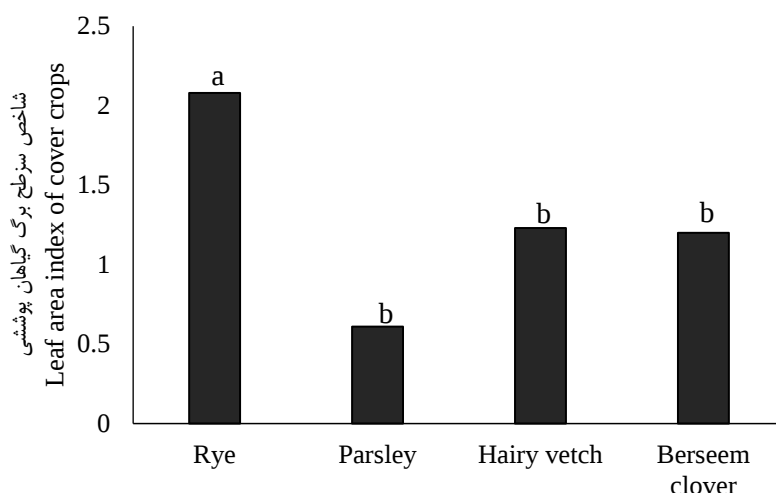


شکل ۲- ماده خشک تولیدشده توسط گیاه پوششی مختلف قبل از غلتک زدن

Figure 2- Dry matter produced by different cover crops before rolling

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability based on LSD.



شکل ۳- شاخص سطح برگ گیاه پوششی مختلف قبل از غلتک زدن

Figure 3- Leaf area index of different cover crops before rolling

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD.

آمبروزیا (*Ambrosia artemisiifolia* L.)، هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) و قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers) را در پی داشت. همچنین در آزمایشی، چاودار موجب کاهش زیست‌توده علف‌های هرز به میزان ۷۶ درصد نسبت به شاهد و ۷۱ درصد نسبت به تیمار یولاف زراعی شد که دلیل مهارکنندگی بیشتر چاودار را به بالا بودن خاصیت آللوپاتیک این گیاه نسبت دادند (Sadeghpour et al., 2014).

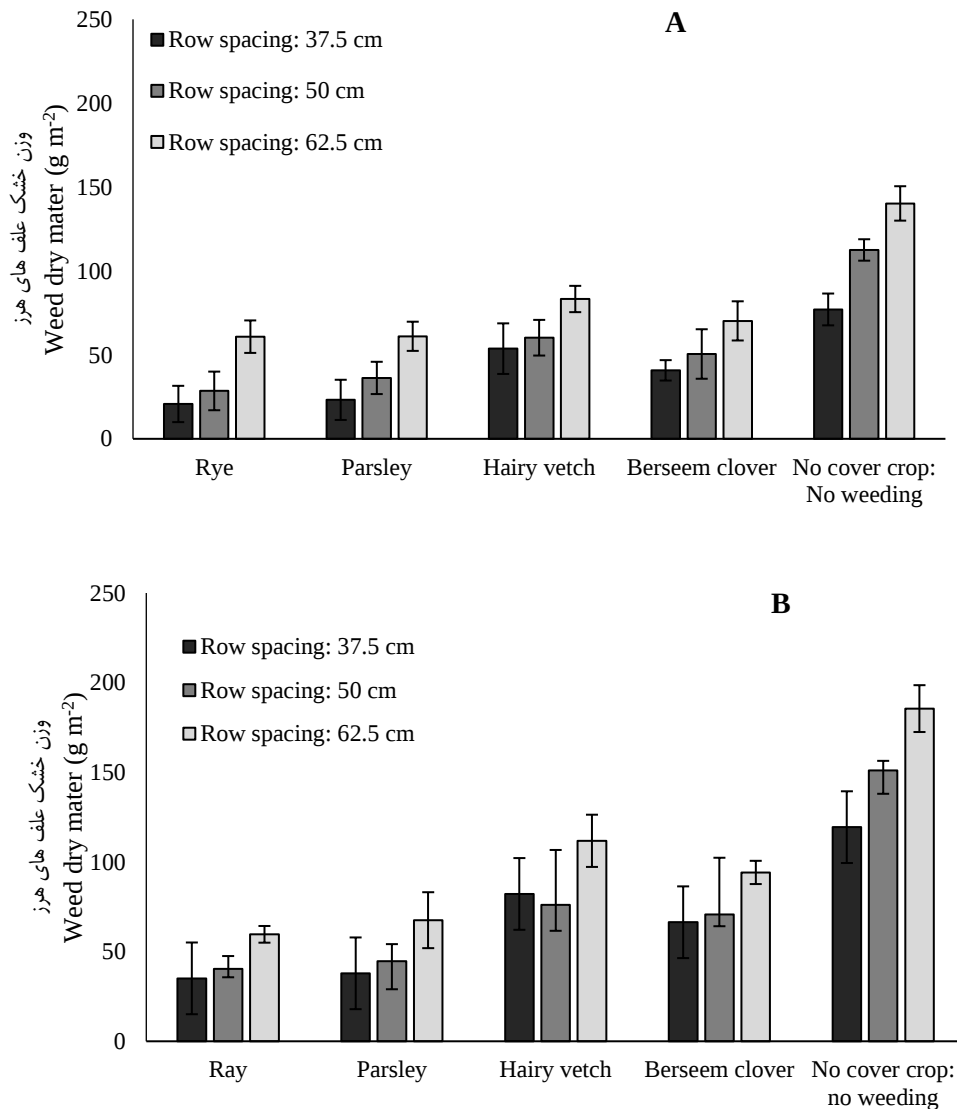
در این مرحله نمونه‌برداری در تیمار استفاده از علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر (سوپر‌گلانت ۱۰/۸ درصد) + بنتازون (بازاگران ۴۸ درصد SL)، علف‌هرزی مشاهده نشد. در تأیید این نتایج، رحمانیان (Rahmaniyan, 2018) در مطالعه خود به بررسی انواع علف‌کش‌های پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی در مهار علف‌های هرز باقلا پرداخت و جهت مهار مطلوب علف‌های هرز و همچنین دستیابی به عملکردهای بالای باقلا، تلفیق علف‌کش هالوکسی‌فوپ + بنتازون را توصیه نمود.

تأثیر گیاهان پوششی و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا-رقم مهتا

نتایج تجزیه واریانس اثر فاصله ردیف و نوع گیاه پوششی نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر گیاه پوششی قرار گرفت. فاصله ردیف نیز تعداد غلاف در بوته را در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل نوع گیاه پوششی و فاصله ردیف نیز بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

تغییرات وزن خشک علف‌های هرز بعد از غلتک زدن گیاهان پوششی

نتایج بررسی وزن خشک علف‌های هرز ۵۲ روز بعد از غلتک زدن گیاهان پوششی و ۱۵۲ روز بعد از کاشت باقلا نشان داد که وزن خشک علف‌های هرز در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیشتر بود. همان‌گونه که در نتایج مشاهده می‌شود، طی دو سال آزمایش، با افزایش فاصله ردیف و در نتیجه کاهش تراکم بوته باقلا در مترمربع، وزن خشک علف‌های هرز نیز افزایش یافت. حداکثر وزن خشک علف‌های هرز در تیمار گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد. بقایای دو گیاه چاودار و جعفری در مقایسه با بقایای ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر برسم، از پتانسیل مناسبی در مهار علف‌های هرز در هر دو سال زراعی برخوردار بودند (شکل ۴). توانایی چاودار در مهار مناسب علف‌های هرز ممکن است به تولید ماده خشک زیاد (شکل ۲)، مرتبط باشد؛ اما توانایی گیاه جعفری در مهار علف‌های هرز به این خصوصیت ارتباط ندارد، زیرا با توجه به شکل ۲، این گیاه کمترین ماده خشک را در بین گیاهان پوششی مورد مطالعه تولید کرده است؛ این نتیجه ممکن است که مربوط به دلیل خاصیت آللوپاتیک این گیاه باشد. منابع نشان می‌دهند که هر دو گیاه چاودار و جعفری دارای خاصیت آللوپاتیک هستند (Ahmed et al., 2020; Sadeghpour et al., 2014). نتایج احمد و همکاران (Ahmed et al., 2020) نشان داد که برگ‌های خشک و پودر دانه گیاه جعفری دارای اثر آللوپاتیک بسیار زیادی در مهار رشد علف‌های هرز یک‌ساله بودند. رودینو و همکاران (Rodino et al., 2016) گزارش نمودند که عصاره حاصل از قسمت‌های مختلف گیاه جعفری، مهار جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز



شکل ۴- وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای مختلف گیاه پوششی و فاصله ردیف در ۵۲ روز بعد از غلتک زدن گیاه پوششی در سال‌های اول (A) و دوم (B)

Figure 4- Dry weight of weeds in different cover crop treatments and row spacing 52 days after cover crop roller application in first (A) and second (B) years

* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار می‌باشند.

* The bars indicate standard Error.

بررسی، بیشترین تعداد غلاف در تیمارهای عدم گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز، مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر + بنتازون و همچنین گیاهان پوششی چاودار و جعفری مشاهده شد. کمترین تعداد غلاف در بوته باقلا نیز در تیمار عدم کاشت گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز و همچنین تیمار گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده گردید.

در شکل ۵، مقایسه میانگین صفت تعداد غلاف در بوته باقلا تحت تأثیر اثر متقابل گیاه پوششی و فاصله ردیف ارائه داده شده است. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، در همه تیمارهای مورد بررسی، کمترین تعداد غلاف در بوته در فاصله ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر به دست آمد. در فواصل ردیف ۵۰ و ۶۲/۵ سانتی‌متر به جز تیمار گیاه پوششی چاودار، صفت تعداد غلاف در بوته در سایر تیمارها نسبت به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای مورد

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر گیاه پوششی و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه باقلا-رقم مهتا
Table 3- Variance analysis of effects cover crops and Inter row space on the yield and yield components of faba bean seed-Mehta cultivar

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares					
		تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
گیاه پوششی Cover crop	6	30.93**	0.88 ^{ns}	21.08 **	137.83 **	6.85*	0.16 ^{ns}
فاصله ردیف Row spacing	2	47.39 **	0.67 ^{ns}	29.33 *	108.35 **	44.41 *	1.78 ^{ns}
گیاه پوششی × فاصله ردیف Cover crop × Row spacing	12	2.16 *	1.21 ^{ns}	1.40 ^{ns}	6.57**	1.83 ^{ns}	2.40 ^{ns}

جذب نهاده‌ها رقابت صورت گرفته است. چنین نتیجه‌ای روی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) - رقم لاکومکا کاشته شده در بین گیاه پوششی جو (*Hordeum vulgare* L.) مشاهده شده است (Khajenabi et al., 2021). کمترین تعداد غلاف باقلا در تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز دیده شد. در بین تیمارهای مختلف گیاه پوششی، کمترین تعداد غلاف در تیمار ماشک گل خوشه‌ای مشاهده گردید. به نظر می‌رسد که دلیل افت تجمع ماده خشک باقلا در این تیمار، با بروز رقابت بین ماشک گل-خوشه‌ای با باقلا مرتبط باشد.

تعداد دانه در غلاف باقلا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی فاصله ردیف و گیاهان پوششی قرار نگرفت. تحقیقات نشان داده است که صفت تعداد دانه در غلاف نسبت به سایر صفات مرتبط با اجزای عملکرد، کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفته و بیشتر متأثر از خصوصیات ژنتیکی می‌باشد (Zeinali et al., 2013).

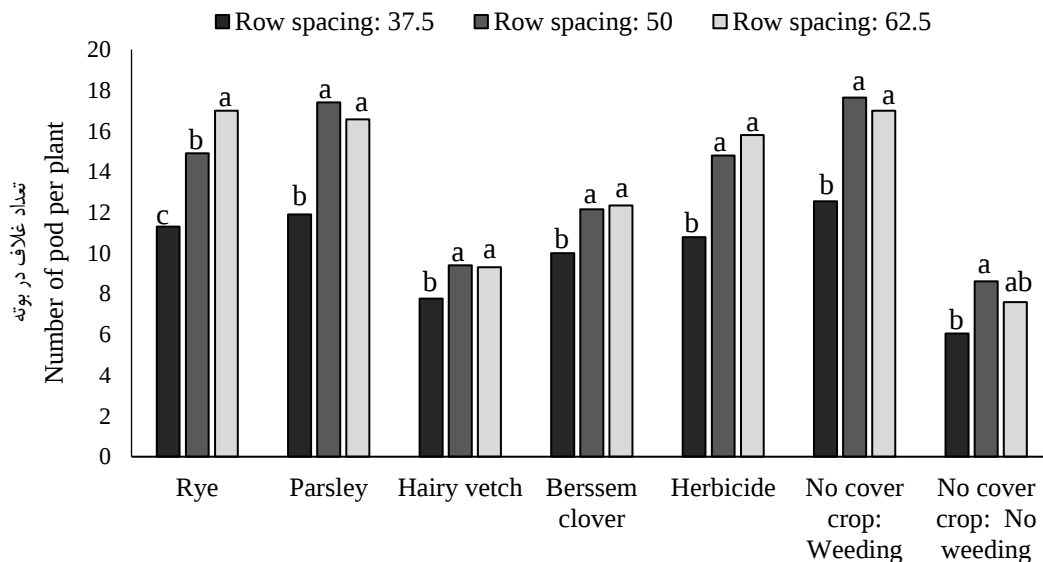
وزن ۱۰۰ دانه باقلا تحت تأثیر گیاه پوششی (در سطح یک درصد) و فاصله ردیف (در سطح پنج درصد) قرار گرفت، ولی اثر متقابل این دو عامل اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیشترین وزن ۱۰۰ دانه باقلا در تیمارهای شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز و کاشت گیاه پوششی جعفری به ترتیب با ۱۲۱/۶۱ و ۱۲۰/۴۷ گرم مشاهده شد. وزن ۱۰۰ دانه باقلا در تیمار شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز ۷۹/۴ گرم بود که در مقایسه با تیمار عدم کاشت گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز، ۴۲ درصد کاهش یافت (شکل ۶ الف). این امر نشان می‌دهد که این صفت در باقلا به شرایط تداخل علف‌های هرز بسیار حساس می‌باشد. در این مطالعه در بین گیاهان پوششی مختلف،

دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته را در فاصله ردیف‌های کمتر، می‌توان به افزایش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه افزایش رقابت بین گیاهان زراعی برای نور و عناصر غذایی و کاهش اثربخشی فتوسنتز و انتقال فرآورده‌های آن به گل‌های در حال ظهور مرتبط دانست. در تأیید این مطلب، زینلی و همکاران (Zeinali et al., 2013) ضمن تأکید بر اهمیت صفت تعداد غلاف در بوته، بر تعیین عملکرد نشان دادند که افزایش فاصله بین ردیف باقلا از ۳۰ به ۶۰ سانتی‌متر موجب افزایش تعداد غلاف در بوته شد. این محققان، کاهش تعداد غلاف در فاصله ردیف‌های کمتر را به کاهش تعداد کل گره بارور در بوته و در نتیجه کاهش تعداد شاخه فرعی و همچنین ریزش اندام زایشی به دلیل وجود رقابت بین بوته‌ها جهت دریافت نور نسبت دادند. این نتیجه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Lishan et al., 2022; Biri et al., 2024; Jihad & Mohammed, 2023; Sadiq & Mohammed, 2022).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که باقلای کاشته در بین گیاه پوششی (و بقایای) جعفری و چاودار، پس از شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز، از تعداد غلاف در بوته بیشتری برخوردار بودند (شکل ۵). نکته قابل توجه در شکل مذکور این است که در باقلای کاشته شده با گیاه پوششی چاودار و در فواصل بین ردیف ۳۷/۵ و ۵۰ سانتی‌متر، تعداد غلاف در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین و همچنین باقلای کاشته شده با گیاه پوششی جعفری کمتر بود، اما در فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی‌متر، نتیجه عکس ملاحظه شد. به نظر می‌رسد که با توجه به تولید ماده خشک و سطح برگ قابل توجه توسط چاودار در فواصل بین ردیف ۳۷/۵ و ۵۰ سانتی‌متر، بین باقلا و چاودار (قبل از غلتک زدن آن) در

علف‌های هرز از پتانسیل مطلوبی (تقریباً مشابه با چاودار) برخوردار بود (شکل ۴)، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه را به خود اختصاص داد.

گیاه جعفری که در طول دوره رشد خود، کمترین میزان تولید زیست‌توده و سطح برگ را داشت (شکل ۲ و ۳)؛ ولی از لحاظ مهار



شکل ۵- اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر تعداد غلاف در بوته باقلا-رقم مهتا

Figure 5- The effects of cover crops and Inter row space on Number of pod per plant in faba bean- Mehta cultivar

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD.

و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه می‌شود که این امر می‌تواند باعث کاهش جذب عناصر غذایی و در نتیجه کاهش وزن دانه در شرایط بدون مهار علف‌های هرز شود. بنابراین سرکوب علف‌های هرز توسط گیاهان پوششی می‌تواند وزن دانه را افزایش دهد (Zaefarian, 2009). نتایج دوروتا (Dorota, 2011) نیز نشان داد که وزن هزار دانه جوی بهاره در شرایط کشت گیاهان پوششی افزایش یافت. در نتایج تحقیق عدالت و همکاران (Edalat et al., 2017) نیز گزارش شده است که با کاربرد گیاهان پوششی جو و گندم (*Triticum aestivum* L.)، وزن هزار دانه کلزا (*Brassica napus* L.) افزایش یافت؛ که البته گیاه پوششی جو در مقایسه با گندم نقش بیشتری در افزایش وزن هزار دانه کلزا داشت.

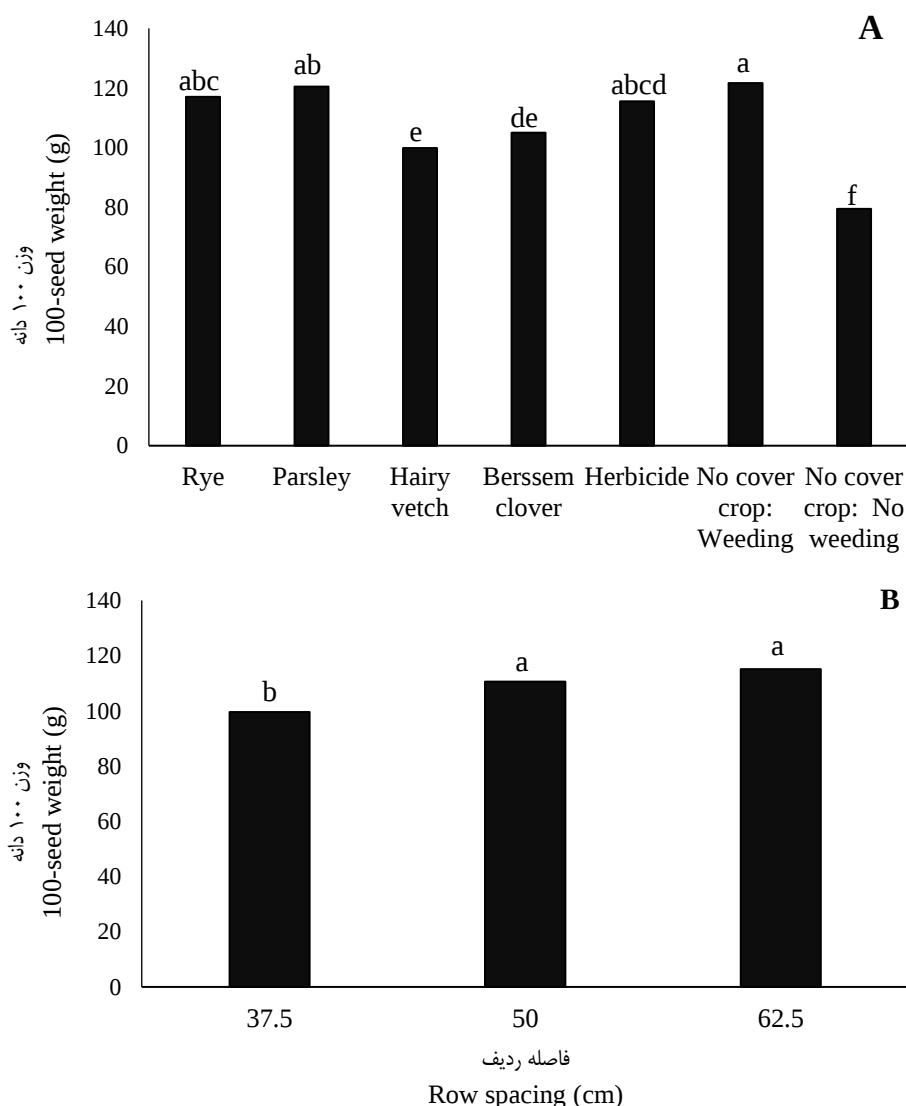
با افزایش فاصله ردیف که نتیجه آن کاهش تراکم بوته در واحد سطح است، وزن ۱۰۰ دانه باقلا افزایش یافت. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در تیمار فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی‌متر (۱۱۵/۱۱ گرم) مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر (۱۱۰/۵۶ گرم) نداشت. کمترین وزن ۱۰۰ دانه نیز در فاصله ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر (۹۹/۵۶ گرم) مشاهده شد (شکل ۶ ب). به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله ردیف و کاهش تراکم بوته در واحد سطح، منابع رشد کافی در دسترس گیاه قرار گرفته و عرضه مواد جذب‌شده برای ذخیره

به نظر می‌رسد که خاصیت دگرآسیبی این گیاه نقش مؤثری در مهار مطلوب علف‌های هرز و در نتیجه بهبود وزن ۱۰۰ دانه باقلا داشته است. در این رابطه، احمد و همکاران (Ahmed et al., 2024) پتانسیل گیاه جعفری در مهار علف‌های هرز باقلا را به حضور آلوشیمیایی‌های طبیعی از جمله محتویات فنل کل و فلاونوئید کل این گیاه مرتبط دانستند.

وزن ۱۰۰ دانه باقلا در تیمارهای گیاهان پوششی چاودار، شبدر برسيم و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب ۱۱۶/۹۹، ۱۰۵/۰۴ و ۹۹/۸۱ گرم بود که در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز به‌ترتیب به‌میزان ۴/۶، ۱۶/۶ و ۲۱/۸ درصد کاهش یافت (شکل ۶ الف). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در تیمارهای گیاهان پوششی شبدر برسيم و ماشک گل‌خوشه‌ای، وزن دانه در مقایسه با تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز، کاهش قابل توجهی یافته است. این امر می‌تواند ناشی از حضور بیشتر علف‌های هرز در این دو تیمار (شکل ۴) یا بروز رقابت دو گیاه شبدر برسيم و ماشک گل‌خوشه‌ای با بوته‌های باقلا در ابتدای فصل رویش آن‌ها مرتبط باشد. وزن دانه به مقدار کربوهیدرات‌های ذخیره‌شده در شروع پر شدن دانه و همچنین ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. به‌طور کلی، رقابت ناشی از حضور علف‌های هرز باعث کاهش توان فتوسنتزی گیاه

همکاران (Lishan et al., 2022) نشان داد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه باقلا (۹۰ گرم) در فاصله بین ردیف بالاتر (۵۰ سانتی‌متر) و کمترین مقدار (۷۶ گرم) در فاصله بین ردیف کمتر (۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شد. آن‌ها اظهار داشتند که گیاهان در فاصله ردیف زیاد، مواد مغذی، نور و آب بیشتری برای رشد و نمو دریافت می‌کنند که منجر به کارایی بیشتر فتوسنتز و در نتیجه تجمع بیشتر ماده خشک می‌شود که می‌تواند در طول دوره پر شدن دانه به دانه انتقال یابد.

در بذر افزایش می‌یابد، بنابراین این امر موجب افزایش وزن ۱۰۰ دانه می‌شود. پژوهش‌گران مختلف نیز بر تغییر اندازه دانه در نتیجه تغییر تراکم تأکید داشته‌اند. در این راستا، جیهاد و محمد (Jihad & Mohammed, 2023) گزارش نمودند که وزن ۱۰۰ دانه باقلا با کاهش فاصله ردیف کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر، میانگین وزن ۱۱۳/۹۵ گرم و در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر، وزن ۱۰۰ دانه ۱۰۸/۳۹ گرم مشاهده شد. نتایج لیشان و



شکل ۶- اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر وزن ۱۰۰ دانه باقلا-رقم مهتا

Figure 6- The effects of cover crops and Inter row space on 100 seed weight in faba bean- Mehta cultivar

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (A) و پنج درصد (B) ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% (A) and 5% (B) level of probability based on LSD.

متقابل این دو عامل اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳).
بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار گیاه پوششی (و بقایای) جعفری

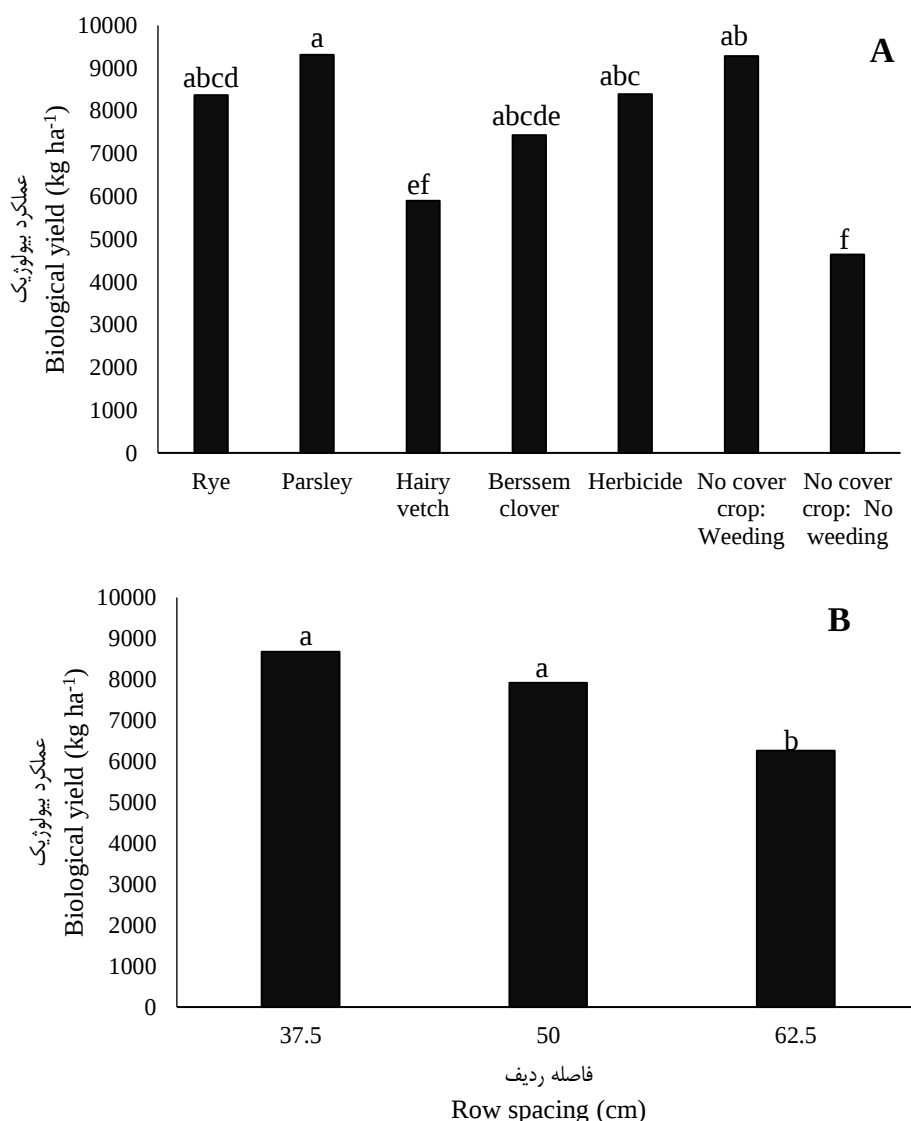
عملکرد بیولوژیک باقلا تحت تأثیر گیاه پوششی (در سطح یک درصد) و فاصله ردیف (در سطح یک درصد) قرار گرفت؛ ولی اثر

به میزان ۹۳۱۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که البته با تیمارهای شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۹۲۷۹ کیلوگرم در هکتار) و گیاه پوششی چاودار (۸۳۶۴ کیلوگرم در هکتار) فاصله زیادی نداشت. عملکرد بیولوژیک باقلا رقم مهتا در تیمار بدون گیاه پوششی همراه با مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر + بنتازون (۸۳۹۱ کیلوگرم در هکتار) نیز قابل توجه بود (شکل ۷ الف). با توجه به اینکه تاکنون علف‌کش اختصاصی برای باقلا در کشور به ثبت نرسیده است؛ در شرایطی که امکان استفاده از گیاهان پوششی و یا سایر راهکارهای اکولوژیک برای مهار علف‌های هرز وجود نداشته باشد، می‌توان جهت جلوگیری از خسارت این گیاهان این دو علف‌کش را به کشاورزان توصیه نمود. کمترین عملکرد بیولوژیک باقلا-رقم مهتا در تیمار شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز مشاهده شد (۴۶۳۹ کیلوگرم در هکتار) که البته با تیمار گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای (۵۸۹۶ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۷ الف). حمزه‌ئی و بوربور (Hamzei & Borbor, 2014) نیز بیشترین عملکرد بیولوژیک ذرت را در تیمارهای تحت کشت گیاهان پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای و خلر (*Lathyrus sativus* L.) و کمترین میزان این صفت را تحت تیمار عدم کشت گیاهان پوششی گزارش نمودند. در واقع، گیاهان پوششی از طریق سازوکارهای مختلف از جمله رقابت در جذب منابع و بروز اثرات دگرآسیبی، علف‌های هرز را تحت تأثیر منفی خود قرار داده و جوانه‌زنی و توسعه علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازند (Weisberger et al., 2019). گیاهان پوششی علاوه بر مهار علف‌های هرز، آفات، نماتدها و بیمارگرهای مختلف خاک را کاهش می‌دهند و سبب بهبود رطوبت و کیفیت خاک می‌گردند؛ مجموع این عوامل به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد محصولات مختلف منتهی می‌شوند (Kocira et al., 2020).

در این پژوهش، افزایش فاصله ردیف از ۳۷/۵ به ۶۲/۵ سانتی‌متر (یا کاهش تراکم بوته از ۲۲/۲ به ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع)، کاهش عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت (شکل ۷ ب). نتایج بیری و همکاران (Biri et al., 2024) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر (۶/۷۳ تن در هکتار) و به دنبال آن ۴۰ سانتی‌متر حاصل شد و کمترین آن در فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر (۴/۵۵ تن در هکتار) مشاهده گردید. هایل و آیل (Hailu & Ayle, 2019) نیز گزارش نمودند که کاهش فاصله ردیف موجب افزایش تجمع ماده خشک در واحد سطح شده و عملکرد بیولوژیک را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. زینلی و همکاران (Zeinali et al., 2013) نیز گزارش نمودند که بین فاصله ردیف و عملکرد بیولوژیک رابطه منفی وجود دارد که ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح (کاهش فضای در دسترس هر بوته) و در نتیجه بسته شدن سریع تاج‌پوشش با کاهش فاصله ردیف می‌باشد.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، گیاه پوششی (در سطح یک درصد)، فاصله ردیف (در سطح یک درصد) و همچنین اثر متقابل گیاه پوششی در فاصله ردیف (در سطح یک درصد) اثر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه خشک باقلا داشتند (جدول ۳). روند کلی تغییرات عملکرد دانه خشک باقلا در تیمارهای آزمایش حاکی از کاهش تعداد غلاف در بوته با افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله بین ردیف‌ها) بود. همان‌گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، در همه تیمارهای گیاه پوششی، با افزایش فاصله ردیف، عملکرد دانه خشک باقلا کاهش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در فاصله ردیف‌های ۳۷/۵ سانتی‌متر و کمترین آن در فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. منابع نشان می‌دهد که در تراکم‌های بالاتر، به دلیل افزایش سطح برگ، کارایی مصرف نور و به تبع آن سرعت فتوسنتز و نرخ رشد محصول افزایش می‌یابد؛ اما عملکرد تک بوته به دلیل بروز رقابت بین بوته‌ای در دریافت منابعی مانند عناصر غذایی، آب و تابش خورشیدی، کاهش خواهد یافت (Zhao et al., 2013; Zeinali et al., 2013). در تأیید آن، نتایج تحقیق بیری و همکاران (Biri et al., 2024) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۳۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) در فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و پس از آن ۴۰ سانتی‌متر و کمترین آن (۲۱۷۷ کیلوگرم در هکتار) در فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر مشاهده شد. نلیا و همکاران (Nleya et al., 2005) گزارش نمودند که افزایش تراکم بوته باعث کاهش عملکرد تک بوته می‌شود؛ اما در نهایت به دلیل افزایش تعداد بوته، عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در واحد سطح افزایش می‌یابد.

همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه خشک باقلا در همه تیمارهای مدیریتی (علف‌کش و گیاه پوششی) در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین بیشتر بود (شکل ۸). که این امر حاکی از توانایی تیمارهای مذکور در بهبود شرایط به نفع باقلا می‌باشد. در پژوهش حاضر، کمترین عملکرد دانه بعد از تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز در تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد (شکل ۸). همان‌گونه که ذکر شد، در بین تیمارهای مختلف گیاه پوششی، تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای، کمترین اثر را در بهبود عملکرد دانه باقلا داشت؛ این در حالی است که براساس نتایج تحقیق ایری و همکاران (Iri et al., 2020) و خوجم‌لی و همکاران (Khojamli et al., 2019)، بهترین گیاهان پوششی در مدیریت علف‌های هرز و بهبود عملکرد پنبه و ذرت، ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر برسیم بودند. احتمالاً تفاوت نتایج این دو تحقیق با تحقیق حاضر به روش از بین بردن گیاه پوششی مرتبط باشد. زیرا در این دو تحقیق برای از بین بردن گیاه پوششی و توقف رشد آن‌ها با هدف جلوگیری از بروز رقابت با گیاه زراعی، از علف‌کش پاراکوات (سه لیتر در هکتار) استفاده شد و نتایج چشمی تحقیق ما حاکی از آن بود که با غلظت زدن، رشد ماشک گل‌خوشه‌ای گیاه پوششی متوقف نمی‌شود.



شکل ۷- اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر عملکرد بیولوژیک باقلا-رقم مهتا
Figure 7- The effects of cover crops and Inter row space on Biological yield in faba bean- Mehta cultivar

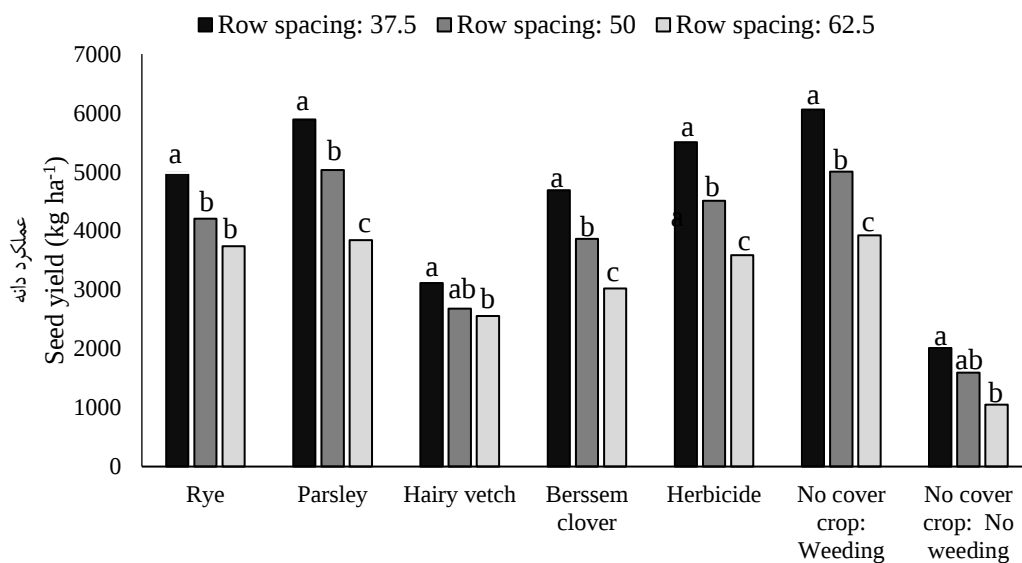
میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD.

رشد یک گونه یا گونه‌های دیگر را در غلظت‌های مختلف تحریک کنند (El-Dabaa et al., 2019). که البته اثبات این مورد نیز به تحقیقات بیشتری نیازمند است. نکته قابل توجه دیگری که در این آزمایش دیده شد، این بود که در تیمار گیاه پوششی چاودار که از لحاظ مهار علف‌های هرز تقریباً مشابه تیمار گیاه جعفری بود، باقلا عملکرد کمتری داشت. این امر می‌تواند ناشی از بروز رقابت این گیاه با باقلا یا وجود اثرات دگرآسیبی این گیاه باشد، که البته لازم است در این خصوص نیز آزمایشات تکمیلی انجام گردد.

افزایش عملکرد دانه باقلا در تیمار گیاه جعفری ممکن است به دلیل مهار مطلوب علف‌های هرز و کاهش رقابت علف‌های هرز با محصول باشد. البته ممکن است که بهبود رشد و عملکرد باقلا در تیمار گیاه جعفری، تنها به ممانعت از رشد علف‌های هرز یا عدم بروز رقابت با گیاه زراعی اصلی مرتبط نباشد؛ بلکه ممکن است به دلیل واکنش ترکیبات آلوپاتی در عمل و پاسخ گیاه در برابر آن‌ها باشد (Messiha et al., 2018). زیرا برخی ترکیبات آلوپاتی که رشد برخی گونه‌ها را در غلظت‌های معین مهار می‌کنند، ممکن است که

(Rahmaniyan, 2018) در مه‌ار علف‌های هرز باقلا- رقم برکت در استان گلستان نیز به اثبات رسیده است. نکته قابل توجه در شکل ۸ این است که کارایی علف‌کش در بهبود عملکرد باقلا، تقریباً مشابه با کاشت گیاه جعفری در بین فواصل ردیف مختلف باقلا بود. بنابراین برای کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف علف‌کش‌ها به‌خصوص در گیاهی مانند باقلا که مصرف تازه‌خوری آن بسیار متداول است؛ استفاده از گیاه جعفری می‌تواند بسیار مفید باشد.

در این مطالعه، مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ آر متیل استر + بنتازون توانست مه‌ار مطلوبی از علف‌های هرز و دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا را به همراه داشته باشد. بررسی مقایسه گروهی (Orthogonal) تیمارها نیز نشان داد که تیمار علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ آر متیل استر + بنتازون، تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت ($P=0.1345$). از این‌رو به نظر می‌رسد که استفاده از گیاهان پوششی می‌تواند جایگزینی مناسبی برای مه‌ار علف‌های هرز باقلا باشد. کارایی این دو علف‌کش در تحقیق رحمانیان



شکل ۸- اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر عملکرد دانه باقلا- رقم مه‌تا

Figure 8- The effects of cover crops and Inter row space on seed yield in faba bean- Mehta cultivar

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability based on LSD.

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات گیاهان پوششی و فاصله ردیف کاشت باقلا روی برخی از خصوصیات خاک
Table 4- Variance analysis (mean of squares) of effects cover crops and Inter row space on some soil properties

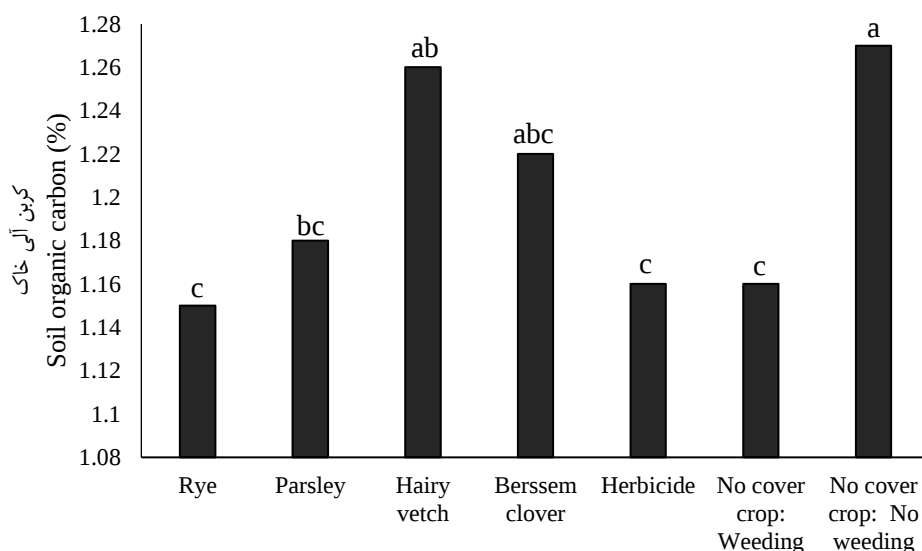
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کربن آلی خاک Soil organic carbon	تنفس میکروبی Microbial respiration
بلوک Replication	2	0.0026 ^{ns}	3.61 ^{ns}
فاصله ردیف Row spacing	2	0.0006 ^{ns}	1.54 ^{ns}
گیاه پوششی Cover crop	6	0.0224 [*]	30.80 ^{**}
گیاه پوششی × فاصله ردیف Row spacing*Cover crop	12	0.0133 ^{ns}	4.60 ^{ns}
خطای آزمایش rrorE	40	0.0070	2.64
ضریب تغییرات VC(%)		7.0	7.3

اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف باقلا روی برخی از خصوصیات خاک

گیاه پوششی بر صفات مقدار کربن آلی خاک (در سطح پنج درصد) و تنفس میکروبی خاک (در سطح یک درصد) اثر معنی داری داشت. اما فاصله ردیف و همچنین اثر متقابل فاصله ردیف و گیاه پوششی بر این صفات معنی دار نبود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین کربن آلی خاک در تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز (۱/۲۷ درصد) و کمترین آن در تیمارهای بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۱/۱۶ درصد) و استفاده از علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر + بنتازون (۱/۱۶ درصد) دیده شد. در بین تیمارهای تحت کاشت گیاه پوششی، بیشترین مقدار کربن آلی خاک در تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای (۱/۲۶ درصد) مشاهده گردید و شبدر برسیم (۱/۲۲ درصد) و جعفری (۱/۱۸ درصد) در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. در بین چهار گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش، کمترین مقدار کربن آلی در انتهای فصل رشد باقلا، در تیمار چاودار (۱/۱۵ درصد) دیده شد (شکل ۹). مطالعات نشان داده است که ماشک گل‌خوشه‌ای با آزادسازی اسیدهای آلی در خاک موجب افزایش محتوای ماده آلی خاک می‌شود (Li et al., 2024). مطالعات متعددی گزارش کرده‌اند که بازگرداندن کودهای سبز مانند ماشک گل‌خوشه‌ای به خاک باعث افزایش مواد آلی و ترشح مواد سیمانی

توسط ریزجانداران، بهبود خواص فیزیکی مانند افزایش پایداری خاکدانه‌ها، کاهش جرم ظاهری و افزایش تنفس، نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب می‌شود (Sultani et al., 2007). در این راستا، احمدنیا و همکاران (Ahmadnia et al., 2020) اظهار داشتند که نسبت کربن به نیتروژن کمتر در گیاهان خانواده بقولات موجب افزایش تجزیه سریع‌تر بقایای گیاهی شده و بدین ترتیب مواد غذایی لازم برای فعالیت ریزجانداران خاک را فراهم نموده و سبب افزایش محتوی مواد آلی خاک می‌گردد. مارتینیلو (Martiniello, 2011) گزارش نمود که کشت لگوم‌ها پس از گندم موجب بهبود پایداری محتوی کربن آلی خاک، نیتروژن و نسبت بین کربن به نیتروژن در خاک‌های سطحی می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که علی‌رغم تولید زیست‌توده زیاد توسط چاودار، این تیمار کمترین میزان کربن آلی را دارا بود که احتمالاً این امر می‌تواند به دلیل نسبت کربن به نیتروژن زیاد آن (۸۲:۱) و در نتیجه سرعت تجزیه کندتر آن باشد که میزان کربن آلی کمتر را موجب شده است. نتایج پژوهش کاسپار و جاینس (Kaspar & Jaynes, 2006) نشان داد که چاودار به دلیل نسبت کربن به نیتروژن بیشتر به کندی تجزیه شده و در نتیجه کاهش تجزیه بقایا در چاودار، کاهش غلظت کربن آلی خاک را به همراه داشت و این محققان زیست‌توده تجزیه‌نشده بیشتری را در زمان نمونه‌برداری مشاهده نمودند.



شکل ۹- اثر گیاهان پوششی مختلف بر کربن آلی خاک در انتهای آزمایش سال دوم

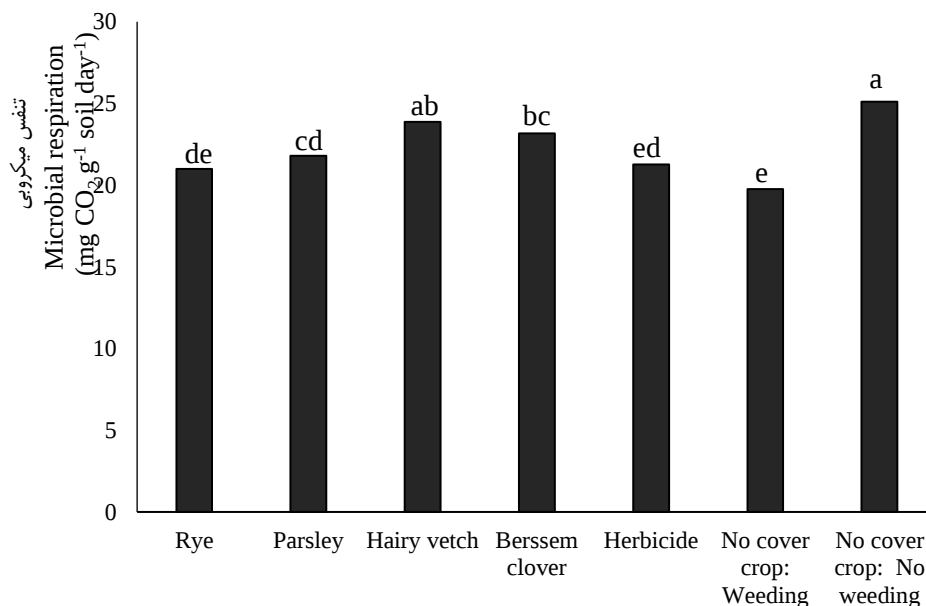
Figure 9- The effects of different cover crops on soil organic carbon at the end of the second experiment

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD.

می‌شوند (Ghahremani et al., 2021). در بین گیاهان پوششی نیز حداکثر تنفس میکروبی در گیاه ماشک گل خوشه‌ای و حداقل آن در گیاه چاودار مشاهده شد. مطالعات نشان داده‌اند که ماشک گل خوشه‌ای با آزادسازی اسیدهای آلی در خاک موجب کاهش سطح pH در خاک می‌شود. علاوه بر این، آزادسازی اسیدهای آلی موجب تحریک فعالیت جوامع میکروبی خاک و تسریع در تجزیه بقایای گیاهی در خاک سطحی شده و روند کانی‌سازی نیتروژن آلی و آزاد شدن آمونیوم را تسریع می‌کند، در نتیجه محتوای ماده آلی خاک افزایش می‌یابد (Li et al., 2024). به‌طور کلی، ماشک گل خوشه‌ای موجب رشد ریزجاندانان مفید و افزایش مواد آلی از طریق ترشحات ریشه می‌شود (Repullo-Ruibérriz de Torres et al., 2021). نتایج پژوهش مردانی-کورانی و همکاران (Mardani-Korani et al., 2021) نشان داد که گیاه ماشک گل خوشه‌ای، ال-کاناوانین را از طریق سیستم ریشه آزاد می‌کند. ال-کاناوانین احتمالاً بر تعامل ماشک گل خوشه‌ای با ارگانیسم‌های اطراف در خاک، از جمله بر جمعیت میکروبی خاک از طریق محدود کردن یا تحریک رشد باکتری‌های منتخب تأثیر می‌گذارد.

نتایج مقایسه میانگین تنفس میکروبی خاک در تیمارهای مختلف در شکل ۱۰ نشان داده شده است. بر این اساس، بیشترین مقدار تنفس میکروبی خاک در شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز (۲۵/۱ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) و کمترین آن در تیمارهای بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۱۹/۸ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) مشاهده شد. در بین تیمارهای تحت کاشت گیاه پوششی، بیشترین مقدار تنفس میکروبی خاک متعلق به تیمار ماشک گل خوشه‌ای (۲۳/۹ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) بود و شبدر برسیم (۲۳/۲ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) و جعفری (۲۱/۸ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. در بین چهار گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش، کمترین مقدار کربن آلی در انتهای فصل رشد باقلا، در تیمار چاودار (۲۱/۰ میلی گرم دی‌اکسید کربن بر گرم خاک در روز) مشاهده گردید (شکل ۹). به‌طور کلی، وجود علف‌های هرز و گیاهان پوششی روی سطح زمین با فراهم نمودن منابع متنوع جهت تغذیه و فعالیت جوامع میکروبی خاک موجب افزایش تنفس میکروبی



شکل ۱۰- اثر گیاهان پوششی مختلف بر تنفس میکروبی خاک در انتهای آزمایش سال دوم

Figure 10- The effects of different cover crops on microbial respiration at the end of the second experiment

میانگین‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability based on LSD.

مطلوب در باقلا-رقم مهتا، امکان استفاده از ردیف‌های باریک‌تر (۳۷/۵ سانتی‌متر) کاشت وجود داشته و قابل توصیه می‌باشد. همچنین

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش جهت دستیابی به عملکرد اقتصادی

کارایی این علف‌کش‌ها در مهار علف‌های هرز و بهبود عملکرد باقلا تقریباً مشابه با کاشت گیاه جعفری در فواصل ردیف کاشت مختلف بود. بنابراین برای کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف علف‌کش‌ها به‌خصوص در گیاهی مانند باقلا که مصرف تازه‌خوری آن بسیار متداول است، استفاده از گیاه جعفری، می‌تواند بسیار مفید باشد. بنابراین برای مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز در طی فصل رشد و دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا -رقم مهتا، کاشت گیاه جعفری در بین فواصل ردیف کاشت ۳۷/۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

گیاهان پوششی مختلف، اثرات متفاوتی بر جمعیت علف‌های هرز، خصوصیات خاک و عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان پوششی مورد مطالعه با درجات متفاوت موجب افزایش عملکرد دانه خشک باقلا در مقایسه با تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز شدند. اما در بین آن‌ها، گیاه پوششی جعفری دارای پتانسیل بالاتری نسبت به سایر تیمارها بود. در این مطالعه، مصرف علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ آر متیل استر + بنتازون توانست مهار مطلوبی از علف‌های هرز و همچنین دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا داشته باشد. نکته قابل توجه این است که

References

- Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., & Ghavidel, A. (2020). Investigating the short time effect of cover crops on biophysical properties of soil. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26(6), 276-290. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22069/JWSC.2019.16172.3145>.
- Ahmed, S. A. A., Messiha, N. K., El-Masry, R. R., & El-Dabaa, M. A. T. (2020). The dual allelopathic capacity of two Brassicaceae plants seed powder in controlling *Orobanche crenata* infesting *Pisum sativum* as well as stimulating its growth and yield. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(17), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-0276-6>
- Ahmed, S. A., El-Dabaa, M. A. T., Messiha, N. K., El-Masry, R. R., & Dawood, M. G. (2024). The allelopathic influence of the seed powder of *Brassica napus* (Canola) in controlling *Orobanche crenata* (broomrape) infesting *Pisum sativum* (Pea) plants. *Journal of Materials and Environmental Science*, 15(3), 464-4.
- Aghpour, M., Siahmarguee, A., Zeinali, E., Gherekhloo, J., & Kazemi, H. (2019). Investigating the efficiency of various cover crops and their elimination methods on weed populations and yield of maize forage (single-cross 444 variety). *Journal of Crop Production*, 13(1), 31-50. (In Persian with English Summary) <https://doi.org/10.22069/EJCP.2020.16609.2238>.
- Alharbi, N. H., & Adhikari, K. N. (2020). Factors of yield determination in faba bean (*Vicia faba*). *Crop and Pasture Science*, 71, 305-321. <https://doi.org/10.1071/CP19103>.
- Baei, E., Siahmarguee, A., Gherekhloo, J., & Kazemi, H. (2022). Effect of summer cover crops and row spacing on weed management, yield and its components of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production*, 32(4), 35-50. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22034/SAPS.2021.47570.2724>.
- Biri, A., Sefera, G., Feyisa, A., Kinati, N., & Bedada, E. (2024). Effect of nps rates and row spacing on production of faba bean (*Vicia faba* L.) at high-land of north shewa zone of Oromia, Ethiopia. *International Journal of Plant and Soil Science*, 36(6), 62-74. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i64606>
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A., & Hergert, G. W. (2015). Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, 107, 2449e2474. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0086>
- Brainard, D. C., & Bellinder, R. R. (2004). Weed suppression in a broccoli-winter rye intercropping system. *Weed Science*, 52, 281-290. <https://doi.org/10.1614/WS-03-031R>.
- Brainard, D. C., Bellinder, R. R., & DiTommaso, A. (2005). Effects of canopy shade on the morphology, phenology, and seed characteristics of *Powell amaranth* (*Amaranthus powellii*). *Weed Science*, 53(2), 175-186. <https://doi.org/10.1614/WS-04-067R1>
- Brennan, E. B., & Smith, R. F. (2005). Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Technology*, 19, 1017-1024. <https://doi.org/10.1614/WT-04-246R1.1>
- Brust, J., Claupein, W., & Gerhards, R. (2014). Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. *Crop Protection*, 63, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.04.022>
- Chu, M., Jagadamma, S., Walker, F. R., Eash, N. S., Buschermohle, M. J., & Duncan, L. A. (2017). Effect of multispecies cover crop mixture on soil properties and crop yield. *Agricultural and Environmental Letters*, 2, 170030. <https://doi.org/10.2134/acl2017.09.0030>.
- Daba, N. A., & Sharma, J. (2018). Assessment of integrated weed management practices on weed dynamics, yield components and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in Eastern Ethiopia. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(5), 570-580. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i5.570-580.1773>
- Dabney, S. M., Delgado, J. A., Meisinger, J. J., Schomberg, H. H., Liebig, M. A., & Kaspar, T. (2010). Using cover crops and cropping systems for nitrogen management. In J. A. Delgado and R. F. Follett eds. *Advances in Nitrogen*

- Management for Water Quality. Soil and Water Conservation Society*, Ankeny, p. 231-282.
16. Daramola, O. S., Adeyemi, O. R., Adigun, J. A., & Adejuyigbe, C. (2020). Influence of row spacing and weed control methods on weed population dynamics in soybean (*Glycine max* L.). *International Journal of Pest Management*, 66(4), 289-297. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1795300>
 17. Davis, A. S., & Liebman, M. (2003). Cropping system effects on giant foxtail demography. I. Green manure and tillage timing. *Weed Science*, 51, 919-929. <https://doi.org/10.1614/P2002-133A>
 18. De Laune, P. D., Mubvumba, P., Lewis, K. L., & Keeling, J. W. (2019). Rye cover crop impacts soil properties in a longterm cotton system. *Soil Science Society of America Journal*, 83, 1451-1458. <https://doi.org/10.2136/sssaj2019.03.0069>
 19. Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Gatsis, T. D., PanouPholothou, E., & Eleftherohorinos, I. G. (2009): Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. *Field Crops Research*, 110, 235-241. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.09.005>
 20. Didehbaz Moghanlo, G., Tobeh, A., Mohammaddoust Chamanabad, H. R., Moharramnejad, S., & Farzaneh, S. (2023). Effect of row spacing and cover crops on weeds and yield of maize (TWC647). *Sustainable Agriculture and Production Science*, 34(1), 157-169. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22034/saps.2023.54099.2945>
 21. Dilly, O., Nii-Annang, C., Franke, G., Fischer, T., Buegger, F., & Zyakun, A. (2011). Resilience of microbial respiration, respiratory quotient and stable isotope characteristics to soil hydrocarbon addition. *Soil Biology and Biochemistry*, 43, 1808-1811. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.09.026>
 22. Dorota, G. (2011). Yield and yield structure of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in monoculture after different stubble crops. *Acta Agrobotanica*, 64, 91-98. <https://doi.org/10.5586/aa.2011.011>
 23. Edalat, M., Shahrashbi, S., Kazemeini, S. A., & Emam, Y. (2017). Effect of wheat and barley cover crops on weed control, growth and yield of rapeseed under different nitrogen levels. *Journal of Crop Production and Processing*, 6(22), 93-105. (In Persian). <http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.6.22.93>
 24. El-Dabaa, M. A. T., Ahmed, S. A. A., Messiha, N. K., & El-Masry, R. R. (2019). The allelopathic efficiency of *Eruca sativa* seed powder in controlling *Orobancha crenata* infected *Vicia faba* cultivar. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(37), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0079-9>
 25. El-Gedwy, E. M., Fadl-Allah, A. M., & Hassanein, A. M. A. (2020). Effect of planting distances and weed control treatments on faba bean yield and associated Weeds. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 58(1), 1-14.
 26. El-Metwally, I. M., Abido, W. A. E., & Tagour, R. M. H. (2017). Influence of plant population and weed control treatments on associated weeds, growth, yield and quality of faba bean. *Journal of Plant Production, Mansoura University*, 8(10), 983-991.
 27. FAO (Food and Agriculture Organization) (2020). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
 28. Gallandt, E. R., Molloy, T., Lynch, R. P., & Drummond, F. A. (2005). Effect of cover-cropping systems on invertebrate seed predation. *Weed Science*, 53, 69-76. <https://doi.org/10.1614/WS-04-095R>
 29. Gezahegn, A. M., & Tesfaye, K. (2017). Optimum inter and intra row spacing for faba bean production under Fluvisols. *MAYFEB Journal of Agricultural Science*, 4(2017), 10-19.
 30. Ghahremani, S., Ebadi, A., Tobeh, A., Hashemi, M., Sedghi, M., & Gholipuri, A. (2021). Short-term effect of winter cover crops on improvement of some soil properties and potato yield. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 31(3), 71-83. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22034/saps.2021.13689>
 31. Hailu, T., & Ayle, S. (2019). Influence of plant spacing and phosphorus rates on yield related traits and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in Duna district Hadiya zone, South Ethiopia. *Journal of Agriculture and Crops*, 5(10), 191-20.
 32. Hamzei, J., & Borbor, A. (2014). Effect of different soil tillage methods and cover crops on yield and yield components of corn and some soil characteristics. *Sustainable Agriculture and Production Science*, 24, 35-47. (In Persian with English Abstract).
 33. Iri, S., Siahmarguee, A., Zainali, E., & Soltani, A. (2020). Effects of different winter cover crops and their residues on weed control and cotton (*Gossypium hirsutum*) yield (Golestan cultivar). *Iranian Journal of Cotton Researchers*, 8(2), 163-180. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/ijcr.2021.351858.1154>
 34. Jihad, A. J., & Mohammed, Y. A. (2023). Effect of weed control treatments and row spacing on the yield and its components of faba bean and companion weeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1213(2023) 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1213/1/012003>
 35. Jungers, J. M., Kaiser, D. E., Lamb, J. F., Lamb, J. A., Noland, R. L., Samac, D. A., Wells, S., & Sheaffer, C. C. (2019). Potassium fertilization affects alfalfa forage yield, nutritive value, root traits, and persistence. *Agronomy Journal*, 111(6), 2843-2852. <https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0011>
 36. Karkanis, A., Ntatsi, G., Lepse, L., Fernandez, J. A., Vagen, I. M., Rewald, B., & Savvas, D. (2019). Faba bean cultivation—Revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping system. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1115. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01115>
 37. Kaspar, T., & Jaynes, D. B. (2006). Examining Changes in soil organic carbon with oat and rye cover crops using

- terrain covariates. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 1168-1177. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0095>
38. Kebede, M., Sharma, J. J., Tana, T., & Nigatu, L. (2015). Effect of plant spacing and weeding frequency on weed infestation, yield components, and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Eastern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 9(1), 1-14.
39. Khajenabi, K., Siahmarguee, A., Dadashi, M. R., Alizadeh Dehkordi, P., & Zeinali, E. (2021). Effect of type and planting date of cover crops on weed population structure, morphological characteristics and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agroecology*, 12(4), 741-761. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22067/jag.v13i2.83169>
40. Khazaei, H., Hawkins, G., & Vandenberg, A. (2021). Historical review of faba bean improvement in western Canada. *Legume Science Canada*, 3(4), e 92. <https://doi.org/10.1002/leg3.92>
41. Khojamli, R., Siahmarguee, A., Zeinali, E., & Soltani, A. (2019). Effect of different winter cover crops on the dynamics of weed populations and corn growth (Single 704). *Journal of Agroecology*, 11(2), 110-132. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22067/jag.v11i2.78205>
42. Kocira, A., Staniak, M., Tomaszewska, M., Kornas, R., Cymerman, J., Panasiewicz, K., & Lipińska, H. (2020). Legume cover crops as one of the elements of strategic weed management and soil quality improvement. A review. *Agriculture*, 10, 394. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090394>.
43. Koudahe, K., Allen, S. C., & Djaman, K. (2022). Critical review of the impact of cover crops on soil properties. *International Soil and Water Conservation Research*, 10(2022), 343-354. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.03.003>
44. Kumar, R., Arya, R. K., Sutalia, J. M., Madan, V. K., & Dahiya, G. S. (2019). *Efforts towards identifying superior nutritional quality genotypes of faba bean by chemical analysis. In proceeding. First National Conference on 'Neglected and Under Utilized Crop Species for Food, Nutrition, Energy and Environment' held on August 2, 2019 at NIPGR, New Delhi, India, pp. 167.*
45. Li, Z., Sun, X., Pan, J., Wang, T., Li, Y., Li, X., & Hou, S. (2024). Combining no-tillage with hairy vetch return improves production and nitrogen utilization in silage maize. *Plants*, 13, 2084. <https://doi.org/10.3390/plants13152084>.
46. Lishan, T., Alemu, W., Wondimu, W., & Mekonnen, G. (2022). Effects of bio-fertiliser and inter-row spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) in south western Ethiopia. *Tropical Agriculture*, 99(3), 196-208.
47. Mardani-Korrani, H., Nakayasu, M., Yamazaki, S., Aoki, Y., Kaida, R., Motobayashi, T., Kobayashi, M., Ohkama-Ohtsu, N., Oikawa, Y., Sugiyama, A., & Fujii, Y. (2021). L-Canavanine, a root exudate from hairy vetch (*Vicia villosa*) drastically affecting the soil microbial community and metabolite pathways. *Frontiers Microbiology*, 12, 701796. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.701796>.
48. Martiniello, P. (2011). Cereal-forage rotations effect on biochemical characteristics of topsoil and productivity of the crops in Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*, 35(4), 193-204. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.06.002>
49. Masa, M., Tana, T., & Ahmed, A. (2017). Effect of plant spacing on yield and yield related traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties at areka, southern Ethiopia. *Journal of Plant Biology and Soil Health*, 4(2), 1-13, 2017. <https://doi.org/10.13188/2331-8996.1000020>
50. Mbuthia, L. W., Acosta-Martínez, V., DeBruyn, J., Schaeffer, S., Tyler, D., Odoi, E., & Eash, N. (2015). Long term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: Implications for soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 89, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.06.016>.
51. Messiha, N. K., El-Dabaa, M. A. T., El-Masry, R. R., & Ahmed, S. A. A. (2018). The allelopathic influence of *Sinapis alba* seed powder (white mustard) on the growth and yield of *Vicia faba* (faba bean) infected with *Orobanche crenata* (broomrape). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(2), 418-425.
52. Musavi Fakhr, S. K., Fotouhi, F., Khaniani, B. H., Sadeghi, M., & Zadeh, S. A. F. (2020). Effect of planting date and density on yield and yield components of bean genotypes (*Vicia faba* L.). *Legume Research*, 43(5), 672-677.
53. Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1982). *Total carbon, organic carbon, and organic matter*. In Page, A. L. ed. *Methods of Soil Analysis. part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Ed. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc., Madison. pp. 539-579. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29>
54. Nielsen, D. C., Lyon, D. J., Hergert, G. W., Higgins, R. K., Calderon, F. J., & Vigil, M. F. (2020). Cover crop mixtures do not use water differently than single-species plantings. *Agronomy Journal*, 107, 1025-1038. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0504>
55. Nleya, T., Ball, R. A., & Vandenberg, A. (2005). Germination of common bean under constant and alternating cool temperatures. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(3), 577-585. <https://doi.org/10.4141/P04-151>
56. Norris, C. E., & Congreves, K. A. (2018). Alternative management practices improve soil health indices in intensive vegetable cropping systems. A review. *Frontier Environment Science*, 6, 1-18.

<https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00050>

57. O'Donovan, T., & Dunne, D. (2021). Establishing high-yielding faba bean. Establishing high-yielding faba bean. Exploiting high yield potential in north-west Europe. Legumes Translated Practice Note, 8. Retrieved from
58. Rahmaniyan, H. (2018). *Study the effect of applying some herbicides on weed control, yield and yield components of faba bean (Vicia faba L.)*. M.Sc. Thesis in Agronomy, Weed Science and Head of Plant Protection. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
59. Raiger, H. L., Yadav, S. K., Arya, R. K., & Phogat, B. S. (2021). Studies on variability and character association for yield and yield related traits in faba bean (*Vicia faba*). *Ekin Journal*, 7(2), 125-130.
60. Rankoth, L. M., Udawatta, R. P., Gantzer, C. J., Jose, S., Veum, K., & Dewanto, H. A. (2019). Cover crops on temporal and spatial variations in soil microbial communities by phospholipid fatty acid profiling. *Agronomy Journal*, 111, 1693-1703. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.12.0789>
61. Reddy, K. N., & Koger, C. H. (2004). Live and killed hairy vetch cover crop effects on weeds and yield in glyphosate-resistant corn. *Weed Technology*, 18, 835-840. <https://doi.org/10.1614/WT-03-228R>
62. Repullo-Ruibérriz de Torres, M. A., Carbonell-Bojollo, R. M., Moreno-García, M., Ordóñez-Fernández, R., & Rodríguez-Lizana, A. (2021). Soil organic matter and nutrient improvement through cover crops in a Mediterranean olive orchard. *Soil and Tillage Research*, 210, 104977. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104977>
63. Rich, A. M., & Renner, K. A. (2007). Row spacing and seeding rate effects on eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) and Soybean. *Weed Technology*, 21(1), 124-130. <https://doi.org/10.1614/WT-04-220.1>
64. Rodino, S., Butu, M., & Butu, A. (2016). Comparative study on allelopathic potential of *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss. *Biologie Vegetala*, 62(2), 35-40.
65. Romdhane, S., Spor, A., Busset, H., Falchetto, L., Martin, J., Bizouard, F., Bru, D., Breuil, M. C., Philippot, L., & Cordeau, S. (2019). Cover crop management practices rather than composition of cover crop mixtures affect bacterial communities in no-till agroecosystems. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1618. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01618>
66. Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Lithourgidis, A. S., Hashemi, M., Esmaeili, A., & Hosseini, M. B. (2014). Forage yield and quality of barley-annual medic intercrops in semiarid environments. *Internatinal Journal of Plant Production*, 8, 77-89. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22069/IJPP.2014.1373>
67. Sadiq, S. M., & Mohammed, A. A. (2022). Response of faba bean to planting distance between plants and spraying with nano and traditional boron. *Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection*, 14(1), 84-93. <https://jmracpc.uobaghdad.edu.iq/index.php/IJMRCP/article/view/281>
68. Saleem, M., Pervaiz, Z. H., Contreras, J., Lindenberger, J. H., Hupp, B. M., Chen, D., Zhang, Q., Wang, C., Iqbal, J., & Twigg, P. (2020). Cover crop diversity improves multiple soil properties via altering root architectural traits. *Rhizosphere*, 16(100248). <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100248>
69. Sharma, P., Singh, A., Kahlon, C. S., Brar, A. S., Grover, K. K., Dia, M., & Steiner, R. L. (2018). The role of cover crops towards sustainable soil health and agriculture: A review paper. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 1935. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.99140>
70. Smith, R. G., Warren, N. D., & Cordeau, S. (2020). Are cover crop mixtures better at suppressing weeds than cover crop monocultures? *Weed Science*, 68, 1-33. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.12>
71. Soltani, A., & Torabi, B. (2014). *Design and Analysis of Agricultural Experiments with the SAS Program*. Mashhad University Press, Mashhad, Iran. 440 p. (In Persian)
72. Sultani, M. I., Gill, M. A., Anwar, M. M., & Athar, M. (2007). Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4, 109-118. <https://doi.org/10.1007/BF03325968>
73. Tamrat, W., Loha, G., & Habte, A. (2019). Effect of plant density on yield components and yield of faba bean (*Vicia Faba L.*) varieties at wolaita sodo, Southern Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 9(5), 47-55.
74. Teasdale, J. R., & Daughtry, C. S. T. (1993). Weed suppression by live and desiccated hairy vetch. *Weed Science*, 41, 207-212. <https://doi.org/10.1017/S0043174500076074>
75. Wallace, J. M., Curran, W. S., & Mortensen, D. A. (2019). Cover crop effects on horseweed (*Erigeron canadensis*) density and size inequality at the time of herbicide exposure. *Weed Science*, 67(3), 327-338. <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.3>
76. Weisberger, D., Nichols, V., & Liebman, M. (2019). Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. *Plos One*, 14(7), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>
77. Zafarian, F. (2009). *Ecophysiological response of maize and soybean intercropping to competition of amaranth and datura*. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat-Modares University, Tehran, Iran. (In Persian).
78. Zeinali, E., Soltani, A., Khadempir, M., Tourani, M., & Sheikh, F. (2013). studying the response of yield components, grain and green pod yield of two faba bean cultivars to inter- row spacing in normal and late seeding dates. *Journal of Crop Improvement*, 15(4), 195-210. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/jci.2013.51376>
79. Zhao, D., Shen, J., Lang, K., Liu, Q., & Li, Q. (2013). Effects of irrigation and wide-precision planting on water

use, radiation interception, and seed yield of winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 118, 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.11.019>