Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 17, No. 1, 2025, p. 37-59

Investigating the Efficiency of Different Cover Crops on Weed Populations and Yield and Yield Components of Soybean (*Glycine max* L.)

Ali Jafari[1], Behnam Kamkar[4*], Asieh Siahmarguee[2], Javid Gherekhloo[3], Ebrahim Zeinali[2] and Parisa Alizadeh Dehkordi[5]

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Associated Professor and Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, respectively
4- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
5- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
(*- Corresponding author's Email: kamkar@um.ac.ir)

Received: 08-07-2024
Revised: 17-11-2024
Accepted: 11-12-2024
Available Online: 21-05-2025

How to cite this article:
Jafari, A., Kamkar, B., Siahmarguee, A., Gherekhloo, J., Zeinali, E., & Alizadeh Dehkordi, P. (2025). Investigating the efficiency of different cover crops on weed populations and yield and yield components of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Agroecology*, *17*(1), 37-59. (In Persian with English abstract)
https://doi.org/10.22067/agry.2024.88808.1202

Introduction

Planting cover crops, along with effective management practices, offers a sustainable alternative to conventional weed control methods. Beyond weed suppression, cover crops contribute positively by increasing organic matter, improving soil structure, enhancing water retention capacity, controlling soil-borne diseases, reducing soil erosion, and ultimately boosting crop yields.

Materials and Methods

To investigate the effect of winter cover crops on weed populations and the yield and yield components of soybean (*Glycine max L.*) in Golestan province, a field experiment was conducted from 2016 to 2018. The experiment employed a three-replicated split-plot design within a randomized complete block design at the Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Seven types of cover crops, triticale (*Triticosecale witmackx*), common oat (*Avena sativa* L.) , alfalfa (*Medicago scutellata* L.), canola (*Brassica napus* L.), sainfoin (*Onobrychis sativa* L.), perko (*Brassica napus* L.*var*. sensolata), and no cover crop (control), were tested under two weed management conditions (with weeding and without weeding). Each plot measured 6 × 3 meters, and crops were manually sprayed 30 days after planting. Parameters measured included plant height, leaf area, and dry weight of cover crops.

Results and Discussion

According to the results, the best cover plants varied in their effectiveness in several key areas. Perco and field oats were the most effective in achieving a high leaf area index, whereas triticale had the shortest time to reach the maximum leaf area index. Canola and triticale exhibited the highest amount of dry matter accumulation

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

https://doi.org/10.22067/agry.2024.88808.1202

and the shortest time required to reach 50% of the maximum dry matter accumulation. However, across the two years of the experiment, sainfoin proved to be the weakest cover plant in terms of both leaf area index and dry matter accumulation. In terms of soybean yield, the no-weeding treatment led to a decrease of 24% in the first year and 16% in the second year when compared to the average yield of cover crops. The impact of cover plants on soybean performance was significant in the first year. Cover plants significantly influenced the average number of pods per plant, the number of seeds per pod, the weight of 100 seeds, and overall yield. However, in the second year, while the average number of pods per plant and the weight of 100 seeds did not show statistically significant differences, the influence of cover plants on yield and other metrics was still evident. In general, the study suggests that triticale and field oats can be suitable pre-sowing options for soybean planting. These cover plants help reduce the weed population and either increase or stabilize soybean yield without the need for additional fertilizer inputs. This conclusion highlights the potential of triticale and field oats to enhance sustainable agricultural practices by improving yield and managing weeds effectively. The findings underscore the importance of selecting appropriate cover plants to optimize crop performance and minimize the need for chemical inputs. By choosing the right cover plants, farmers can improve their crop yield and manage weed populations more effectively, contributing to a more sustainable agricultural system. Triticale and field oats, in particular, show promise in achieving these goals, offering a viable strategy for enhancing soybean production and ensuring environmental sustainability. In conclusion, the research emphasizes the significance of cover plant selection in agricultural practices. Triticale and field oats have demonstrated their potential as effective cover crops, capable of boosting soybean yield and managing weeds without the reliance on fertilizers. This study provides valuable insights for farmers aiming to adopt more sustainable and productive farming practices.

Conclusion

This study highlights the potential of cover crops in sustainable agriculture to effectively reduce the weed seed bank and prevent declines in crop yield over the long term. Among the cover crops evaluated, triticale and common oat are recommended pre-planting options for soybean cultivation, especially when complemented with effective weed management practices.

Keyword: Dry matter, Ecological management, Plant residues, Pre-planting plant, Sustainable agriculture

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱٤۰٤، ص ۵۹-۳۷

بررسی اثر گیاهان پوششی مختلف بر جمعیت علف‌های هرز، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا(*Glycine max* L.)

علی جعفری[۱]، بهنام کامکار[٤*]، آسیه سیاهمرگویی[۲]، جاوید قرخلو[۳]، ابراهیم زینلی[۲] و پریسا علیزاده دهکردی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱

چکیده

پیش‌کاشت گیاهان پوششی می‌تواند جایگزین پایداری برای روش‌های معمول مهار علف‌های هرز و تأمین عناصر غذایی در خاک باشد. به‌منظور مطالعه تأثیر گیاهان پوششی زمستانه در شرایط عدم استفاده از کود بر جمعیت علف‌های هرز، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا در استان گلستان، آزمایشی با تیمارهای استفاده و عدم استفاده (شاهد) از گیاهان پوششی یولاف زراعی(*Avena sativa* L.)، یونجه یکساله *Medicago scutellata* (L.)،تریتیکاله (*Triticosecale witmackx*) ، اسپرس(*Onobrychis sativa* L.)،کلزا(*Brassica napus* L.)، پرکو (*Brassica napus* L.*var.* sensolata) و تیمار وجین و عدم وجین علف‌های هرز انجام شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، بهترین گیاهان پوششی در حصول شاخص سطح برگ (پرکو و یولاف زراعی)، کمترین زمان تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (تریتیکاله)، بیشترین مقدار تجمع ماده خشک و کمترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک (کلزا و تریتیکاله) تفاوت داشتند، امّا در دو سال آزمایش، اسپرس از نظر شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک ضعیف‌ترین گیاه پوششی بود. عملکرد سویا در تیمار عدم وجین در مقایسه با میانگین عملکرد گیاهان پوششی در سال اول ۲۴ درصد و در سال دوم ۱۶ درصد کاهش یافت. در سال اول، اثر گیاهان پوششی بر میانگین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد معنی‌دار بود، امّا در سال دوم، میانگین تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه تفاوت آماری معنی‌داری نشان ندادند. در مجموع، به نظر می‌رسد که تریتیکاله و یولاف زراعی می‌توانند گزینه‌های مناسبی به‌عنوان گیاه پیش‌کاشت برای کاشت سویا باشند تا ضمن کاهش جمعیت علف‌های هرز، افزایش یا ثبات عملکرد سویا را بدون استفاده از نهاده کودی ممکن کنند.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، کشاورزی پایدار، گیاه پیش‌کاشت، ماده خشک، مدیریت بوم شناختی

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) گیاهی یک‌ساله و خودگشن از خانواده *Fabaceae* است که مقام نخست را در تأمین روغن گیاهی در جهان داراست (Abdalla et al., 2019) و به‌دلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری بالا در دامنه وسیعی از عرض‌های جغرافیایی کشت می‌گردد. روغن سویا حاوی اسیدهای چرب غیراشباع نظیر اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک می‌باشد که این اسیدهای چرب اشباع‌نشده از لحاظ تأمین ویتأمین و حفظ سلامتی انسان فوق‌العاده مهم می‌باشند (Berglund, 2002). سویا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد که موارد استفاده زیادی در کشاورزی و صنعت دارد. جایگاه ارزشمند این محصول به‌دلیل روغن زیاد و پروتئین فراوان دانه آن است که به‌ترتیب ۲۰ و ۴۰ درصد از وزن دانه را شامل می‌گردد

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴-استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۵- استادیار،گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: kamkar@um.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/agry.2024.88808.1202

(Latifi, 1994). خسارت علف‌های هرز در سویا بسیار جدی است، به‌طوری‌که در تحقیقات به عمل‌آمده، میانگین افت عملکرد سویا در ازای تراکم یک بوته علف هرز در مترمربع از صفر تا ۳۰ درصد گزارش شده و در بیشترین سطوح تراکم، ممکن است این خسارت اقتصادی به ۸۰ درصد نیز برسد (Agha & Yadavi, 2005 Alikhani). امروزه آلودگی‌های زیست‌محیطی و از جمله آلودگی آب های سطحی و زیرسطحی توسط علف‌کش‌ها، یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه بشر می‌باشد. اثرات نامطلوب کودها و آفت‌کش‌ها بر محیط زیست منجر به توجه بیشتر و استفاده از روش‌هایی شده است که در آن نیازی به مصرف مواد شیمیایی نبوده یا کم باشد و این هدف موجب شده که با توجه به کشاورزی بوم‌شناختی، بحث پایداری در کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. یکی از راهکارهای عملی برای رسیدن به این هدف، زراعت گیاهان پوششی و کود سبز است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد (Abdin et al., 2000; Abril et al., 2007). گیاهان پوششی، گیاهانی کوتاه و دارای رشد سریع هستند که اکثر آن‌ها در زمان بسیار کوتاهی، سطح خاک را فرا گرفته و زمین را به‌خوبی می‌پوشانند. این گیاهان نسبت به مواد غذایی پرتوقع نبوده و آب زیادی لازم ندارند و درعین حال به توجه و مراقبت کمی نیاز دارند. عده‌ای از آن‌ها نسبت به شوری خاک مقاوم می‌باشند و برخی دیگر در خاک‌های شنی و ضعیف به‌خوبی رشدونمو می‌کنند. از نقاط قوت گیاهان پوششی می‌توان به ممانعت از توسعه جمعیت علف‌های هرز (Fadaei Shahri et al., 2011 ; Abdin et al., 2000) و بانک بذر آن‌ها (Samedani& Montazeri، 2009)، مهار بیماری‌های خاک (Gabriel & Quemada،2011)، غنی‌سازی خاک از طریق تثبیت نیتروژن (Dabighi et al., 2015) افزایش کربن، نیتروژن، زیست‌توده میکروبی خاک (Lamei Harvani et al., 2014; SteenWerth&Belina, 2008; Ramos et al., 2010; Smith et al., 2008; McDaniel et al., 2014)، ممانعت از آب‌شویی نیتروژن (Jellum&Kuo.,2002)، کاهش فرسایش خاک (Baets et al.,2011؛ Fathi-Moghadam& Masjedi ، 2009)، حفظ رطوبت خاک (Hajinia& Ahmadvand ، 2015) و افزایش عملکرد گیاهان زراعی (Quemada& Gabriel ، 2011؛ Jalilian& Heydarzadeh ، 2014) اشاره نمود. علاوه‌بر موارد فوق، در خصوص پتانسیل این گیاهان در مهار علف‌های هرز نیز گزارشات موفقی ارائه شده است (Kruidhof et al., 2008؛ Montazeri&Samedani, 2009 ؛ Pullaro, 2006). گیاهان پوششی با تعدیل دمای خاک و ممانعت از شکسته شدن خواب بذر علف‌های هرز و همچنین جلوگیری از نفوذ نور به سطح خاک باعث کاهش جوانه‌زنی و زیست‌توده تولیدی علف‌های هرز می‌گردد (Behdani&Fallahi, 2015).در این راستا یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2009) اظهار داشتند که کاشت گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای(*Vicia villosa*) در بین ردیف‌های ذرت (*Zea mays* L.) در سه زمان مختلف (قبل، همزمان و بعد از گیاهان اصلی) به‌طور معنی‌داری باعث کاهش رشد علف‌های هرز گردید، به‌نحوی‌که بیشترین وزن خشک علف هرز در کشت خالص ذرت و کمترین مقدار نیز در کاشت توأم گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای قبل از کاشت و سه هفته بعد از کاشت گیاه اصلی در بین ردیف‌های ذرت مشاهده شد. رزاریو وهمکاران (Rosario-lebron et al, 2019) در بررسی اثر گیاهان پوششی زمستانه بر مهار علف هرز در کشت سویا مشاهده نمودند که حضور گیاه پوششی سبب کاهش علف‌های هرز طی فصل رشد سویا می‌گردد. ابوطالبیان وهمکاران(Aboutalebian et al., 2011) گزارش کردند که چنانچه گیاهان پوششی جو(*Hordeum vulgare*)، سه و پنج هفته بعد از سیب‌زمینی(*Solanum tuberosum*) در بین ردیف‌های این محصول کشت شود، قادر است که علف‌های هرز را به‌خوبی مهار کند. پرویزی وهمکاران(Parvizi et al., 2013) با بررسی نوع گیاه پوششی(جو، تریتیکاله، شبدر برسیم(*Trifolium alexandrinum*) و تربچه روغنی(*Raphanus sativus L.*) و زمان حذف گیاه پوششی (چهار و هشت برگی چغندرقند(*Beta vulgaris L.*)) بر جمعیت علف‌های هرز در چغندرقند دریافتند که گیاه پوششی جو و حذف آن در مرحله هشت برگی دارای کمترین میزان زیست‌توده علف هرز بود. یگانه پوروهمکاران (Yeganehpur et al., 2015) کشت همزمان ذرت با گیاه پوششی شبدر را به‌عنوان مؤثرترین تیمار در مهار علف‌های هرز ذرت معرفی نمودند.نزاری وهمکاران (Nazari et al., 2012) با ارزیابی کارآیی سه گیاه پوششی سویا، شنبلیله(*Trigonella-foenum graecum*) و لوبیا چشم‌بلبلی(*Vigna unguiculata*) در دو تاریخ کاشت همزمان و ۲۱ روز بعد از کاشت ذرت در مهار علف‌های هرز و عملکرد ذرت اظهار داشتند که زراعت گیاهان پوششی گیاهان خانواده نخود(*Fabaceae*) همراه با مدیریت‌های مناسب می‌تواند جایگزین

مطلوبی برای روش‌های کنترل شیمیایی در مهار علف‌های هرز باشد که در نهایت، موجب افزایش بهره‌وری نهاده‌ها و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار خواهد شد. نجفی(Najafi, 2013) به‌منظور بررسی توان گیاهان پوششی در مهار علف‌های هرز مزارع چغندرقند، دو آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (کرج) در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به اجرا درآورد که در آزمایش اول، گیاهان پوششی چاودار(*Secale cereal*)، جو، گندم و تریتیکاله در پاییز کاشت و اثرات آن‌ها در بهار بر جمعیت علف‌های هرز چغندرقند مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش دوم، نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها تغییر داده شد. در هر دو آزمایش، اثر تیمار گیاه پوششی با سه شاهد (وجین کامل، عدم وجین و مهار علف‌های هرز با استفاه از علف‌کش) مقایسه شد. نتایج کلی این آزمایش نشان‌دهنده برتری گیاه پوششی جو در مهار علف‌های هرز مزارع چغندرقند بود. آرمسین وهمکاران (Armecin et al., 2005) طی آزمایشی شش ساله، اثر گیاهان پوششی بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه آباکا(*Musa txtilis*) را مثبت گزارش کردند.

با توجه به اهمیت توسعه کشت سویا و لزوم معرفی روش‌های اکولوژیک در مهار علف‌های هرز این محصول، این تحقیق با هدف بررسی کارآیی چند گیاه پوششی روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد سویا (رقم DPX) در شرایط آب‌وهوایی استان گلستان طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کارآیی گیاهان پوششی مختلف در مهار علف‌های هرز، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال زراعی ۱۳۹۸- ۱۳۹۶ در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در استان گلستان در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع گیاهان پوششی در شش سطح یولاف زراعی(*Avena sativa* L.)، تریتیکاله (*Triticosecale witmackx*)، یونجه یکساله (*Medicago scutellata* L.)، اسپرس (*Onobrychis sativa* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، پرکو (*Brassica napus* L.*var*. sensolata) و همچنین عدم کاشت گیاه پوششی (شاهد) بودکه تأثیر آن‌ها بر جمعیت علف‌های هرز، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا در دو شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت. برخی از ویژگی‌های گیاهان پوششی و رقم سویای مورد استفاده و همچنین برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. کاشت گیاه پوششی در اواسط آبان ماه سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌صورت خطی در کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۶ مترمربع انجام شد. مقدار بذر مورد استفاده برای هر گیاه، سه برابر مقدار توصیه‌شده (Namdari et al., 2010) در نظر گرفته شد (جدول ۱). لازم به ذکر است که در زمان کاشت و در طی فصل رشد گیاهان پوششی، هیچ نوع کودی استفاده نشد(Brast et al., 2014). در اواسط اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸(یک هفته قبل از کاشت سویا)، تمامی گیاهان پوششی با استفاده از علف‌کش پاراکوات (سه لیتر در هکتار) سم‌پاشی و سپس کاشت سویا درون بقایای گیاهان پوششی در فواصل بین و روی ردیف ۵۰ و ۱۳ سانتی‌متر به‌صورت دستی انجام شد. در این آزمایش از رقم دی پی ایکس استفاده گردید. لازم به ذکر است که کل کرت به‌شکل عرضی به دو قسمت تقسیم و در یک قسمت عملیات وجین کامل علف‌های هرز (در طی چهار مرحله شامل ۵ برگی، ۸ برگی، ۱۲ برگی و شروع گرده‌افشانی) انجام و در قسمت دیگر این کار انجام نشد. کود مورد نیاز سویا نیز براساس آنالیز خاک و به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در زمان کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در دو مرحله) مورد استفاده قرار گرفت. تا مرحله ظهور گل‌آذین، آبیاری به‌روش بارانی انجام شد، امّا به‌دلیل رشد قابل توجه بوته‌ها و به‌دلیل عدم امکان آبیاری بارانی از این مرحله تا انتهای فصل رشد، آبیاری به‌شکل جوی پشته در دو مرحله انجام گرفت. همچنین در طی فصل رشد نیز اقدامات لازم برای مهار آفات و بیماری‌ها انجام شد. جهت تعیین ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک گیاه پوششی، ۳۰ روز بعد از کاشت گیاه پوششی نمونه‌برداری‌های لازم انجام شد. برای این کار، ابتدا تعداد کل بوته‌ها در کادری به ابعاد ۰/۲۵ × ۰/۲۵ متر شمارش و سپس ۱۰ بوته آن به‌طور تصادفی برداشت و جهت تعیین وزن خشک و سطح برگ به آزمایشگاه منتقل شد. این کار در پنج مرحله به فواصل ۲۰ روز انجام شد. قبل از سم‌پاشی گیاهان پوششی، تراکم علف‌های هرز و ماده خشک آن‌ها نیز در کوادرات‌هایی به ابعاد ۰/۵×۰/۵ متر تعیین گردید. بعد از استقرار سویا، با فواصل ۱۵ روزه،

این‌کار حداقل در پنج مرحله صورت گرفت، از هر کرت چهار بوته برای تعیین شاخص‌هایی مانند سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-t) و ماده خشک (با استفاده از دستگاه آون الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت در آزمایشگاه) نمونه‌برداری شد. همزمان در هر مرحله، نمونه‌برداری جهت تعیین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نیز انجام شد. انتهای فصل رشد نیز بعد از حذف اثر حاشیه‌ای، از مساحتی به ابعاد یک مترمربع نمونه‌برداری و جهت تعیین عملکرد و اجزاء عملکرد به آزمایشگاه منتقل گردید. از نرم‌افزارهای Excell و Sigmaplot 14 جهت ترسیم نمودار و اشکال، از نرم‌افزار SAS 9 و رویه Proc mixed جهت تجزیه آماری داده‌ها و از آزمون LSD در سطح پنج درصد جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

به جهت اهمیت فیزیولوژیکی پارامترهای مدل‌های رگرسیون غیرخطی در الگوهای کشت و برای توصیف روند سطح برگ گیاهان پوششی در طول فصل رشد، مدل لجستیک توسط راحمی کاریزکی، عرب عامری و قدیریان (Arab-Rahemi; Karyzaky, 2005 ; Ghdyryan et al., 2011Ameri, 2008;) براساس معادله ۱ مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین، استفاده از مدل‌های ریاضی به‌عنوان یک روش ساده در تخمین سطح برگ به‌صورت تابعی از پارامترهای رشد معرفی شده است (kiynaz et al., 2016)

$$LAI = \frac{a*exp^{-a(x-b)(c)}}{(1+exp^{-a(x-b)})^2}$$ معادله (۱)

که در آن، a: میزان چرخش منحنی و یک ضریب ثابت می‌باشد، b: مدت زمان پس از کاشت که حداکثر شاخص سطح برگ اتفاق می‌افتد و c: یک ضریب ثابت می‌باشد. پس از برازش مدل، متغیرهای فوق با روند شاخص سطح برگ مثل حداکثر شاخص سطح برگ، به‌صورت حل عددی به‌دست آمد.

برای توصیف روند تغییرات وزن خشک گیاهان پوششی در طی فصل رشد از مدل سیگموئیدی سه پارامتره (معادله ۲) استفاده شد.

$$Y = \frac{a}{(1+\exp-(\frac{x-x_0}{b})}$$ معادله (۲)

که در آن، a: حداکثر وزن خشک (گرم در مترمربع)، b: شیب در محل زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک گیاه و X_0: زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک (روز) بود.

نتایج و بحث

در شکل ۱، آمار هواشناسی شامل دمای حداقل، دمای حداکثر و بارندگی در طول دو سال آزمایش نشان داده شده است. دوره رشد گیاهان پوششی هر دو سال از اواسط آبان تا اواسط اردیبهشت (نوامبر تا می) و دوره رشد سویا نیز در سال اول از اواسط اردیبهشت تا اواخر مهر (می تا اکتبر) و در سال دوم از اواسط اردیبهشت تا اواخر آبان (می تا نوامبر) بود. میانگین دماهای حداقل، حداکثر و بارش طی فصل رشد در سال اول به‌ترتیب ۱۳/۷۵، ۱۹/۲۲ سانتی‌گراد و ۳۲/۷۵ میلی‌متر و در سال دوم ۱۳/۲۸، ۱۸/۶۵ سانتی‌گراد و ۵۹/۲۸ میلی‌متر بود. میزان دما در طی فصل رشد گیاه پوششی سال اول نسبت به سال دوم به‌طور میانگین یکسان بوده است، ولی این میزان در طی فصل رشد سویا به‌ویژه در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در سال اول بیشتر بود. همچنین بررسی میزان بارش طی فصل رشد هر دو سال گیاه پوششی و سویا نشان داد که میزان بارندگی سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود و به‌دلیل شرایط بارندگی در آخر فصل رشد سال دوم در سویا، زمان برداشت در حدود ۳۰ روز به تعویق افتاد.

به‌طور کلی، در سال اول از لحاظ فنولوژیکی طی فصل رشد گیاه پوششی کمترین و بیشترین بارش به‌ترتیب در زمان کاشت و جوانه‌زنی و در سال دوم نیز به‌ترتیب در زمان رسیدگی کامل و سبز شدن سویا مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان دما طی فصل رشد گیاه پوششی در سال اول، اردیبهشت (زمان برگردان به خاک) و بهمن ماه و همچنین برای سال دوم، اردیبهشت و دی و بهمن ماه مشاهده شد. با توجه به داده‌های هواشناسی سال اول، یکی از دلایل بروز عارضه عدم غلاف‌بندی و ریزش گل را می‌توان به مصادف شدن زمان گل‌دهی با دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیان کرد. امّا در سال دوم، چنین عارضه‌ای باتوجه به دمای ۳۰ درجه در زمان گل‌دهی مشاهده نشد. محتشم امیری و همکاران (Mohtasham Amiri et al, 2018) در پژوهش خود بیان نمودند که با توجه به بررسی داده های هواشناسی و مدیریت مزرعه، بروز عارضه عدم غلاف‌بندی سویا به تنش‌های غیرزیستی مانند دمایی و رطوبتی و نیز مدیریت نامناسب آبیاری مزرعه بستگی داشتند.

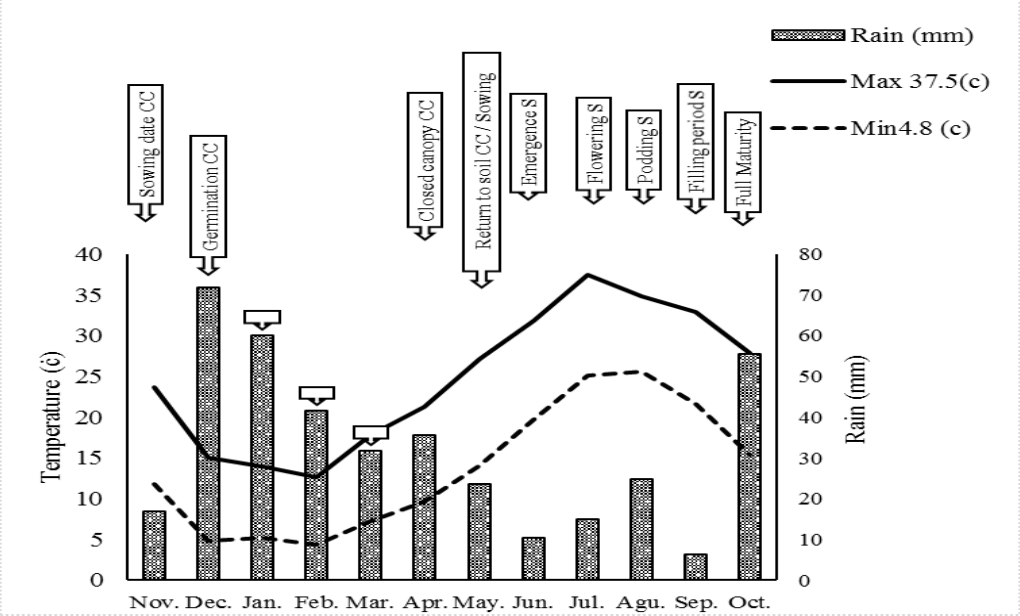
جدول ۱- برخی از ویژگی‌های گیاه پوششی، رقم سویا مورد استفاده و ویژگی‌های خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتیمتر)

Table 1- Some characteristics of the cover crops, soybean variety, and soil properties of the experimental site (0-30 cm depth)

ویژگی‌های گیاه پوششی Properties of cover crop					
گیاه پوششی Cover crops	نام علمی Scientific name	خانواده Family	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	بذر توصیه‌شده در هکتار Seed recemmented ($kg.ha^{-1}$)	قوه نامیه Seed vigour (%)
تریتیکاله Triticale	*Triticosecale witmackx*	Poaceae گندمیان	44.80	150	90
یولاف زراعی Common oat	*Avena sativa L.*	Poaceae گندمیان	26.50	133	95
یونجه یک‌ساله Alfalfa	*Medicago scutellata L.*	Fabaceae بقولات	12.78	40	95
اسپرس Sain foin	*Onobrychis sativa L.*	Fabaceae بقولات	22.90	40	90
کلزا Canola	*Brassica napus L.*	Brassicaceae شب بو	4	10	85
پرکو Perko	*Brassica.sp.L.var.sensolata*	Brassicaceae شب‌بو	5	8	85

ویژگی‌های خاک Soil properties					
بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن قابل جذب Available nitrogen (%)	فسفر قابل جذب Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)
رسی لومی Loam clay	7.23	0.7	0.14	11	180

شناسنامه رقم دی پی ایکس Properties of DPX variety						
متوسط عملکرد(دانه) Average of grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تراکم کاشت Plant density (1000 $plants.ha^{-1}$)	درصد روغن دانه Oil percentage of seed	وزن هزاردانه 1000-seed weight (g)	طول دوره رشد Length of growth period (day)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	نوع رقم Variety type
3300	200	20	2000-2200	150	110	DPX

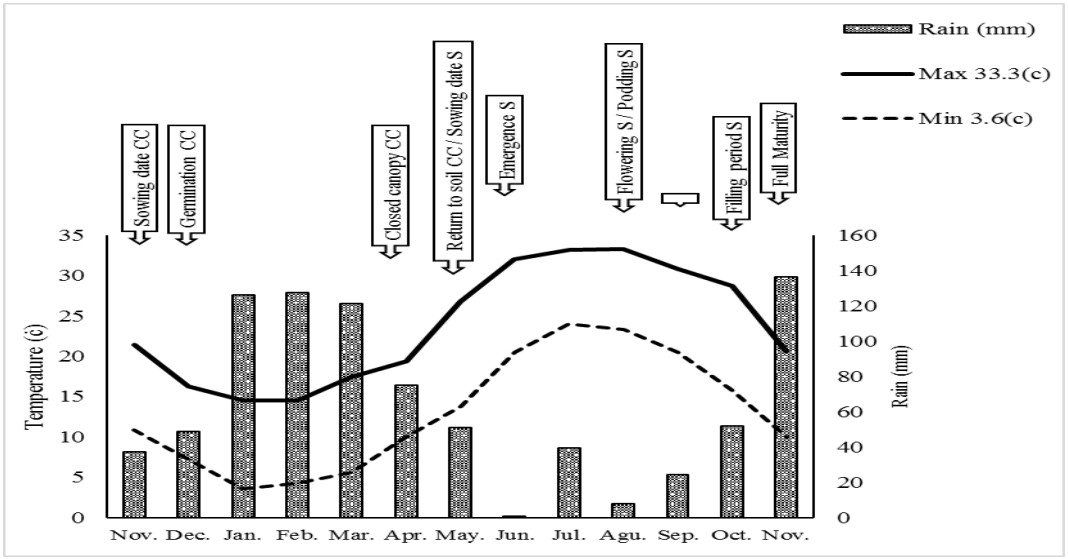


شکل ۱- تغییرات دما و بارش طی فصل رشد گیاهان پوششی و سویا در سال اول

Fig. 1- Variation in temperature and precipitation during the cover crops and the soybean growth season in the first year

گیاه پوششی سویا

CC: Cover Crop, S: Soybean



شکل ۲- تغییرات دما و بارش طی فصل رشد گیاهان پوششی و سویا در سال دوم

Fig. 2- Variation in temperature and precipitation during the cover crops and the soybean growth season in the second year

گیاه پوششی سویا

CC: Cover Crop, S: Soybean

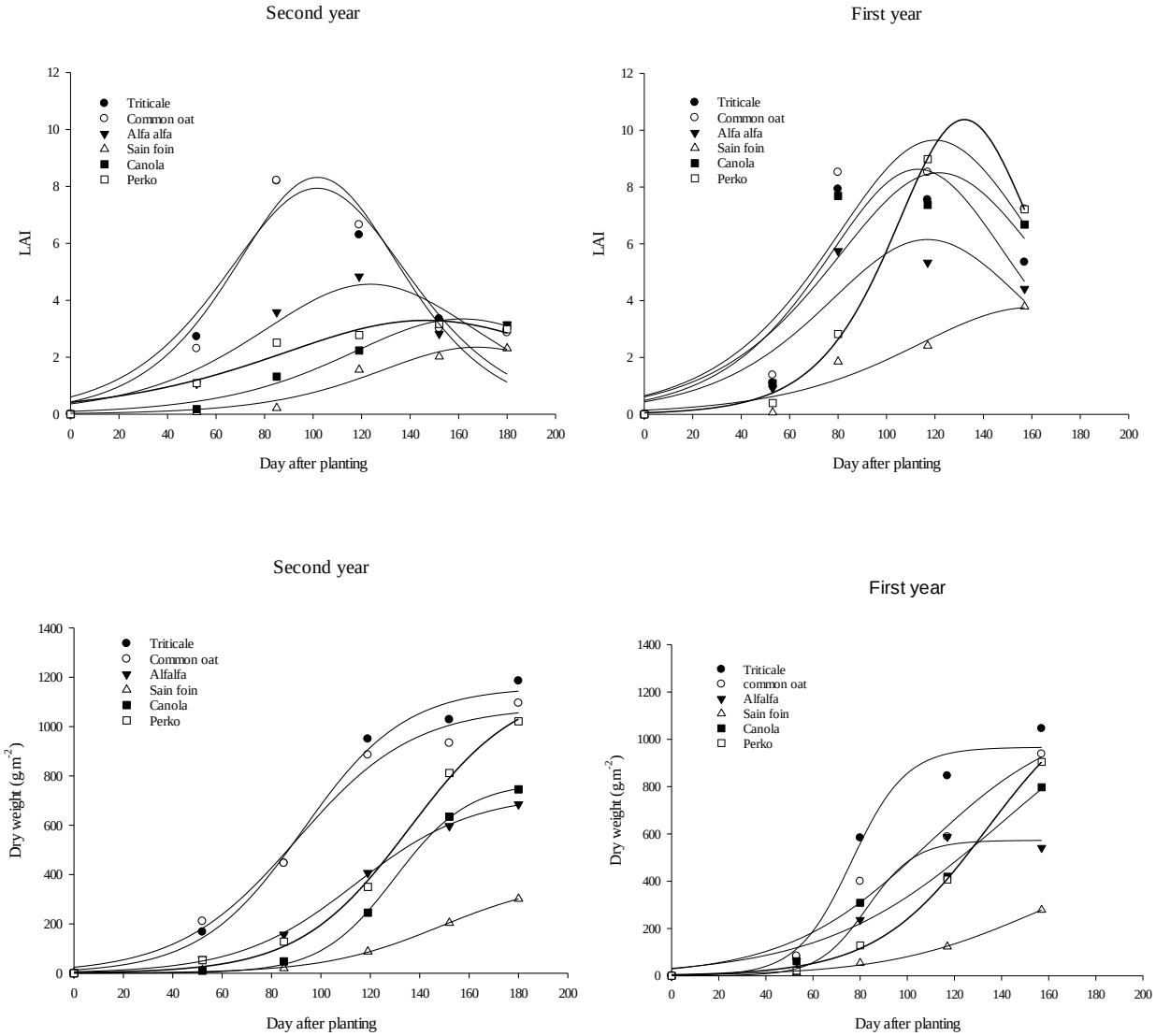
تغییرات شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاهان پوششی در طی زمان

حداکثر شاخص سطح برگ و زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در گیاهان پوششی مورد مطالعه متفاوت بود (شکل ۲). حداکثر شاخص سطح برگ گیاهان پوششی در سال اول بیشتر از سال دوم بود. در بین گیاهان پوششی مورد پژوهش درسال اول، بیشترین و

کمترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب در پرکو (۱۰) و اسپرس (۳) و در سال دوم در یولاف زراعی (۸) و اسپرس (۲) دیده شد. همچنین در بین گیاهان پوششی مختلف، بیشترین زمان تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (b) در هر دو سال (به‌ترتیب با میانگین ۱۶۰ و ۱۶۸روز) در گیاه اسپرس مشاهده شد (جدول ۲). کمترین زمان تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز در هر دو سال در گیاه تریتیکاله با ۱۱۳ و ۱۰۲ روز پس از کاشت مشاهده شد (جدول ۲). روند تغییرات ماده خشک در گیاهان پوششی مختلف طی زمان در هر دو سال از تابع سیگموئیدی تبعیت کرد (شکل ۳ و جدول ۳). به‌طور کلی، در سال اول آزمایش، حداکثر ماده خشک تولیدشده توسط گیاهان پوششی (به‌استثنای تریتیکاله و یونجه یک‌ساله) بیشتر از سال دوم بود. در گیاهان پوششی تریتیکاله و یونجه یک‌ساله، زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک (X_{50}) در سال اول کمتر از سال دوم آزمایش بود (جدول ۳). در گیاهان پوششی یولاف زراعی و کلزا، زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک در سال اول بیشتر از سال دوم آزمایش بود و مقدار عددی این پارامتر در گیاهان پوششی اسپرس و پرکو در سال های اول و دوم آزمایش به هم نزدیک بود. به‌طور کلی، در بین گیاهان پوششی مختلف، بیشترین مقدار تجمع ماده خشک در سال اول در کلزا و یولاف زراعی (به‌ترتیب با ۱۲۹۸ و ۱۱۰۷ گرم در مترمربع) و در سال دوم در پرکو و تریتیکاله (به‌ترتیب با ۱۱۷۰و ۱۱۶۱ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). کمترین مقدار تجمع ماده خشک نیز در هر دو سال در اسپرس (در سال اول و دوم به‌ترتیب ۳۸۱ و ۵۲۲ گرم در مترمربع که در سال اول تقریباً ۵۰ درصد وزن خشک تریتیکاله و ۳۵ درصد وزن یولاف زراعی، کلزا و پرکو و کمی کمتر از یونجه یک‌ساله و در سال دوم تقریباً ۵۰ درصد وزن خشک یونجه یک‌ساله و کلزا و ۳۵ درصد وزن تریتیکاله، یولاف زراعی و پرکو دیده شد (جدول ۳) که دلیل آن شاید به‌خاطر وزن خشک بالاتر علف‌های هرز در کرت اسپرس در هر دو سال باشد (عدم رقابت گیاه پوششی اسپرس برای مهار علف‌های هرز) که باعث رقابت بیشترعلف‌های هرز با سویا شده بود (شکل ۳). همچنین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک (X_{50}) در این دو سال به‌ترتیب و به‌طور متوسط در ۱۵۳ و ۱۴۹روز بعد از کاشت حاصل شد (جدول ۳). به‌طور کلی، اسپرس در مقایسه با سایر گیاهان پوششی، درصد و سرعت سبز شدن پایین‌تری داشت، این امر منجر به تأخیر در بستن تاج‌پوشش این گیاه و آلودگی بیشتر به علف‌های هرز در این تیمار گردید (نتایج نشان داده نشد). بین سطح برگ، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه همبستگی بالایی وجود دارد(Karamanos & Giminez, 1991). به نظر می‌رسد که مجموعه این عوامل در کاهش رشد و تولید ماده خشک توسط گیاه اسپرس مؤثر بوده است. به‌طور کلی، بررسی تغییرات سطح برگ و وزن خشک گیاه پوششی نشان می‌دهد که در سال اول آزمایش، شرایط برای رشد گیاهان پوششی مختلف مناسب‌تر بوده است (البته برخی از گیاهان پوششی مانند اسپرس در هر دو سال وضعیت مطلوب و قابل قبولی نداشتند). احتمالاً دلیل این امر، کاهش بارندگی در زمان جوانه‌زنی (در دسامبر (آذرماه) سال دوم، میزان بارندگی ۴۸/۸ میلی‌متر نسبت به سال اول که ۷۱ /۸ میلی‌متر بود حدود ۵۰ درصد کاهش داشت) و رشد اولیه گیاه پوششی و همچنین وجود بقایای گیاهی در سطح کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش می‌باشد که باعث تأخیر در سبز شدن و به‌طور کلی، کاهش رشد گیاهان پوششی در سال دوم گردیده است.

علف‌های هرز غالب مزرعه سویا در دو سال آزمایش شامل گاوپنبه(*Abutilon theophrasti*)، گوش بره(*Phlomis fruticose*)، خربزه وحشی(*Cucumis melo* L.)، خرفه(*Portulaca villosa*)، پیچک صحرایی(*Convolvulus arvensis*)، شیرتیغک(*Sonchus asper*)، تاج خروس خوابیده(*Amaranthus blitoides s.watson*)، گاو چاق کن(*Sonchus arvensis*)، دم روباهی(*Alopecurus* sp.)، درمنه(*Artemisia* sp.)، شاهتره(*Famaria officinalis*) و چسبانک(*Setaria faberil Hernem*) بود. تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد سویا تحت تأثیر نوع گیاه پوششی در سال اول و دوم آزمایش متفاوت بود. به‌طور کلی، با گذشت زمان، قابلیت بقایای گیاهان پوششی در مهار علف‌های هرز نمایان‌تر شد. در سال اول آزمایش در مرحله آخر نمونه‌برداری (۷۱ روز پس از کاشت سویا)، تأثیر بقایای دو گیاه پوششی تریتیکاله و یولاف زراعی در مقایسه با سایر بقایای گیاهان پوششی و همچنین شاهد در مهار علف‌های هرز قابل توجه بود، این در حالی بود که کمترین کارآیی در مهار علف‌های هرز در بقایای یونجه یک‌ساله (۲۰۸/۱۳ گرم برمترمربع درسال اول و ۱۸۷/۹۴ گرم بر مترمربع وزن خشک علف‌های هرز) و اسپرس (۲۱۳/۸۶ گرم بر مترمربع در سال اول و ۲۱۸/۷۷ گرم بر مترمربع وزن خشک علف‌های هرز) مشاهده شد.

نکته قابل توجه در شکل ۴ و مقایسه تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در نمونه‌برداری آخر این بود که در شاهد، حداکثر وزن خشک علف‌های هرز ثبت‌شده در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۲۱۳/۸۶ و ۳۱۰/۶۴ گرم در مترمربع بود (تقریباً در سال دوم دو برابر سال اول)، امّا مقایسه وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای تحت کاشت گیاهان پوششی در سال اول و دوم آزمایش تقریباً مشابه بود. این امر حاکی از پتانسیل بالای گیاهان پوششی (صرف نظر از نوع آن) در مهار علف‌های هرز در مقایسه با شاهد در گذر زمان است. در سال دوم آزمایش، بیشترین فراوانی علف هرز در تیمار بقایای گیاه پوششی اسپرس مشاهده شد. به استناد نتایج مربوط به تغییرات سطح برگ و وزن خشک گیاه پوششی (شکل ۳ و جداول ۲ و ۳)، سطح برگ و وزن خشک این گیاه در مقایسه با سایر تیمارهای گیاه پوششی کمتر بود که علت آن به درصد و سرعت سبز شدن پایین، تأخیر در بستن تاچپوشش و در نهایت، کمتر بودن سطح برگ و وزن خشک این گیاه در مقایسه با سایر گیاهان پوششی ارتباط داده شد.



شکل ۳- تغییرات شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه پوششی در طی زمان در سال اول و دوم آزمایش

Fig. 3- Changes in leaf area index and dry weight of cover crops over time in the first and second years of the experiment

جدول ۲- ضرایب مدل غیرسیگموئیدی برازش داده‌شده به تغییرات شاخص سطح برگ گیاهان پوششی مختلف در دو سال مورد آزمایش

Table 2- The coefficients of a non-sigmoid model were applied to adjust for changes in leaf area index across different cover crops during a two-year experimental period

گیاه پوششی Cover crop	سال اول First year				سال دوم Second year			
	حداکثر شاخص سطح برگ LAI_{max}	زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ b	ضرایب معادله c	ضریب تبیین R^2	حداکثر شاخص سطح برگ LAI_{max}	زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ b	ضرایب معادله c	ضریب تبیین R^2
تریتیکاله Triticale	8.62	112.99±11.14	922.13±230.19	0.91	7.93	101.68±6.72	822.92±126.49	0.93
یولاف زراعی Commone oat	9.64	119.92±12.24	1145.70±295.42	0.91	8.32	101.85±6.04	785.14±118.91	0.94
یونجه یکساله Alfalfa	6.15	116.95±12.92	721.07±198.00	0.90	4.56	123.59±8.81	581.59±102.24	0.92
اسپرس Sain foin	3.75	160.09±38.19	520.99±315.14	0.96	2.35	167.44±10.03	272.24±56.55	0.98
کلزا Canola	8.50	121.59±14.13	1039.9 ±304.22	0.90	3.34	161.45±5.63	441.13±45.92	0.99
پرکو Perko	10.37	132.15±1.02	828.23±27.93	0.99	3.29	146.67±10.60	571.65±92.78	0.97

LAI_{max}: حداکثر شاخص سطح برگ، b: زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (روز)، c: ضرایب معادله، R^2: ضریب تبیین

LAI_{max}: maximum leaf area index, b: time to reach the maximum leaf area index (day), c: coefficients of equation, R^2: Explication coefficient

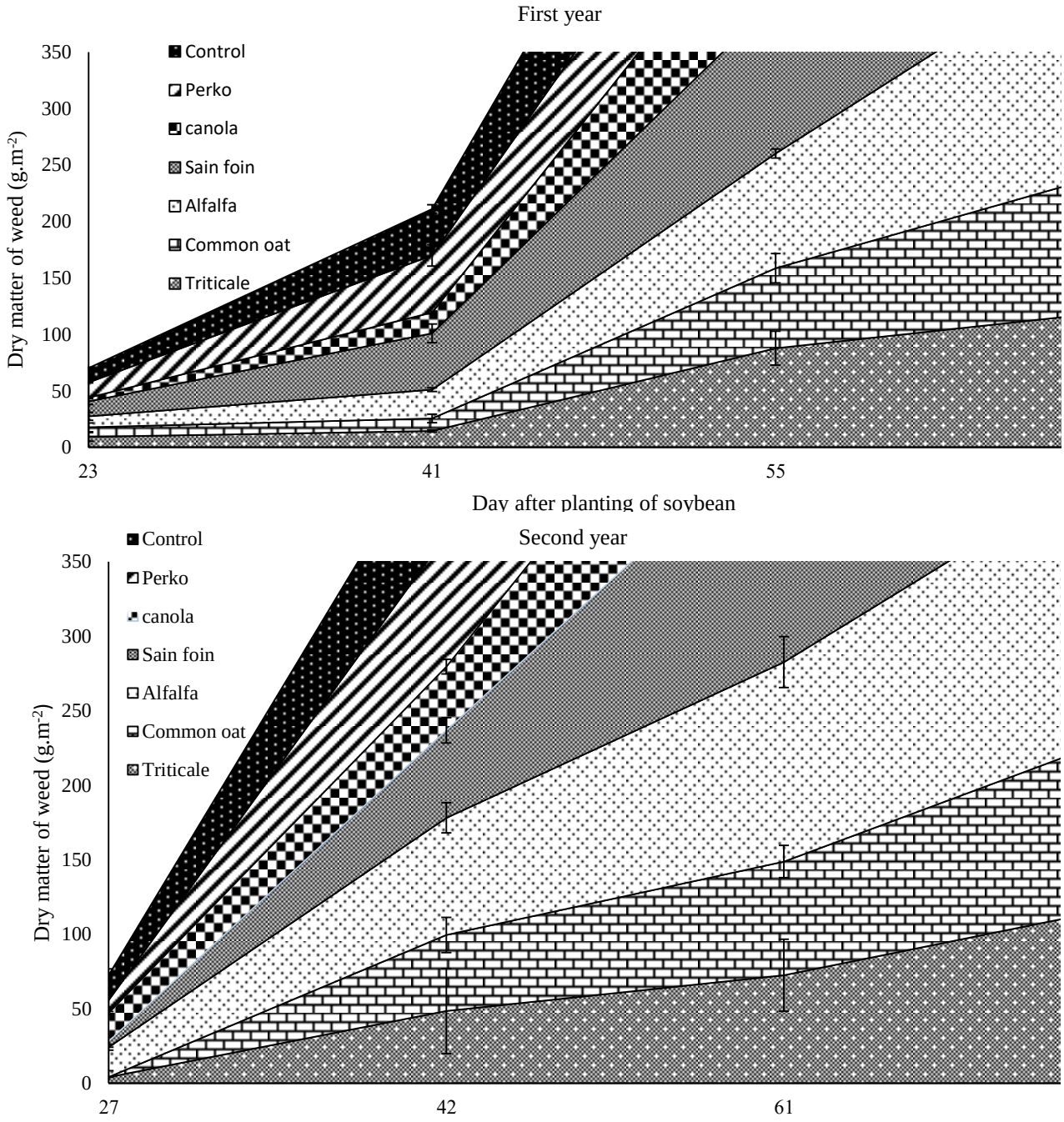
جدول ۳- ضرایب مدل سیگموئیدی برازش داده‌شده به تغییرات وزن خشک گیاهان پوششی مختلف در دو سال مورد آزمایش

Table 3- The parameters of the sigmoid model were estimated to fit the variations in dry weight observed across various cover crops during two experimental years

	سال اول First year				سال دوم Second year			
گیاه پوششی Cover crop	حداکثر وزن خشک Wmax	شیب در محل زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک b	زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک X_{50}	ضریب تبیین R^2	حداکثر وزن خشک Wmax	شیب در محل زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک b	زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک X_{50}	ضریب تبیین R^2
تریتیکاله Triticale	966.64±72.67	11.56±4.81	76.32±4.66	0.99	1161.07±57.28	20.76±3.76	92.64±4.44	0.99
یولاف زراعی oat Commone	1107.84±315.78	30.00±12.70	108.34±23.38	0.98	1080.41±70.42	23.85±5.22	90.10±6.14	0.99
یونجه یکساله Alfalfa	572.62±35.27	10.30± 4.79	82.80±3.84	0.99	724.72±15.14	23.73±1.21	114.06±1.67	0.99
اسپرس Sain foin	522.46±197.26	31.15±6.03	152.97±23.94	0.99	381.91±21.19	23.77±1.65	148.63±3.41	0.99
کلزا Canola	1298.10±1110.75	37.96±21.75	140.21±70.22	0.98	775.21±12.96	14.96±0.76	130.03±1.01	0.99
پرکو Perko	1241.97±130.63	23.60±2.58	133.76±6.30	0.99	1170.76±74.40	22.24±2.53	135.64±4.17	0.99

W_{max}: حداکثر وزن خشک (گرم در مترمربع)، b:شیب در محل زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک گیاه، X_{50}: زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک (روز)، R^2: ضریب تبیین

W_{max}: maximum dry weight ($g.m^{-2}$), b: slope at site time to reach 50% of maximum dry weight of plant, X0: time tco reach 50% of maximum dry weight (days), R2: Explanation coefficient



شکل ٤- تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد سویا در تیمارهای مختلف گیاه پوششی

Fig. 4- The trend of weed dry matter throughout the soybean growth season under various cover crop treatments

در سال دوم آزمایش، کمترین وزن خشک علف‌های هرز در کلیه مراحل نمونه‌برداری در بقایای گیاهان خانواده گندمیان (تریتیکاله و یولاف زراعی) مشاهده شد و از این جنبه، گیاهان خانواده شب‌بو (کلزا و پرکو) در رتبه دوم قرار گرفتند. داده‌های مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد که چهار گیاه پوششی تریتیکاله، یولاف زراعی، کلزا و پرکو در مقایسه با یونجه یک‌ساله و اسپرس (از خانواده نخود) ماده خشک بیشتری تولید کردند و این حجم بالای تولید بقایا توسط این گیاهان می‌تواند دلیل این رخداد باشد. در این راستا، خوجملی و همکاران

(Khojamli et al., 2018) تولید ماده خشک زیاد را از خصوصیات یک گیاه پوششی مطلوب برشمردند، زیرا بقایای گیاه پوششی به‌صورت یک مانع فیزیکی عمل کرده و علاوه‌بر جلوگیری از نفوذ نور، مانع خروج سریع گیاهچه علف‌هرز از سطح خاک می‌شوند.ردی (Reddy, 2001) نیز حجم زیاد زیست‌توده تولیدشده توسط گیاهان پوششی را عامل اصلی کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد سویا عنوان کرد. همچنین طبق گزارش‌آقاپوروهمکاران(Aghpour et al., 2020)، بیشترین وزن خشک و تراکم علف‌های هرز در تیمار گیاه پوششی ماشک و خلر (بقولات) دیده شد که به‌دلیل ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک تولیدشده کمتر نسبت به خانواده گرامینه(*Poaceae*) و شب‌بوییان(*Brassicaceae*)، نقش مهمی در نفوذ نور به سطح زمین و ایجاد شرایط مساعد برای تحریک جوانه‌زنی بذرهای علف‌های هرز و افزایش رشد گیاهچه‌های آن داشته است. یکی از دیگر از دلایل کاهش کارآیی بقایای گیاهان پوششی یونجه یک‌ساله و اسپرس، علاوه‌بر تولید ماده خشک کمتر، ممکن است به دوام کمتر بقایای این دو گیاه در سطح خاک مرتبط باشد. یکی از فاکتورهای مهم مؤثر در سرعت تجزیه بقایای گیاهی توسط ریزجانداران به‌ویژه در هفته‌های اول پس از قطع گیاهان پوششی، نسبت کربن به نیتروژن آن‌ها است (Cabrera, 2005). به نظر می‌رسد که پایین بودن نسبت C/N در دو گیاه یونجه یک‌ساله و اسپرس، نقش مهمی در تند شدن فرآیند تجزیه و دوام کمتر بقایای این دو گیاه در سطح خاک داشته باشد. نسبت C/N در بقایای بقولات در مرحله رسیدگی بین ۹:۱ تا ۲۵:۱ متغیر بوده و به‌طور متوسط کمتر از ۲۰:۱ می‌باشد (Reeves, 1994)؛ این درحالی است که نسبت C/N در گیاهان خانواده غلات مانند یولاف سیاه(*Avena fatua*)، چاودار و گندم، ۳۶:۱ گزارش شده است (Clark, 2007). در آزمایشی دیگر، خوجملی و همکاران (Khojamli et al., 2018) نتیجه گرفتند که دو گیاه ماشک گل خوشه‌ای و شبدر برسیم در مقایسه با سایر تیمارها به‌دلیل توانایی قابل توجه این گیاهان در تثبیت بیولوژیک نیتروژن و تقویت خاک و همچنین سرعت تجزیه بالاتر بقایای این گیاهان به‌دلیل پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن آن‌ها، نقش مؤثری در بهبود رشد و استقرار سریع‌تر ذرت کاشته شده در بقایای این گیاهان دارند. برخلاف این دو گیاه، چاودار علاوه‌بر عدم توانایی در تثبیت بیولوژیک نیتروژن، دارای نسبت کربن به نیتروژن بالایی است (۸۲ به ۱).

عملکرد و اجزاء عملکرد سویا

در سال اول آزمایش، اثر گیاهان پوششی بر همه خصوصیات مورد بررسی به‌جز شاخص برداشت معنی‌دار نبود. در این سال، اثر مدیریت علف هرز بر میانگین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار و بر تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه غیرمعنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تیمار گیاه پوششی و مدیریت علف هرز بر میانگین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد غیرمعنی‌دار شد (جدول ۴). در سال دوم آزمایش، اثر گیاهان پوششی بر تعداد دانه در هر غلاف و عملکرد سویا معنی‌دار و بر سایر صفات غیرمعنی‌دار بود. اثر مدیریت علف هرز بر میانگین تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکردسویا معنی‌دار و بر صفت تعداد دانه در هر غلاف غیرمعنی‌دار شد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین اثرات متقابل گیاهان پوششی و مدیریت علف‌های هرز بر صفات مورد مطالعه وجود نداشت (جدول ۴).

تعداد غلاف در بوته

بررسی میانگین تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر مدیریت علف‌های هرز (شکل ۵) نشان داد که مقدار عددی این صفت در تیمار وجین علف‌های هرز (در سال اول و دوم به‌ترتیب ۲۸ و ۲۷غلاف در بوته) بیش از تیمار عدم وجین علف‌های هرز (در سال اول و دوم به‌ترتیب ۲۴ و ۲۳ غلاف در بوته) بود. اکبری وهمکاران (Akbari et al., 2011) نیز در آزمایش‌های خود نشان دادند که با مدیریت علف‌های هرز، تعداد غلاف در بوته نخود افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار دو مرحله وجین علف‌های هرز، تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد ۲۸ درصد افزایش داشت.ون آکر وهمکاران (Van Acker et al., 2017) اظهار داشت که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین و حساس‌ترین جزء عملکرد دانه بوده و در شرایط رقابت با علف‌های هرز قرار می‌گیرد. کاربر و همکاران (Karbor et al., 2020) در مطالعه واکنش لوبیا(*Phaseolus vulgaris* L.) به داخل علف‌های هرز اظهار کردند که کمترین تعداد غلاف در بوته و همچنین تعداد دانه در غلاف در شاهد عدم وجین مشاهده شد.

جدول ٤- تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد سویا در سال اول و دوم تحت تأثیر گیاهان پوششی و مدیریت علف‌هرز

Table 4- The analysis of variance results for soybean yield and its components during the first and second years, considering the impact of cover crops and weed management practices

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	سال اول First year				سال دوم Second year			
		تعداد غلاف در بوته Numbers of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Numbers of seeds per pod	وزن ۱۰۰ دانه Wieght of 100-seed (g)	عملکرد دانه Yield grian ($kg.ha^{-1}$)	تعداد غلاف در بوته Numbers of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن ۱۰۰ دانه Wieght of 100-seed (g)	عملکرد دانه Yield grian ($kg.ha^{-1}$)
بلوک Block	2	16.48	0.05	17.29	1202365.180	28.10	0.004	8.84	234507.151
مدیریت علف هرز Weed management	1	198.42^{**}	0.27^{ns}	2.33^{ns}	3572883.433^{**}	126.15^{*}	0.008^{ns}	26.25^{*}	1391183.489^{**}
خطای اصلی Error A	12	9.66	0.03	4.83	132849.171^{ns}	12.09	0.01	4.26	211707.786
گیاه پوششی Cover crop	6	15.27^{ns}	0.04^{ns}	2.94^{ns}	348953.937^{ns}	47.21^{ns}	0.03^{*}	3.54^{ns}	525899.638^{*}
گیاه پوششی × مدیریت علف‌هرز Cover crop × weed management	6	13.58^{ns}	0.05^{ns}	4.17^{ns}	181617.940^{ns}	25.61^{ns}	0.003^{ns}	1.48^{ns}	144402.140^{ns}
خطا Error	14	7.86	0.07	2.47	110659.90	20.24	0.006	3.33	125178.24
ضریب تغییرات CV (%)	-	10.55	13.62	9.65	15.29	17.71	6.21	7.33	16.88

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*, **: 5 and 1%, respectively, a significant, ns: No significant difference

شکل ۵ - مقایسه میانگین تعداد غلاف در هر بوته در سال اول (A) و سال دوم (B) تحت تأثیر مدیریت علف‌هرز

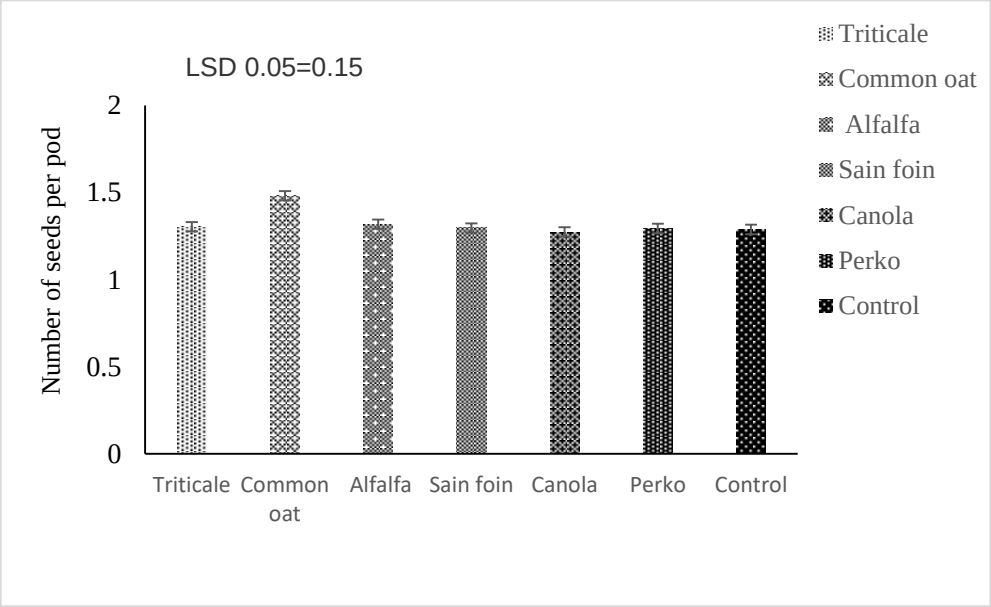
Fig. 5- Comparison of the average number of pods per plant in the first year (A) and the second year (B) under the influence of weed management

تعداد دانه در غلاف

همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، فقط اثر ساده نوع گیاه پوششی در سال دوم بر صفت تعداد دانه در غلاف از لحاظ آماری معنی‌دار شده است. در این سال، بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار بقایای گیاه پوششی یولاف زراعی با (۱/۴۸ عدد در غلاف) مشاهده شد. سایر تیمارها از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند و به‌طور متوسط (۱/۳۰ عدد دانه در غلاف) در آن‌ها به ثبت رسید (شکل ۶). تعداد دانه در غلاف، یک ویژگی ارثی است و به‌میزان کمی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (Board & Ghiday et al., 2017 ; Harville, 1998). با جود اینکه در برخی مطالعات بر کاهش تعداد دانه در غلاف در اثر رقابت علف‌های هرز تأکید شده است، امّا در این مطالعه تداخل علف هرز بر صفت تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نگذاشت (Agha Alikhani et al., 2005; Lak et al., 2005). در آزمایش خواجه نبی و همکاران (khajehnabi et al., 2021)، مقایسه کلیه تیمارها با شاهد وجین و عدم وجین نشان داد که تیمارهای گیاهان پوششی تفاوت معنی‌داری ازنظر تعداد دانه پوک در طبق آفتابگردان(*Helianthus annuus* L.) نسبت به شاهد وجین و عدم وجین نداشتند.

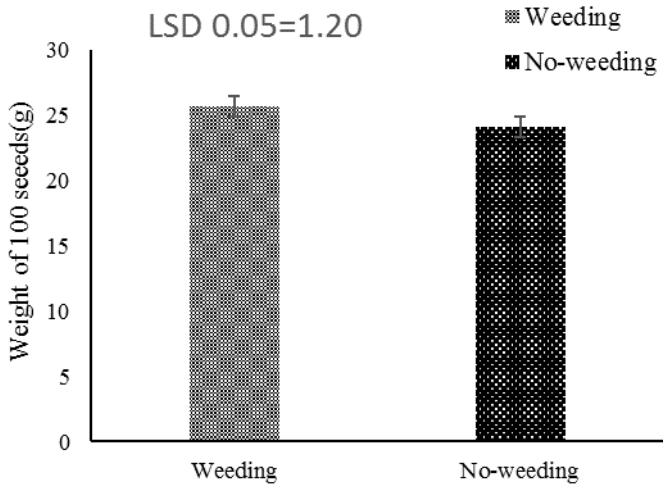
وزن ۱۰۰ دانه

در هر دو سال آزمایش، اثر ساده گیاه پوششی و اثر متقابل گیاه پوششی در مدیریت علف‌های هرز بر وزن ۱۰۰ دانه سویا اثر معنی‌داری نداشت. این صفت در سال اول تحت تأثیر اثر ساده مدیریت علف هرز قرار نگرفت؛ ولی در سال دوم، وزن ۱۰۰ دانه سویا در تیمار وجین علف‌های هرز با میانگین ۲۵ گرم، به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار عدم وجین علف‌های هرز با میانگین ۲۴ گرم بود (شکل ۷).شرتلیف وجانستون،رزلند وهمکاران (Shirtliffe & Johnston, 2002) و (Rosaland et al.,2000) ه‌ترتیب در لوبیا و سویا گزارش نمودند که وزن تک دانه صفتی است که بیشتر از ویژگی‌های ژنتیکی متأثر می‌گردد تا شرایط محیطی، همچنین تأثیر شرایط محیطی نیز می‌تواند به دامنه تغییرات آن عامل بستگی داشته باشد. هم‌راستا با نتایج این تحقیق کاربر وهمکاران (Karbor et al., 2020) اظهار داشتند که وزن ۱۰۰ دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف تراکم، نوع گیاه و روش مدیریت گیاهان پوششی قرار نگرفت. همچنین کاشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای، یونجه، شبدر برسیم و چاودار در بین ردیف‌های ذرت اثری بر وزن هزار دانه ذرت در مقایسه با شاهد (بدون گیاه پوششی) نداشت (Mohammadi & Ghobadi, 2010).



شکل ٦- مقایسه میانگین تعداد دانه در هر غلاف سویا در سال دوم تحت تأثیر گیاهان پوششی مورد مطالعه

Fig. 6- Mean comparison for the number of seeds per pod in soybean during the second year, emphasizing the impact of cover crop variations



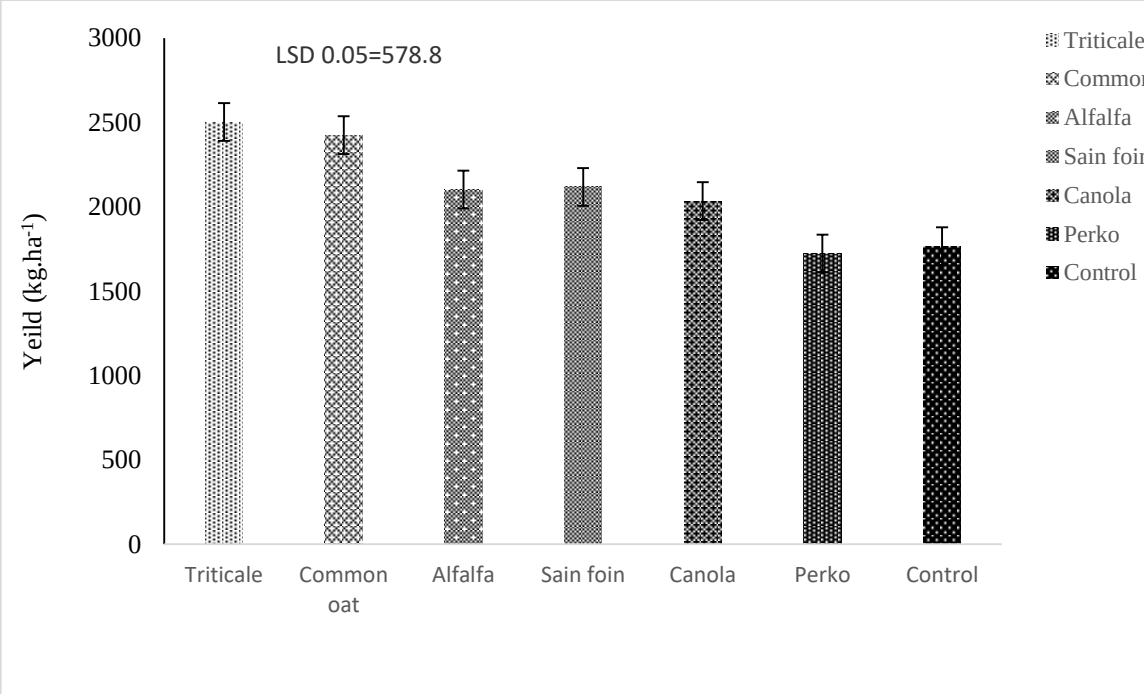
شکل ۷- مقایسه میانگین وزن ۱۰۰ دانه سویا تحت تأثیر مدیریت علف‌هرز در سال دوم مطالعه

Fig. 7- Mean comparison of the weight of 100 soybean seeds under the influence of weed management in the second year of the study

عملکرد دانه

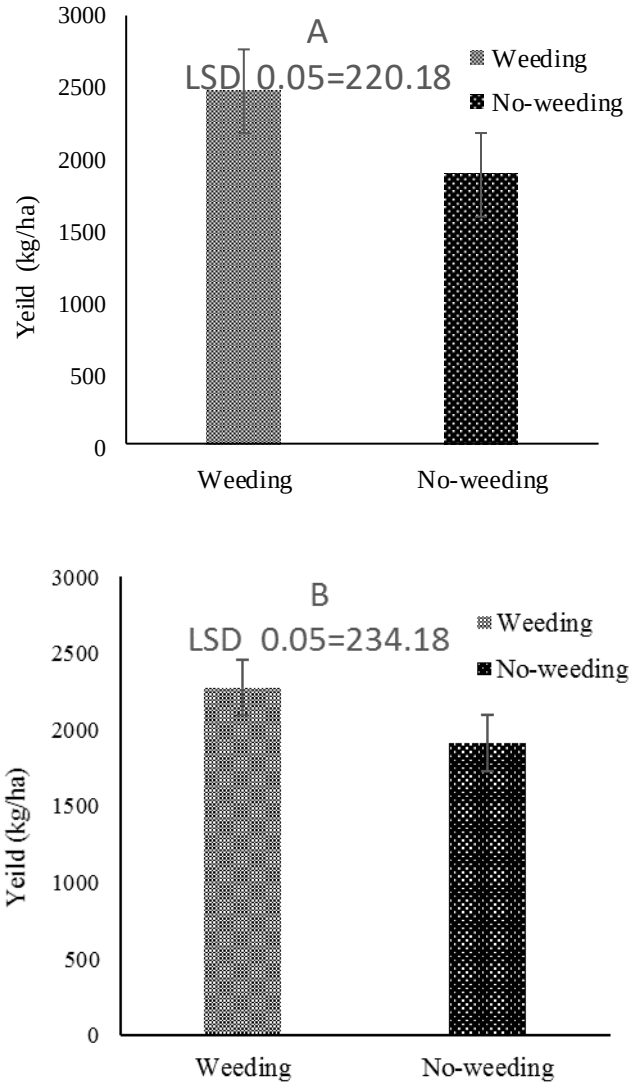
در سال اول و دوم آزمایش، اثر ساده مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد دانه سویا اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). به‌طور کلی، عملکرد دانه سویا در شرایط وجین علف‌های هرز (در سال اول و دوم به‌ترتیب با ۲۴۶۷ و ۲۲۷۸ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از شرایط عدم وجین علف‌های هرز (در سال اول و دوم به‌ترتیب با ۱۸۸۴ و ۱۹۱۴ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۹). در سال دوم، اثرات ساده گیاه پوششی بر عملکرد دانه نیز اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). به‌نحوی

که بیشترین عملکرد دانه سویا در بقایای گیاه پوششی تریتیکاله و یولاف به‌ترتیب با ۲۵۰۳ و ۲۴۲۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کمترین عملکرد دانه سویا نیز در بقایای گیاه پوششی پرکو و تیمار بدون گیاه پوششی به‌ترتیب با ۱۷۲۳ و ۱۷۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۸). همان‌گونه که در نتایج مشاهده می‌شود، در سال اول آزمایش عملکرد دانه سویا در تیمارهای مختلف بقایای گیاهان پوششی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، ولی در سال دوم آزمایش تیمارهای بقایای گیاهان پوششی خانواده گرامینه (یولاف زراعی و تریتیکاله) نسبت به سایر تیمارهای گیاهان پوششی عملکرد بهتری داشتند. گیاهان پوششی به دلایل مختلفی می‌توانند در بهبود عملکرد گیاهان زراعی مؤثر باشند. براساس منابع موجود، این گیاهان با تأثیر بر جمعیت علف‌های هرز (Fadaei Shahri et al., 2011)، غنی‌سازی خاک از طریق تثبیت نیتروژن (Dabighi et al., 2015)، افزایش کربن، نیتروژن، زیست‌توده میکروبی خاک (Lamei et al., 2014; Harvani et al., 2014; McDaniel et al., 2014)، یا حفظ رطوبت خاک (Ahmadvand & Hajinia, 2015) می‌توانند افزایش عملکرد گیاهان زراعی را در پی داشته باشند. ازاین‌رو تشخیص این مورد که بهبود عملکرد ناشی از استفاده از گیاهان پوششی با تأثیر بر کدام عامل ایجاد شده است، بسیار مشکل خواهد بود (Abdalla et al., 2019). براساس نتایج این تحقیق، حداکثر ماده خشک توسط گیاهان پوششی خانواده شب‌بوییان (کلزا و پرکو) > گندمیان (تریتیکاله و یولاف) > بقولات (اسپرس و یونجه یک‌ساله) بود. از لحاظ تأثیر بر علف‌های هرز، کارآیی بقایای گیاهان پوششی خانواده گندمیان و شب بوئیان مشابه هم و بالاتر از بقایای گیاهان پوششی خانواده نخود بود. بنابراین، دلیل پایین بودن عملکرد سویا در بقایای گیاه پوششی پرکو و تا حدودی کلزا را باید در عوامل دیگر جستجو کرد. یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که در انتخاب گیاه پوششی لازم است که مد نظر قرار گیرد، این است که گیاه پوششی انتخاب‌شده اثرات فیتوتوکسینی بر گیاه زراعی اصلی نداشته باشند (Khojamli et al., 2018).



شکل ۸- مقایسه میانگین عملکرد سویا سال دوم تحت تأثیر گیاهان پوششی مورد مطالعه

Fig. 8- Mean comparison of soybean yield during the second year under the influence of the studied cover crops in the second year of the study



شکل ۹- مقایسه میانگین عملکرد سویا در سال اول (A) و سال دوم (B) تحت تأثیر مدیریت علف‌هرز

Fig. 9- Comparison of average soybean yield in the first year (A) and the second year (B) under the influence of weed management

ال مسری و همکاران (El-Masry et al., 2015) اظهار داشتند که گیاهان تیره شب‌بو به‌دلیل داشتن ترکیبات فنولی و گلوکوزیلاتی، دارای اثرات دگرآسیبی هستند. این ترکیبات در طی فصل رشد این گیاهان در بافت‌های آن‌ها تجمع یافته و در زمان تجزیه بقایای گیاهی به‌صورت ترکیبات سمی از جمله ایزوتیوسیانات‌ها، نیتریل‌ها، تیوسیانات‌ها، اپی‌تیونیتریل‌ها و اکسازولیلین‌ها به محیط آزاد می‌شوند. به نظر می‌رسد که علی‌رغم کارآیی بالای گیاهان این خانواده در تولید ماده خشک و همچنین مهار مطلوب علف‌های هرز توسط آن‌ها، بقایای این گیاهان روی سویا اثر دگرآسیبی داشته است. در تأیید این امر، اثرات دگرآسیبی بقایای منداب(*Eruca sativa*) و خردل علوفه‌ای(*Brassica juncea* L.) (هر دو از خانواده شب‌بوییان) روی ذرت به اثبات رسیده است (Khojamli et al., 2018). در این میان، بقایای گیاهان پوششی خانواده بقولات شامل اسپرس و یونجه یک‌ساله، علی‌رغم تولید ماده خشک کمتر و آلودگی بیشتر علف هرز در مقایسه با سایر گیاهان پوششی، توانستند در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی، عملکرد سویا را ارتقاء دهند. در این راستا،حمزه ای وبوربور (Hamzei & Borbor, 2014) نیز اظهار داشتند که بقایای گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و خلر(*Lathyrus latifolius*)

باعث حدود ۱۰ درصد افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به عدم کشت گیاه پوششی شدند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که گیاهان پوششی مختلف توانایی‌های متفاوتی در تولید زیست‌توده و کاهش وزن خشک علف‌های هرز دارند، امّا در عین حال می‌توانند عملکرد سویا را نیز تحت تأثیر خود قرار دهند. در بین گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق، استفاده از گیاهان پوششی خانواده گرامینه (تریتیکاله و یولاف زراعی) نسبت به سایر گیاهان، اثرات مهارکنندگی مطلوب‌تری بر جمعیت علف‌های هرز داشتند و در ادامه اثر منفی بر عملکرد سویا باقی نگذاشتند، ازاین‌رو استفاده از مالچ بقایای این گیاهان در جهت بهبود عملکرد سویا قابل توصیه می‌باشد. با توجه به مزایای بسیار زیاد استفاده از گیاهان پوششی که معمولاً اثرات مفید آن در درازمدت ظاهر می‌شود، به‌کارگیری این گیاهان در الگوی کاشت می‌تواند در دستیابی به کشاورزی پایدار مفید واقع شود.

سپاسگزاری

نگارندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از تمامی اساتیدی که در انجام پژوهش فوق یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

References

1. Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, R. M., & Smith, P. (2019). A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology*, *25*(8), 2530-2543. https://doi.org/10.1111/gcb.14644
2. Abdin, O.A., Zhou, X.M., Cloutier, D., Coulman, D.C., Faris, M.A., & Smith, D.L. (2000). Cover crop and inter row tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). *European Journal of Agronomy*, *12*, 93-102. https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00049-0
3. Aboutalebian, M., & Mazaheri, D. (2011). Effects of hilling time and cover crop on weed control and potato yield. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *42*, 255-264. (In Persian with English Abstract)
4. Abril, A., Baleani, D., Casado-Murillo, N., & Noe, L. (2007). Effect of wheat crop fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina FAO. *Production Year Book*, *51*, 209. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.005
5. Agha Alikhani, M., Yadavi, A.R., & Modares Sanavi, S.A.M. (2005). The critical period of weed control of colorado bean (*Phaseolus vulgaris*) in Lordegan. *The Scientific Journal of Agriculture*, *28*(1), 111-126. (In Persian with English Abstract)
6. Aghpour, M., Siahamargui, A., Zinli, A., Qarakhlo, J., & Kazemi, H. (2020). Investigating the efficiency different cover crops and their elimination methods on weed populations and yield of maize forage (single-cross 444 variety). *Journal of Crop Production*, *13*(1). (In Persian with English Abstract)
7. Ahmadvand, G., & Hajinia, S. (2015). The effect of cover crops and different tillage systems on soil physical properties and potato yield. *Electronic Journal of Crop Production*, *8*(4), 163-182. (In Persian with English Abstract)
8. Akbari, A., Zand, E., & Mousavi, K. (2011). Evaluation the effect of row space and weed management approaches on biomass, chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield, and yield components in Khorramabad dryland conditions. *Crop Production*, *3*(3), 1-21. (In Persian with English Abstract)
9. Arab-Ameri, R. (2008). Prediction of wheat grain and remobilization. M.Sc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agricultural Sciences and Plant Breeding, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Gorgan, Iran. (In Persian with English Abstract)
10. Armecin, R.B., Seco, M.H.P., Caintic, P.S., & Milleza, E.J.M. (2005). Effect of leguminous cover crops on the growth and yield of abaca (*Musa textilis* Nee). *Industrial Crops and Products*, *21*, 317-323. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.04.028
11. Baets, S., de, Poesen, J.J., Meersmans, J.J., & Serlet, L.L. (2011). Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *Catena*, *85*, 237-244. https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.009
12. Behdani, M., & Fallahi, H.R. (2015). Saffron: Technical Knoeledge-based on Reserch Approaches. Birjand

University Press, Birjand, Iran. 412 pp. (In Persian)
13. Berglund, D.R. (2002). Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. In H. Kandel (Ed.), NDSU Extension Agronomist, 172. 172 p.
14. Board, J.E., & Harville, B.G. (1998). Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. *Crop Science*, *38*, 763-771. https://doi.org/10.2135/cropsci1998.0011183X003800030024x
15. 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
16. Cabrera, M.L., Kissel, D.E., & Vigil, M.F. (2005). Nitrogen mineralization from organic residues. Research opportunities. *Journal of Environmental Quality*, *34*, 75-79. https://doi.org/10.2134/jeq2005.0075
17. Clark, A.J. (2007). Managing Cover Crops Profitably (Third Ed.). Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD. 244 pp..
18. Dabighi, K., Esfandiar, F., & Aine band, A. (2015). Comparison of different green manure biomass the effects of different green manure on soil fertilization and weed density reduction. *Journal of Plant Production*, *39*(2), 1-10. (In Persian with English Abstract)
19. Elmasry, R.R., Messiha, N.K., El-Rokieks, K.G., Ahmed, S.A., & Mohamed, S.A. (2015). The allelopathic effect of *Eruca sativa* Mill. Seed powder on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* and associated weeds. *Current Science International*, *4*(4), 485-490.
20. Fadaei Shahri, M.R., Najafi, H., Abdullah Yan Nougabi, M., & Mirhadi, M.H. (2011). Effect of winter cereal cover crop mulches on weeds of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). *Iranian Journal of Weed Science*, *7*(1), 59-66. (In Persian with English Abstract)
21. Gabriel, J.L., & Quemada, M.(2011). Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate.*European journal of Agronomy*. *34*, 133-143. https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.006
22. Ghdyryan, R., Soltani, A., ZainAli, A., Chelated Arabi, M., & Bakhshandeh, A. (2011). Evaluation of nonlinear regression models for analyzing growth. *Electronic Journal of Crop Production*, *4*, 55-77. (In Persian with English abstract)
23. Ghiday, T., Amogne, A., Tefera, G., & Malede, M. (2017). Heritability, genetic advance and path coefficient analysis for grain yield and its component characters in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *International Journal of Agricultural Science and Research*, *3*, 1-11. https://doi.org/10.20431/2454-6224.0305001
24. Haidarzadeh, S., & Jalilian, J. (2014). Changes in yield of cover crops in intercropping with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under different fertilizer systems and weed infestation. *Crops Field in Research*, *1*(2), 38-49'. (In Persian with English Abstract)
25. 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. *Agricultural Science and Sustainable Production*, *24*(3), 35-47. (In Persian with English Abstract)
26. Karamanos, A.J., & Gimenez, C. (1991). Physiological factors limiting growth and yield of faba beans. *Options Mediterraneennes-Seminaires*, *10*, 79-90.
27. Karbor, S., Rastgoo, M., Hajmohammadnia Ghalibf, K., & Ghanbari, A. (2020). Effects of rye (*Secale cereale* L.) and berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) cover crops management on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at the presence and absence of weeds. *Iranian Weed Science Society*, *16*(2), 45-56. (In Persian with English Abstract)
28. Khajenabi, K., Siahmarguee, A., Dadashi, M.R, Alizzadeh 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 annus* L.). *Journal of Agroecology*, *12*(4), Serial Number 46, 741-761. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/JAG.V13I2.83169
29. Khojamli, R., Siahmarguee, A., Zeinali, E., & Soltani, A. (2018). 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 Abstract)
30. Kiynaz, S., karadavut, U., & Ertek A. (2016). Leaf area estimation of the sugar beet at different irrigation regimes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Resources*, *3*(1), 8-16.
31. Kruidhof, H.M., Bastiaans, L., & Kropff, M.J. (2008). Ecological weed management by cover cropping: Effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, *48*(6), 492-502.

https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00665.x
32. Kuo, S., & Jellum, E.J. (2002). Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. *Agronomy Journal, 94*, 501-508. https://doi.org/10.2134/agronj2002.5010
33. Lak, M.R., Dorei, H.R., Ramazani, M.K., & Hadizadeh, M.K. (2005). Determination of the critical period of weed control in chitti bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Water and Soil Science, 9*(3), 161-169. (In Persian with English Abstract)
34. Lamei Harvani, J., & Esmaeli Aftabdari, M. (2014). Effect of green manure grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) on some characteristics of soil and yields of potato and wheat in crop rotation. *Soil Science Researches (Soil and Water Sciences), 28*(4), 607-616. (In Persian with English Abstract)
35. Latifi, N. (1994). Soybean Cultivation, Agriculture, Physiology, Uses (Translation). Publications University of Mashhad, Mashhad, Iran. 282 p. (In Persian)
36. Masjedi, A.R., & Fathi-Moghadam, M. (2009). A laboratory study of vegetation effects on preventing soil erosion in water catchments. *Journal of Watershed Engineering and Management, 1*(3), 1-21. (In Persian with English Abstract)
37. McDaniel, M., Tiemann, L., & Grandy, A.S. (2014). Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications, 24*, 560–570. https://doi.org/10.1890/13-0616.1
38. Mohammadi, G.R., & Ghobadi, M.E. (2010). The effects of different autumn-seeded cover crops on subsequent irrigated corn response to nitrogen fertilizer. *Agricultural Sciences, 1*(3), 148-153. https://doi.org/10.4236/as.2010.13018
39. Mohtasham Amiri, A., Dadashi, M.R., & Faraji, A. (2018). Investigation of affecting factors on soybean (*Glycine max* L.) pod abnormality in Gorgan. *Journal of Crop Ecophysiology, 46*(12),337-354. (In Persian)
40. Mukhtarpour, H., Behram, R., & Ziadlou, P. (2005). Agriculture in Golestan Province (Technical Instructions for Crop and Garden Production in Golestan Province). Publications of Robat Amu Meszaman Agricultural Jihad of Golestan Province, Gorgan, Iran. 159 p. (In Persian)
41. Najafi, H. (2013). Effects of autumn and spring sown cover crops on weed control in sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences, 14*, 370-382. (In Persian with English Abstract)
42. Namdari, T., Ahmadvand, G., & Jahedi, A. (2010). Allelopathic effect of barley, ray and canola cover crops on weed suppression of potato. In: Third Iranian Weed Science Congress, Babolsar, Iran, 11-14 February, p. 251-254. (In Persian with English abstract)
43. Nazari, S., Zafarian, F., Farahmandfar, E., Zand, E., & Bagheri Shirvan, M. (2012). Corn-weed interaction under different sowing dates of cover crops. *Iranian Journal of Weed Science, 8*, 63-78. (In Persian with English Abstract)
44. Parvizi, P., Najafi, H., & Gafar Zadeh, M. (2013). Survey of cover crop elimination date and type effect on sugar beet weeds. In Proceedings of the Fifth Weed Science Community, Tehran, Iran, 10-13 September 2013, pp. 200-207. (In Persian with English Abstract).
45. Pullaro, T.C., Marino, P.C., Jackson, D.M., Harrison, H.F., & Keinath, A.P. (2006). Effects of killed cover crop mulch on weeds, weed seeds, and herbivores. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 115*, 97–104. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.021
46. Rahemi Karyzaky, A. (2005). Prediction of solar radiation received in pea plants. M.Sc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agricultural Sciences and Plant Breeding, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. (In Persian with English abstract)
47. Ramos, M.E., Ben.tez, E., Garc.a, P.A., & Robles, A.B. (2010). Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Applied Soil Ecology, 44*, 6-14. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.08.005
48. Reddy, K.N. (2001). Effects of cereal and legume cover crop residues on weeds, yield, and net return in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology, 15*, 660–668. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0660:EOCALC]2.0.CO;2
49. Reeves, D.W. (1994). Cover crops and rotations. In J. L. Hatfield & B. A. Stewart (Eds.), *Advances in Soil Science: Crops Residue Management.* CRC Press Inc. pp. 125-172.
50. Rosaland, A.B., Purcell, L.C., & Vories, E.D. (2000). Short season soybean yield compensation in response to

population and water regime. *Crop Science, 40*, 1070-1078. https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4041070x

51. Rosario-Lebron, A., Leslie, A.W.,Yurchak, V.L.,Chen, G., & Hooks, C.R.(2019) Can wenter cover crop termination practices impact weed suppression, soil moisture, and yield in no-till soybean. *Crop Protection*, *116*, 132-141. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.10.020
52. Samedani, B., & Montazeri, M. (2009). *Use of Cover Crops in Sustainable Agriculture*. National Plant Protection Research Institute Press, Iran. (In Persian)
53. Shirtliffe, S.J., & Johnston, A.M. (2002). Yield density relationships and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science, 82*, 521-529. https://doi.org/10.4141/P01-156
54. Smith, R., Bettiga, L., Cahn, M., Baumgartner, K., Jackson, L.E., & Bensen, T. (2008). Vineyard floor management affects soil, plant nutrition, and grape yield and quality. *California Agriculture, 62*, 184-199. https://doi.org/10.3733/ca.v062n04p184
55. Steen Werth, K., & Belina, K.M. (2008). Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology, 40*, 359-369. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2008.06.006
56. Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., & Nakamura, S. (2009). Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research, 113*, 342-351. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.013
57. Van Acker, R.C., Swanton, C.J., & Weise, S.F. (2017). The critical period of weed control in soybean (*Glycine max*). *Weed Science, 41*, 194-200. https://doi.org/10.1017/S0043174500076050
58. Yeganehpur, F., Zehtab Salmasi, S., Abedi, G., Samadivan, F., & Beyginiva, V. (2015). Effects of cover crops and weed management on corn yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14*(2), 178-181. (In Persian with English Abstract)