

The effect of cover crop and row spacing on some soil properties, yield and yield components of faba bean (Mehta cultivar)

Somayeh Iri¹, Asieh Siahmarguee^{2*}, Javid Gherekhloo³, Fatemeh Sheikh⁴, Ebrahim Zeinali⁵ and Farshid Ghaderi-Far⁶

- 1- PhD Student, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,
- 2- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran (Email: siahmarguee@gau.ac.ir)
- 3- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- 4- Associate Professor, Department of Horticulture and Agronomy, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
- 5- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
- 6- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Introduction

Golestan Province is one of the main areas of faba bean 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.

Material and Method

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, 2) parsley, 3) berseem clover, 4) hairy vetch, 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 observed at a row spacing of 37.5. Among the treatments studied, the highest number of pods per plant was observed in the no-cover crop treatment under weeding conditions and the rye and parsley cover crop. The lowest number of pods per faba bean plant was also observed in the no-cover crop treatment under no-weeding conditions and in the hairy vetch cover crop treatment. The experimental row spacing and cover crops did not affect 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, which was not far from the control treatments without cover crop in weeding conditions (9279 kg/ha) and rye cover crop (8364 kg/ha). 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, Parsley

اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف کاشت بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا-

رقم مهتا

سمیه ایری^۱، آسیه سیاهمرگویی^{۲*}، جاوید قرخلو^۳، فاطمه شیخ^۴، ابراهیم زینلی^۵ و فرشید قادری^۶

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

۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

(Siahmarguee@gau.ac.ir).

۳- استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۴- دانشیار بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

گرگان، ایران.

۵- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۶- استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

چکیده:

به منظور بررسی اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا، 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. فاکتور اول شامل کاربرد گیاه پوششی در هفت سطح (چاودار، جعفری، شیدر برسیم، ماشک گل خوشه‌ای، 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 فاکتور دوم 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 گل خوشه‌ای مشاهده شد. بیشترین کربن آلی و تنفس میکروبی خاک 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. بر اساس نتایج این تحقیق جهت دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا -رقم مهتا، کاشت گیاه جعفری در بین فواصل ردیف کاشت ۳۷/۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

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

مقدمه

امروزه حبوبات به دلیل داشتن پروتئین بالا و اسید آمینه‌های ضروری، مورد توجه زیادی در جهان قرار گرفته‌اند ([Lishan, Alemu, 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 ۳۷/۴۷-۳/۳ درصد، چربی ۱/۲۴-۰/۸۱ درصد و فیبر آن ۱۱-۱۰/۸۸ درصد گزارش شده است ([Kumar, Arya, Sutalia, Madan, & 2021](#)). به دلیل توانایی آن 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 تأمین کند ([Gezahegn & Tesfaye, 2017](#)). همچنین باقلا نقش اساسی در افزایش حاصلخیزی خاک دارد و با افزودن حدود ۲۰-۳۰ درصد نیتروژن پس از برداشت، به افزایش عملکرد محصول بعدی کمک می‌کند ([El-Metwally, Abido, & Tagour, 2017](#)).

این محصول، چهارمین محصول مهم حبوبات در جهان، بر اساس سطح زیر کشت است (Jungers *et al.*, 2019). بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۲۱ سطح زیر کشت 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, 2021). تولیدکنندگان عمده باقلا در جهان شامل چین (۱/۶۵ میلیون تن)، ایتالیایی (۰/۶۱ میلیون تن)، فرانسه (۰/۴۴ میلیون تن)، مصر (۰/۲۹ میلیون تن) و استرالیا (۰/۱۹ میلیون تن) می‌باشند (Khazaei, Hawkins, & Vandenberg, 2021; O'Donovan & Dunne, 2021). در همین سال سطح زیر کشت این محصول در ایران تقریباً ۱۵۰۰۰۰ هکتار بوده که از این سطح ۳۰۰۰۰۰ تن دانه خشک با میانگین تولید ۲۰۰۰ کیلو گرم در هکتار به دست آمده است (FAO, 2021). مناطق عمده کشت این محصول در ایران، شامل گرگان، خوزستان، لرستان، هرمزگان و گیلان می‌باشد (Musavi, 2020; Fakhr, Fotouhi, Khaniani, Sadeghi, & Zadeh, 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 به ویژه 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 کنترل علف‌های هرز در زمان بحرانی پس از کاشت ضرورت پیدا می‌کند. استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی در کنترل 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 بر پایه 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, Tana, & Ahmed, 2017). در واقع گیاهانی که در فاصله ردیف‌های زیاد رشد می‌کنند، نمی‌توانند به طور مؤثر از نور، آب و منابع غذایی استفاده کنند. با این حال، محصولاتی که در فاصله ردیف‌های کم رشد می‌کنند، با رقابت شدید بین گونه‌ای مواجه هستند 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, Loha, & Habte, 2019; Gezahegn & Tesfaye, 2017). محققان مختلف گزارش نمودند که تنظیم فواصل ردیف‌ها به طور قابل توجهی بر بروز آلودگی توسط علف‌های هرز و به تبع آن عملکرد گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد (Gezahegn & Tesfaye, 2017; Kebede, Sharma, Tana, & Nigatu, 2015).

[Baei, 2020](#)) در این راستا نتایج تحقیقات انجام شده روی باقلا-رقم برکت (Baei, 2020) و سوبا (Rich & Renner, 2007) نشان داد که با افزایش فواصل بین ردیف، تراکم علف‌هرز افزایش یافت. دارامولا و همکاران (Daramola, Adeyemi, Adigun, & Adejuygbe, 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 *Paspalum scrobiculatum* و *Cynodon dactylon* و *Panicum maximum* و *Digitaria horizontalis* 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 میکروارگانیسم‌ها، تنوع و فراوانی آن‌ها شده و سلامت خاک را بهبود می‌بخشند (Koudahe, Allen, & Djaman, 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 کنترل علف‌های هرز را به همراه دارند (Nielsen et al., 2020). سلیم و همکاران (Saleem et al., 2020) بیان نمودند، 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، گیاهان پوششی به کاهش تبخیر آب و در نتیجه حفظ رطوبت خاک برای محصول کمک می‌کنند. نوریس و کنگروس (Norris & Congreves, 2018) گزارش نمودند، گیاهان پوششی موجب سلامت خاک (چرخه مواد مغذی، پایداری خاکدانه‌ها و غیره) در سراسر مناطق آب و هوایی می‌شوند. دابنی و همکاران (Dabney et al., 2010) بیان نمودند، گیاهان پوششی منبع قابل توجهی از مواد آلی را به خاک اضافه می‌کنند که با توجه به گونه‌های خاص آن، با کاهش نسبت C:N خاک، هدر رفت نیتروژن را نیز کاهش می‌دهند. همچنین گیاهان پوششی از طریق توانایی آن‌ها در جداسازی و تثبیت C اتمسفر، N و کاهش تلفات CO₂ و N₂O جو، به کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین کمک می‌کنند (DeLaune, Mubvumba, Lewis, & Keeling, 2019). رانکوت و همکاران (Rankoth et al., 2019) اثرات گیاه پوششی را بر زیست توده میکروبی خاک در یک تناوب ذرت-سویا اندازه‌گیری نمودند و دریافتند که در صورت استفاده از گیاهان پوششی، زیست توده میکروبی به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. گیاهان پوششی از طریق مکانیسم‌های تداخلی رقابت در جذب منابع و همچنین آللوپاتی، علف‌های هرز را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند و جوانه‌زنی و توسعه علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازند و موجب کاهش بیومس علف‌های هرز می‌شوند (Weisberger, Nichols, & Liebman, 2019). کاهش بیومس می‌تواند حساسیت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها را افزایش دهد (Wallace, Curran, & Mortensen, 2019). نتایج مطالعه اسمیت و همکاران (Smith, Warren, & Cordeau, 2020) نشان داد، گیاه پوششی چمن به‌طور قابل توجهی بیومس علف‌های هرز را (۶۸ درصد) کاهش داد. گیاهان پوششی علاوه بر کنترل علف‌های هرز، آفات، نامادها و پاتوژن‌های مختلف خاک را کاهش می‌دهند و کیفیت خاک را بهبود می‌بخشند و از این

رو موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد محصولات می‌شوند (Kocira et al., 2020). در تحقیق برینارد و همکاران (Brainard, 2005) نشان داده شد، 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 به تنهایی شده است. نتایج ایری و همکاران (Iri, Siahmarguee, Zainali, & Soltani, 2020) نشان داد که کشت گیاه پنبه در بقایای دو گیاه پوششی شبدر برسیم و ماشک گل‌خوشه‌ای موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد پنبه می‌شود. نتایج پژوهش بلانکو-کانکوی و همکاران (Blanco-Canqui et al., 2015)، چو و همکاران (Chu et al., 2017) و مپوتیا و همکاران (Mbuthia et al., 2015) نیز حاکی از افزایش عملکرد محصول با استفاده از گیاهان پوششی بود.

با توجه به چالش‌های زیست محیطی بوجود آمده در اثر مصرف بی‌رویه آفتکش‌ها و لزوم به کارگیری 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، در کنترل علف‌های هرز، خصوصیات خاک و عملکرد باقلا رقم مهتا طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت 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 آورده شده است.

جدول ۱. برخی خصوصیات خاک و گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش
Table 1. Some properties of soil and cover crops that used in this experiment

Soil properties				
Texture	pH	EC(dS.m ⁻¹)	Nitrogen (%)	Potassium (%)
Phosphorus (%)				

Silty clay loam	6.8	0.6	0.098	164	5.6
-----------------	-----	-----	-------	-----	-----

Properties of cover crops

Cover crops	Scientific name	Family	100-seed weight (g)	Seed recommended (kg.ha ⁻¹)
Rye	<i>Secale Cereal L.</i>	Poaceae	20-55	110-200
Parsley	<i>Petroselinum crispum L.</i>	Apiaceae	3.30	5-8
Hairy vetch	<i>Vicia villosa L.</i>	Fabaceae	25.00	65
Berseem clover	<i>Trifolium alexandrinum L.</i>	Fabaceae	1.50	3.5-4.5

عملیات آماده سازی 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 سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (اوره) جهت تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفت. فاکتور 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٪) + بنتازون (بازگران ۴۸٪ SL))، (۶) بدون گیاه پوششی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز و (۷) بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز بود. فاکتور 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 متر مربع در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۴ متر در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از هم نیم متر و فاصله تکرارها یک متر بود. در این پژوهش از بذر باقلا-رقم مهتا که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی واقع در شهرستان گرگان تهیه شده بود، استفاده شد 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 تراکم-های توصیه شده (جدول ۱)، همزمان با کاشت باقلا، در فواصل بین ردیف‌ها به صورت دستپاش و به شکل یکنواخت کشت گردیدند ([Khojamli, Siahmarguee, Zeinali, & Soltani, 2019](#)). به دلیل مناسب بودن رطوبت خاک در زمان کاشت، آبیاری انجام نشد. در این پژوهش در زمان کاشت گیاهان پوششی هیچ کودی مصرف نشد ([Brust, Claupein, & Gerhards, 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, Siahmarguee, Zeinali, Gherekhloo, & Kazemi, 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 ۴ تا ۵ برگی قرار داشت).

سمپاش مورد استفاده از نوع پستی دستی 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 کف‌بردن، جهت تعیین وزن خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد باقلا در مرحله رسیدگی دانه بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای، از هر واحد آزمایشی یک متر مربع انتخاب و جهت تعیین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد 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 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 شد. 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 میلی لیتر هیدروکسید سدیم (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 ۶ روز در دمای ۲۵-۲۸ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شد. طی این مدت کربن دی‌اکسید (CO₂) تولید شده توسط فعالیت میکروب‌ها از خاک تصعید شده و با هیدروکسید سدیم موجود در لوله آزمایش ترکیب و تولید آب می‌کند. پس از خروج ارلن‌ها از انکوباتور، هیدروکسید سدیم باقی‌مانده را درون یک بشر ریخته و به آن یک میلی‌لیتر کلرید باریم (BaCl₂) ۰/۱ مولار اضافه شد. سپس با چند قطره فنیل فتالین و کلریدریک اسید (HCl) ۰/۳ نرمال، تیترا 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 تولید شده محاسبه و عدد حاصل بر وزن خاک و تعداد روز قرار گرفته در انکوباتور تقسیم شد. در این آزمایش میلی گرم CO₂ تولید شده بر گرم خاک در روز به‌دست آمد (Nelson and Sommers, 1982).

رابطه (۱)

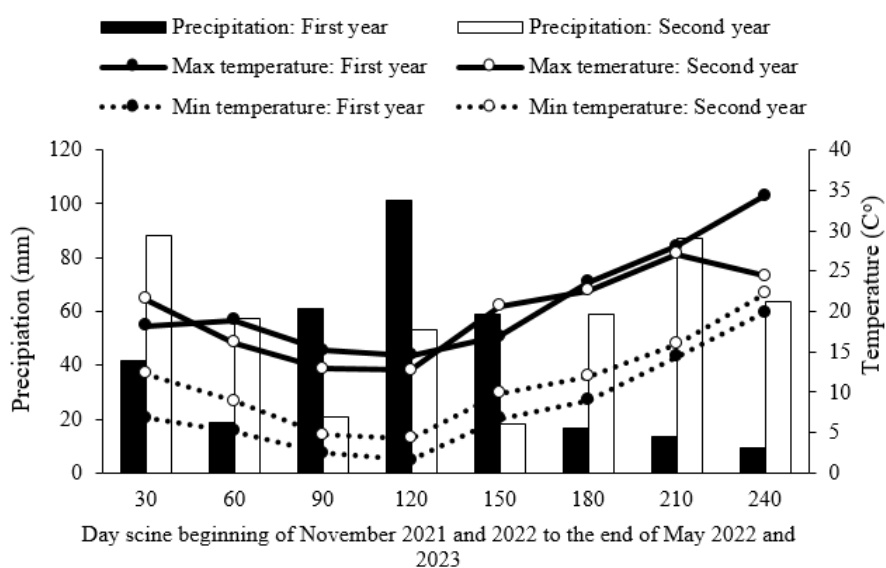
$$\text{mgCO}_2 = (V_1 - V_2) \times N \times E$$

که در این رابطه، V₁: حجم کلریدریک اسید مصرفی برای شاهد (بدون خاک)، V₂: حجم کلریدریک اسید مصرفی برای نمونه خاک، N، نرمالیت 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 پنج درصد استفاده شد. در نهایت برای رسم نمودارهای مربوطه از نرم افزار Sigma plot 14 و Excel 2016 استفاده گردید.

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 خرداد 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 ۱۰/۱۲-۹/۴ 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)

برخی 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 تولید شده بوسیله 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 گل‌خوشه‌ای 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 جعفری مشاهده شد و دو گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر برسیم از نظر این خصوصیت مشابه هم بودند (شکل ۳).

در طی دوره آزمایش هفت گونه علف‌هرز 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 از غلتک زدن گیاهان پوششی، تفاوت معنی‌داری در 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 هر چهار نوع گیاه پوششی مورد استفاده در این آزمایش علی‌رغم داشتن وزن خشک و سطح برگ متفاوت (اشکال 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 کانوپی، 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, Vasilakoglou, Gatsis, PanouPholothou, & Eleftherohorinos, 2023](#)).

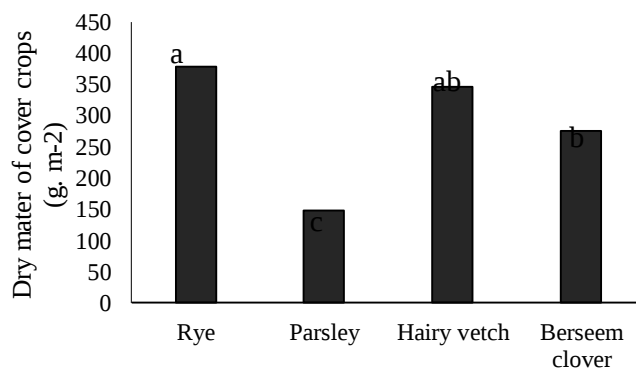
نشان می‌دهد که توانایی گیاهان پوششی زنده در کنترل علف‌های هرز بیشتر از بقایای (مالچ) گیاهان پوششی به دلایل مختلف از جمله جذب نور قرمز و کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور و به تبع آن کاهش جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز در خاک ([Teasdale & Daughtry, 1993](#))، استقرار سریع‌تر و در نتیجه رقابت مؤثرتر در جذب نور، 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 تاج پوشش گیاه پوششی (Davis & Liebman, 2003; Gallandt, Molloy, Lynch, & Drummond, 2005) می باشد.

جدول ۲. تجزیه واریانس گیاه پوششی و فاصله ردیف بر برخی صفات گیاه پوششی و علف های هرز قبل از توقف رشد رویشی آنها (۱۰۰ روز بعد از کاشت گیاه پوششی)

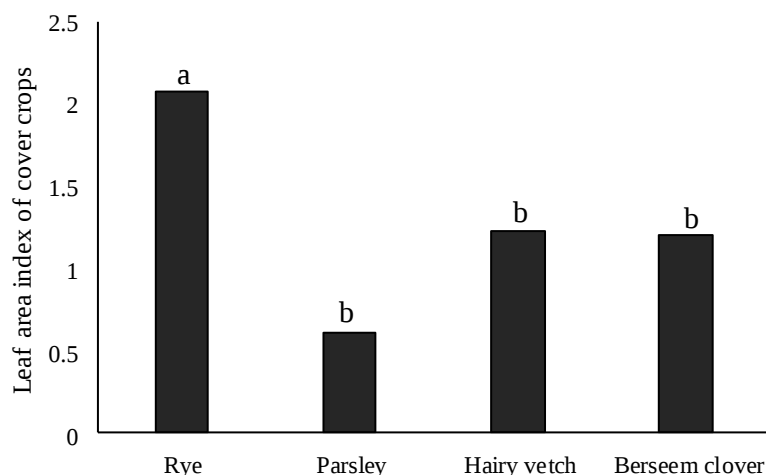
Table 2. Analysis of variance for the effects of cover crops and inter row space on some traits of cover crops and weeds before terminating their vegetative growth (100 days after planting the cover crop)

منابع تغییرات Variable sources	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean square			
		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 تولید شده توسط گیاه پوششی مختلف قبل از غلتک زدن

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



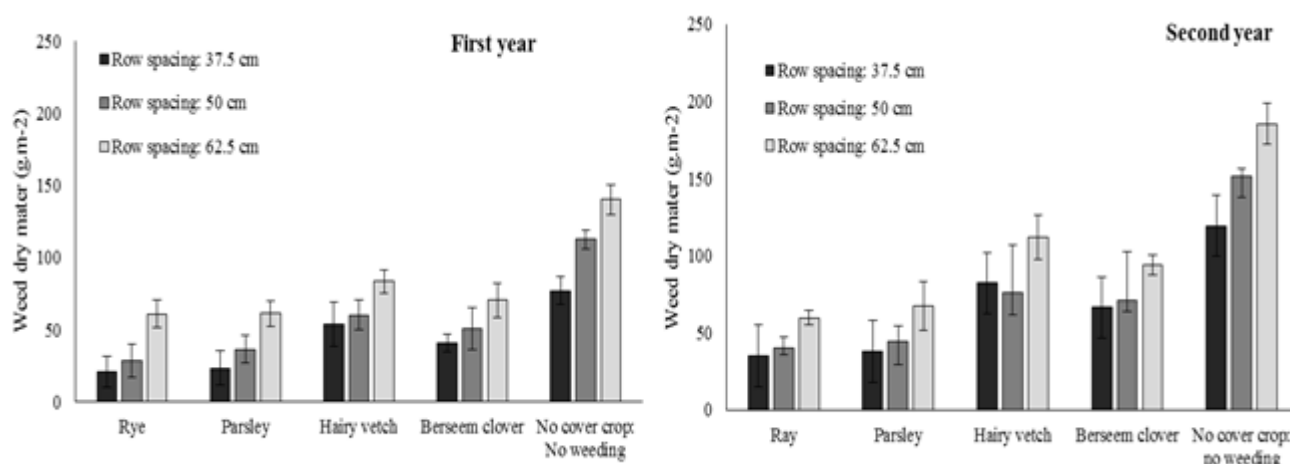
شکل ۳- شاخص سطح برگ گیاه پوششی مختلف قبل از غلتک زدن

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

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 متر مربع، 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 برسیم، 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 مربوط به دلیل خاصیت آللوپاتیک این گیاه باشد. منابع نشان می‌دهند که هر دو گیاه چاودار و جعفری دارای خاصیت آللوپاتیک هستند (Ahmed, Messiha, El-Masry, & El-Dabaa, 2020; Sadeghpour et al., 2014b). نتایج احمد و همکاران (Ahmed et al., 2020) نشان داد، برگ‌های خشک و پودر دانه گیاه جعفری دارای اثر آللوپاتیک بسیار زیادی در کنترل رشد علف‌های هرز یکساله بودند. رودینو و همکاران (Rodino, Butu, & Butu, 2016) گزارش نمودند، عصاره حاصل از قسمت‌های مختلف گیاه جعفری، مهار جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز آمبروژیا (*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 کنترل‌کنندگی بیشتر چاودار را به بالا بودن خاصیت آللوپاتیک این گیاه نسبت دادند (Sadeghpour et al., 2014b).

در این مرحله نمونه برداری در تیمار استفاده از علفکش های هالوکسی فوپ آر متیل استر (سوپرگلانت ۱۰/۸٪) + بنتازون (بازاگران ۴۸٪ SL)، علفهرزی مشاهده نشد. در تایید این نتایج، رحمانیان (Rahmaniyan, 2018) در مطالعه خود به بررسی انواع علفکش های پیش کاشت، پیش رویشی و پس رویشی در کنترل علف های هرز باقلا پرداخت و جهت کنترل مطلوب علف های هرز و همچنین دستیابی به عملکردهای بالای باقلا، تلفیق علفکش هالوکسی فوپ + بنتازون را توصیه نمود.



شکل ۴. وزن خشک علف های هرز در تیمارهای مختلف گیاه پوششی و فاصله ردیف در ۵۲ روز بعد از غلتک زدن گیاه پوششی.

*در این مرحله در تیمارهای وجین علف های هرز و مصرف علفکش، علفهرزی مشاهده نشد.

Figure 4- Dry weight of weeds in different cover crop treatments and row spacing 52 days after cover crop roller application

*At this stage, no weeds were observed in the weed control and herbicide treatments.

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. اثر 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 معنی دار بود (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر گیاه پوششی و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه باقلا-رقم مهتا

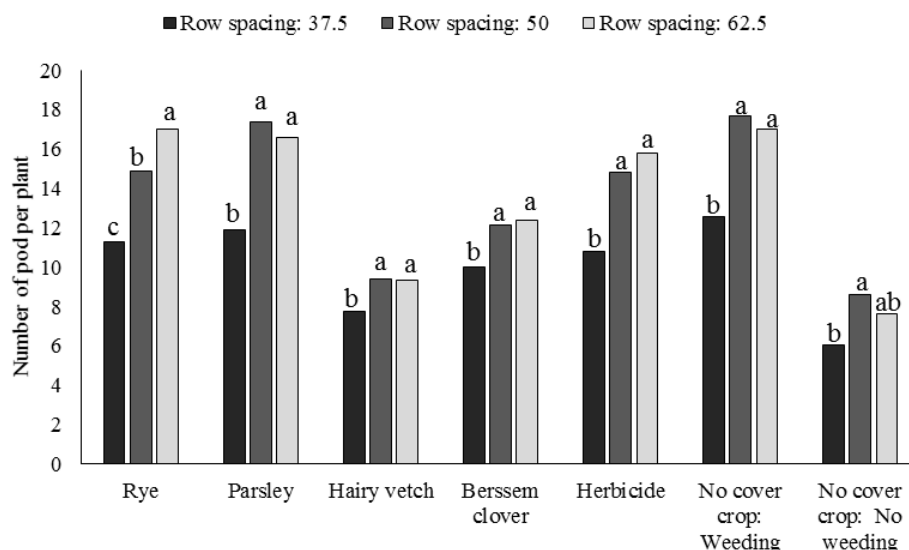
Table 3. Variance analysis of effects cover crops and Inter row space on the yield and yield components of faba bean seed-Mehta cultivar

منابع تغییرات Variable sources	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					
		تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
گیاه پوششی	6	30.93**	0.88 ^{ns}	21.08 **	137.83 **	6.85*	0.16 ^{ns}

Cover crop فاصله ردیف	2	47.39 **	0.67 ns	29.33 *	108.35 **	44.41 *	1.78 ns
Row spacing گیاه پوششی × فاصله ردیف	12	2.16 *	1.21 ns	1.40 ns	6.57**	1.83 ns	2.40 ns
Cover crop*Row spacing							

در شکل ۵، مقایسه میانگین صفت تعداد غلاف در بوته باقلا تحت تاثیر اثر متقابل گیاه پوششی و فاصله ردیف نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می شود، در همه تیمارهای مورد بررسی، کمترین تعداد غلاف در بوته در فاصله ردیف ۳۷/۵ سانتی متر مشاهده شد. در فواصل ردیف ۵۰ و ۶۲/۵ سانتی متر به جز تیمار گیاه پوششی چاودار، صفت تعداد غلاف در بوته در سایر تیمارها با هم تفاوت معنی داری نداشتند. در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین تعداد غلاف در تیمارهای عدم گیاه پوششی در شرایط وجین علف های هرز، مصرف علف کش های هالوکسی فوپ آر 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 علف های هرز و همچنین تیمار گیاه پوششی ماشک گل خوشه ای مشاهده گردید. دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته را در فاصله ردیف های کمتر، می توان 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 فرآورده های آن به گل های در حال ظهور مرتبط دانست. در تایید این امر زینلی و همکاران ([Zeinali, 2013](#)) ضمن تاکید بر اهمیت صفت تعداد غلاف در بوته، در تعیین عملکرد نشان دادند که افزایش فاصله بین ردیف باقلا از ۳۰ به ۶۰ سانتی متر، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته می شود. این محققان کاهش تعداد غلاف در فاصله ردیف های 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 بوته ها جهت دریافت نور نسبت دادند. این نتیجه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است ([Lishan et al., 2022; Biri, Sefera, Feyisa, 2022b](#)). ([Kinati, & Bedada, 2024; Jihad & Mohammed, 2023; Sadiq & Mohammed, 2022b](#)).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که باقلای کاشته در گیاه پوششی (و بقایای جعفری و چاودار، پس از تیمار شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف های هرز، از تعداد غلاف در بوته بیشتری برخوردار بودند (شکل ۵). نکته قابل توجه در شکل مذکور این است که در باقلای کاشته شده در چاودار و در فواصل بین ردیف ۳۷/۵ و ۵۰ سانتی متر، تعداد غلاف در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین و همچنین باقلای کاشته شده در جعفری کمتر بود، اما در فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی متر نتیجه عکس ملاحظه شد. به نظر می رسد با توجه به تولید ماده خشک و سطح برگ قابل توجه توسط چاودار در فواصل بین ردیف ۳۷/۵ و ۵۰ سانتی متر، بین باقلا و چاودار (قبل از غلتک زدن آن) در جذب نهاده ها رقابت صورت گرفته است. چنین نتیجه ای روی آفتابگردان - رقم لاکومکا کاشته شده در گیاه پوششی جو مشاهده شده است ([Khajenabi, 2021](#)). ([Siahmarguee, Dadashi, Alizadeh Dehkordi, & Zeinali, 2021](#)). کمترین تعداد غلاف باقلا در تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف های هرز دیده شد. در بین تیمارهای مختلف گیاه پوششی، کمترین تعداد غلاف در تیمار ماشک گل خوشه ای مشاهده گردید. به نظر می رسد، دلیل افت تجمع ماده خشک باقلا در این تیمار به بروز رقابت بین ماشک گل خوشه ای با باقلا مرتبط باشد.



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

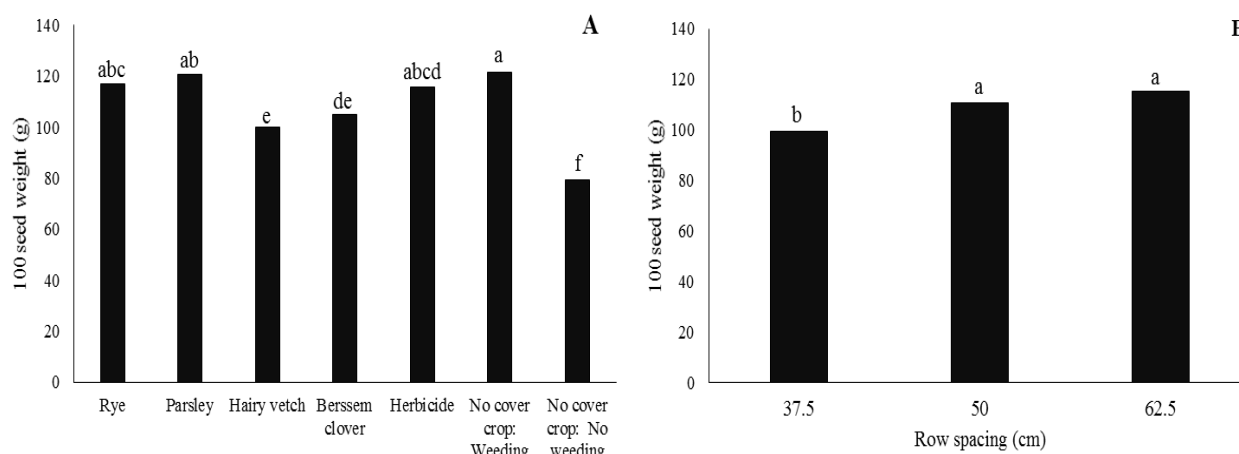
Figure 5- The effects of cover crops and Inter row space on Number of pod per plant in faba bean- Mehta cultivar

تعداد دانه در غلاف باقلا، تحت تاثیر 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 اجرای عملکرد، کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار گرفته و بیشتر متأثر از خصوصیات ژنتیکی می- باشد (Zeinali et al., 2013).

وزن صد دانه باقلا تحت تاثیر گیاه پوششی (در سطح یک درصد) و فاصله ردیف (در سطح پنج درصد) قرار گرفت؛ ولی اثر متقابل این دو فاکتور اثر معنی داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیشترین وزن صدانه 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 صد 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 یافته است (شکل ۶ الف). این امر نشان می دهد که این صفت در باقلا به شرایط تداخل علفهای هرز بسیار حساس می باشد. در این مطالعه در بین گیاهان پوششی مختلف، گیاه جعفری که در طول دوره رشد خود، کمترین میزان تولید زیست توده و سطح برگ را داشت (شکل ۲ و ۳)؛ ولی از لحاظ کنترل علفهای هرز از پتانسیل مطلوبی (تقریباً مشابه با چاودار) برخوردار بود (شکل ۴)، بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص داد. به نظر می رسد خاصیت دگرآسیبی این گیاه نقش مؤثری در کنترل مطلوب علفهای هرز و در نتیجه بهبود وزن صد دانه باقلا داشته است. در این رابطه احمد و همکاران (Ahmed, El-Dabaa, Messiha, El-Masry, & Dawood, 2024) پتانسیل گیاه جعفری در کنترل علفهای هرز باقلا را به حضور آلوشیمیایی های طبیعی از جمله محتویات فنولیک کل و فلاونوئید کل این گیاه مرتبط دانستند.

وزن صد دانه باقلا در تیمارهای گیاهان پوششی چاودار، شبدر برسيم و ماشک گل‌خوشه‌ای به ترتیب ۱۱۶/۹۹، ۱۰۵/۰۴ و ۹۹/۸۱ گرم بود که در مقایسه با تیمار شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز به ترتیب به میزان ۴/۶، ۱۶/۶ و ۲۱/۸ درصد کاهش یافته است (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 قابل‌توجهی 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 ذخیره شده در شروع پر شدن دانه و همچنین ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. به‌طور کلی رقابت ناشی از حضور علف‌های هرز، باعث کاهش توان فتوسنتزی گیاه 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 کنترل 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 بهار در شرایط کشت گیاهان پوششی افزایش یافت. در نتایج تحقیق عدالت و همکاران (Edalat, Shahrabi, Kazemeini, & Emam, 2017) نیز گزارش شده است که با کاربرد گیاهان پوششی جو و گندم، وزن هزار دانه کلزا 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 صد دانه باقلا افزایش یافت. بیشترین وزن صد 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 صد دانه نیز در فاصله ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر (۹۹/۵۶ گرم) مشاهده شد (شکل ۶ ب). به‌نظر می‌رسد با افزایش فاصله ردیف و کاهش تراکم بوته در واحد سطح، منابع رشد کافی در دسترس گیاه قرار گرفته و عرضه مواد جذب شده برای ذخیره در بذر افزایش می‌یابد، بنابراین این امر موجب افزایش وزن صد دانه می‌شود. پژوهش‌گران مختلف نیز بر تغییر اندازه دانه در نتیجه تغییر تراکم تأکید داشته‌اند. در این راستا جیهاد و محمد (Jihad, 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 صد دانه ۱۰۸/۳۹ گرم مشاهده شد. نتایج لیشان و همکاران (Lishan et al., 2022) نشان داد، 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. نامبردگان 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.



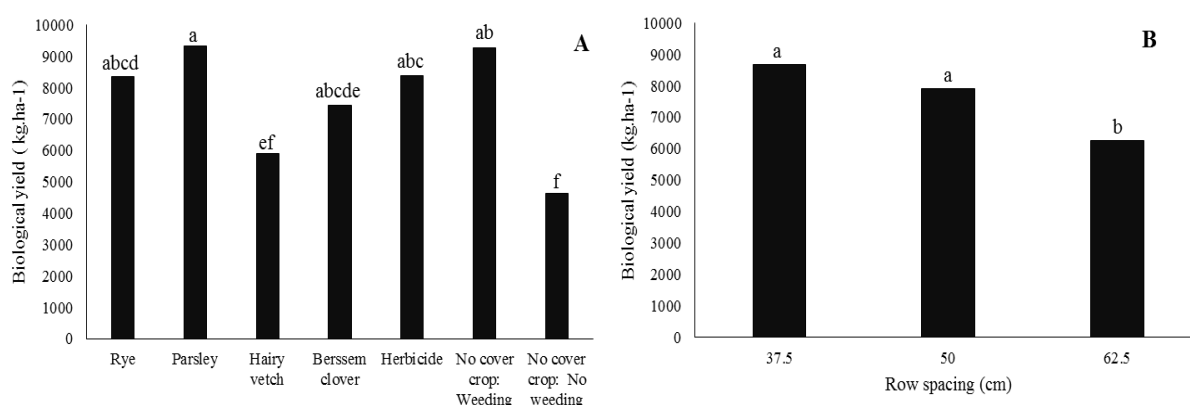
شکل ۶. اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر وزن صد دانه باقلا-رقم مهتا

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

عملکرد بیولوژیک باقلا تحت تاثیر گیاه پوششی (در سطح یک درصد) و فاصله ردیف (در سطح یک درصد) قرار گرفت؛ ولی اثر متقابل این دو فاکتور اثر معنی داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار گیاه پوششی (و بقایای) جعفری 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 راهکاری اکولوژیک در 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 معنی داری نداشت (شکل ۷ الف). حمزه‌ئی و بور بو (Hamzei & Borbor, 2014) نیز بیشترین عملکرد بیولوژیک ذرت را در تیمارهای تحت کشت گیاهان پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای و خلر و کمترین میزان این صفت را تحت تیمار عدم کشت گیاهان پوششی گزارش نمودند. در واقع گیاهان پوششی از طریق مکانیسم‌های مختلف، از جمله رقابت در جذب منابع و بروز اثرات دگرآسیبی، علف‌های هرز را تحت تاثیر منفی خود قرار داده و جوانه‌زنی و توسعه علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازند (Weisberger et al., 2019). گیاهان پوششی علاوه بر کنترل علف‌های هرز، آفات، نامات‌ها و پاتوژن‌های 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 متر مربع)، 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. هابلو و آیله ([Hailu & Ayle, 2019](#)) نیز گزارش نمودند که کاهش فاصله ردیف موجب افزایش تجمع ماده خشک در واحد سطح شده و عملکرد بیولوژیک را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. زینلی و همکاران ([Zeinali et al., 2013](#)) نیز گزارش نمودند، 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 بسته‌شدن سریع کانوپی با کاهش فاصله ردیف می‌باشد.



شکل ۷. اثر گیاه پوششی و فاصله بین ردیف کاشت بر عملکرد بیولوژیک باقلا-رقم مهتا

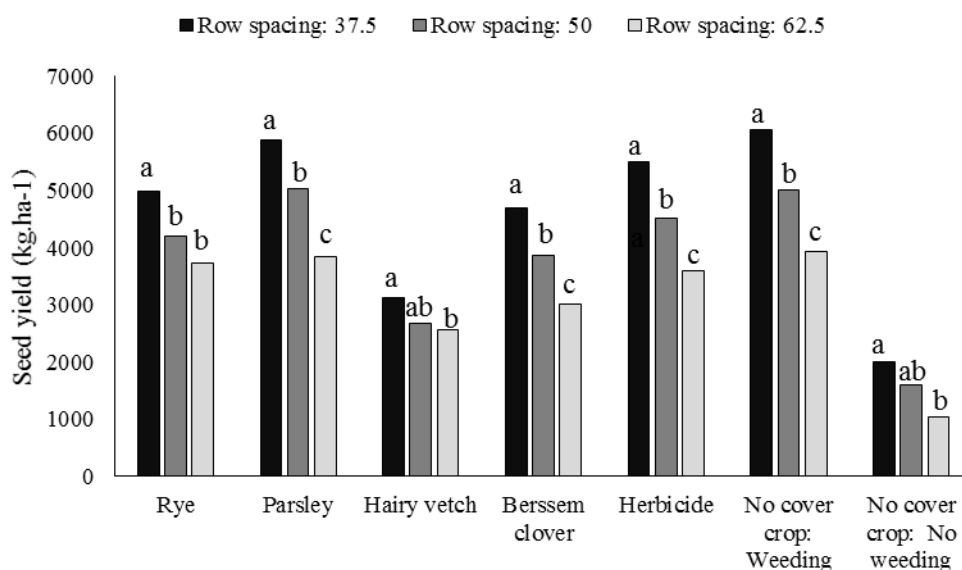
Figure 7- The effects of cover crops and Inter row space on Biological yield in faba bean- Mehta cultivar

بر اساس داده‌های حاصل از این پژوهش، گیاه‌پوششی (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) بوده است. همانگونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، در همه تیمارهای گیاه پوششی، با افزایش فاصله ردیف، عملکرد دانه خشک باقلا کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در فاصله ردیف‌های ۳۷/۵ سانتی‌متر و کمترین آن در فاصله ردیف ۶۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. منابع نشان می‌دهد 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, Shen, Lang, Liu, & Li, 2013](#)). در تأیید این امر نتایج تحقیق بیرری 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, Ball, & Vandenberg, 2005](#)) گزارش نمودند که افزایش تراکم بوته باعث کاهش عملکرد تک بوته می‌شود؛ اما در نهایت به دلیل افزایش تعداد بوته، عملکرد لوبیا در واحد سطح افزایش می‌یابد.

همچنین نتایج نشان داد، 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 حالی‌ست که بر اساس 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 (۳ لیتر در هکتار) استفاده شد و نتایج چشمی تحقیق ما حاکی از آن بود که با غلتک-زدن، رشد ماشک گل‌خوشه‌ای گیاه پوششی متوقف نمی‌شود.

افزایش عملکرد دانه باقلا در تیمار گیاه جعفری ممکن است به دلیل کنترل مطلوب علف‌های هرز و کاهش رقابت علف‌های هرز با محصول باشد. البته ممکن است 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 آلوشیمیایی در عمل و پاسخ گیاه در برابر آن‌ها باشد ([Messiha, El-Dabaa, El-Masry, 2018](#)). زیرا برخی ترکیبات آلوشیمیایی که رشد برخی گونه‌ها را در غلظت‌های معین مهار می‌کنند، ممکن است رشد یک گونه یا گونه‌های دیگر را در غلظت‌های مختلف تحریک کنند ([El-Dabaa, Ahmed, Messiha, & El-Masry, 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 مرتبط باشد، که البته لازم است در این خصوص نیز آزمایشات تکمیلی انجام گردد.

در این مطالعه مصرف علف‌کش‌های هالوکسی فوپ آر متیل استر+ بنتازون توانست کنترل مطلوبی از علف‌های هرز و دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا داشته باشد. بررسی مقایسه گروهی (Orthogonal) تیمارها نیز نشان داد که تیمار علف‌کش‌های هالوکسی فوپ آر متیل استر+ بنتازون تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت ($P=0.1345$). از این رو با به نظر می‌رسد استفاده از گیاهان پوششی می‌تواند جایگزینی مناسبی برای کنترل علف‌های هرز باقلا باشد. کارایی این دو علف‌کش در تحقیق رحمانیان ([Rahmaniyan, 2018](#)) در کنترل 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 به خصوص در گیاهی مانند باقلا که مصرف تازه‌خوری آن بسیار متداول است؛ استفاده از گیاه جعفری می‌تواند بسیار مفید باشد.



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

اثر گیاه پوششی و فاصله ردیف باقلا بر برخی خصوصیات خاک

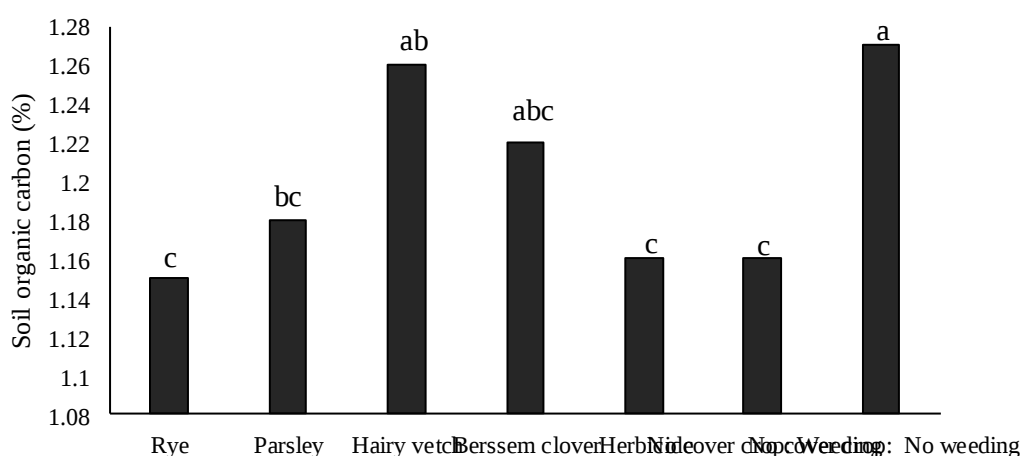
گیاه پوششی بر صفات مقدار کربن آلی خاک (در سطح پنج درصد) و تنفس میکروبی خاک (در سطح یک درصد) اثر معنی داری داشت. اما فاصله ردیف و همچنین اثر متقابل فاصله ردیف و گیاه پوششی بر این صفات معنی دار نبود (جدول ۴).

جدول ۴. جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) گیاهان پوششی و فاصله ردیف کاشت باقلا بر برخی خصوصیات خاک

Table 4. Variance analysis (Mean Square) of effects cover crops and Inter row space on some soil properties

منابع تغییرات Variable sources	درجه آزادی df	کربن آلی خاک Soil organic carbon	تنفس میکروبی Microbial respiration
بلوک Replication	2	0.0026 ^{ns}	3.61 ^{ns}
ردیف Row	2	0.0006 ^{ns}	1.54 ^{ns}
گیاه پوششی Cover crop	6	0.0224*	30.80**
گیاه پوششی × فاصله ردیف Row*Cover crop	12	0.0133 ^{ns}	4.60 ^{ns}
خطای آزمایش Error	40	0.0070	2.64
ضریب تغییرات CV(%)		6.99	7.29

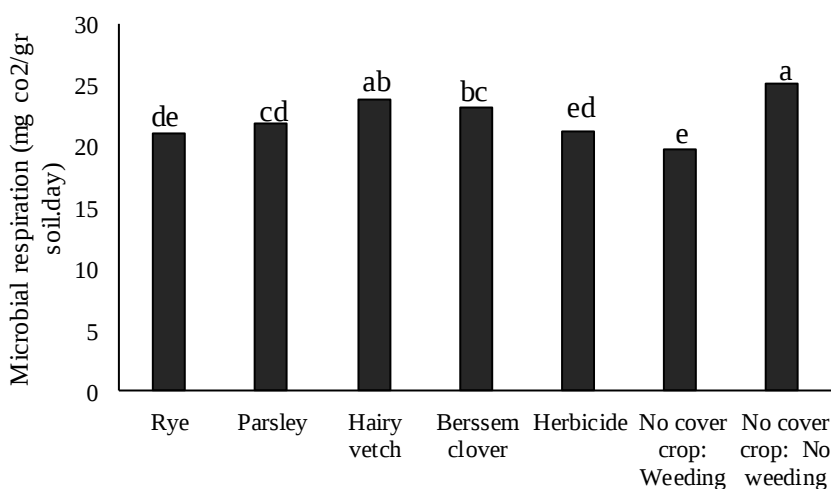
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین کربن آلی خاک در تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز (۱/۲۷ درصد) و کمترین آن در تیمارهای بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۱/۱۶ درصد) و استفاده از علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر + بنتازون (۱/۱۶ درصد) دیده شد. در بین تیمارهای تحت کاشت 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 میکروارگانیسم‌ها، بهبود خواص فیزیکی مانند افزایش پایداری خاکدانه‌ها، کاهش جرم ظاهری و افزایش تنفس، نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب می‌شود (Sultani, Gill, Anwar, & Athar, 2007). در این راستا احمدنیا و همکاران (Ahmadnia, Ebadi, Hashemi, Ghavidel, 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 میکروارگانیسم‌های خاک را فراهم نموده و سبب افزایش محتوی مواد آلی خاک می‌گردد. مارتینیلو (Martiniello, 2011) گزارش نمود، کشت لگوم‌ها پس از گندم موجب بهبود پایداری محتوی کربن آلی خاک، نیتروژن و نسبت بین C/N در خاک‌های سطحی می‌شود. همچنین نتایج نشان داد، علی‌رغم تولید بیومس زیاد توسط چاودار، این تیمار کمترین میزان کربن آلی را دارا بود که احتمالاً این امر می‌تواند به دلیل نسبت C/N 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، 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 زیست توده تجزیه نشده 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

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 تیمار شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز (۲۵/۱ میلی گرم دی اکسید کربن/گرم خاک در روز) و کمترین آن در تیمارهای بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۱۹/۸ میلی گرم دی اکسید کربن/گرم خاک در روز) مشاهده شد. در بین تیمارهای تحت کاشت گیاه پوششی، بیشترین مقدار تنفس میکروبی خاک، متعلق به تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای (۲۳/۹ میلی گرم دی اکسید کربن/گرم خاک در روز) بود و شیدر برسیم (۲۳/۲ میلی گرم دی اکسید کربن/گرم خاک در روز) و جعفری (۲۱/۸ میلی گرم دی اکسید کربن/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 دی اکسید کربن/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 می‌شوند (Ghahremani et al., 2021). در بین گیاهان پوششی نیز حداکثر تنفس میکروبی در گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای و حداقل آن در گیاه چاودار، مشاهده شد. مطالعات نشان داده‌اند، ماشک گل‌خوشه‌ای 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 کانی سازی نیتروژن آلی و آزاد شدن آمونیوم را تسریع می‌کند، در نتیجه محتوای ماده آلی خاک افزایش می‌یابد (Li et al., 2024). به‌طور کلی ماشک گل‌خوشه‌ای موجب رشد میکروارگانیسم‌های مفید و افزایش مواد آلی از طریق ترشحات ریشه می‌شود (Repullo-Ruibérriz de Torres, Carbonell-Bojollo, Moreno-García, Ordóñez-Fernández, & Rodríguez-Lizana, 2021). نتایج پژوهش مردانی-کورانی و همکاران (Mardani-Korrani et al., 2021) نشان داد، گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای، ال-کاناوانین را از طریق سیستم ریشه آزاد می‌کند. ال-کاناوانین احتمالاً بر تعامل ماشک گل‌خوشه‌ای با ارگانیسم‌های اطراف در خاک، از جمله بر جمعیت میکروبی خاک از طریق محدود کردن یا تحریک رشد باکتری‌های منتخب تأثیر می‌گذارد.



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

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این پژوهش جهت دستیابی به عملکرد اقتصادی مطلوب در باقلا-رقم مهتا، امکان استفاده از ردیف‌های باریک‌تر (۳۷/۵ سانتی‌متر) کاشت وجود داشته و قابل توصیه می‌باشد. همچنین گیاهان پوششی مختلف اثرات متفاوتی بر جمعیت علف‌های هرز، خصوصیات خاک و عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی دارند. 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 کنترل مطلوبی از علف‌های هرز و همچنین دستیابی به عملکرد مطلوب باقلا داشته باشد. نکته قابل توجه این است که کارایی این علف‌کش‌ها در کنترل 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 به خصوص 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.

References

1. 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)
2. 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 *Orobancha crenata* infesting *Pisum sativum* as well as stimulating its growth and yield. *Bulletin of the National Research Centre*, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-0276-6-x>.
3. 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 *Orobancha crenata* (broomrape) infesting *Pisum sativum* (Pea) plants. *Journal of Materials and Environmental Science*, 15 (3), 464-4
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 in Press*, 13(1), 31-50. (In Persian with English Summary)
5. Alharbi, N. H., & Adhikar, K. N. (2020). Factors of yield determination in faba bean (*Vicia faba*). *Crop and Pasture Science*, 71, 305-321.
6. 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)

7. 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.
8. 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, 2449-2474. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0086>
9. Brainard, D.C., & Bellinder, R.R. (2004). Weed suppression in a broccoli–winter rye intercropping system. *Weed Science*, 52, 281–290.
10. 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>
11. 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.
12. 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.
13. 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>
14. 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.
15. 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, & R. F. Follett (Eds.), *Advances in nitrogen management for water quality*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, 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.
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.
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.
19. Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Gatsis, Th.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.

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)
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.
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
23. Edalat, M., Shahrabi, 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)
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 *Orobanche 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.
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)
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).
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.
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.
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.
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)
40. Khazaei, H., Hawkins, G., & Vandenberg, A. (2021). Historical review of faba bean improvement in western Canada. *Legume Science Canada*, 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)
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; doi: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.
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. doi: 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.
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
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 *Orobancha crenata* (broomrape). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(2), 418–425. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID: 199460038>
52. Muktadir, M. A., Adhikari, K. N., Merchant, A., Belachew, K. Y., Vandenberg, A., Stoddard, F. L., & Khazaei, H. (2020). Physiological and biochemical basis of faba bean breeding for drought adaptation: A review. *Agronomy*, 10, 1345. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091345>
53. 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
54. 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.
55. 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.
56. 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.

57. 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>
58. 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 <https://www.legumestranslated.eu>
59. 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.
60. 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.
61. 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.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
65. Rodino, S., Butu, M., & Butu, A. (2016). Comparative study on Allelopathic Potential of *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss. *Biologie vegetala*, 62, 2, 35-40.
66. 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
67. Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Lithourgidis, A. S., Hashemi, M., Esmaeili, A., & Hosseini, M. B. (2014b). 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)
68. Sadiq, S. M., & Mohammed, A. A. (2022b). 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.

69. 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>
70. 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.
71. 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>
72. Soltani, A., & Torabi, B. (2014). Design and analysis of agricultural experiments with the SAS program. Mashhad University Press, (In Persian)
73. 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.
74. 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.
75. Teasdale, J.R., & Daughtry, C.S.T. (1993). Weed suppression by live and desiccated hairy vetch. *Weed Science*, 41, 207–212.
76. 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>
77. 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>
78. Zaefarian, F. (2009). Ecophysiological response of maize and soybean intercropping to competition of amaranth and datura. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat-Modares University. (In Persian)
79. 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)
80. 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.