

Study of correlation and path analysis morphologic and physiologic characteristics sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under different defoliation

Rahim Alimohammadi¹  , Ibrahim Azizovb² 

1. Department of Agrotechnology, Mi. C., Islamic Azad University, Miyaneh, Iran. Email: rahimalimohammadi@iau.ir
2. Department of Biology, National Academy of Science, Baku, Azerbaijan. Email: ibrahim.azizov47@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history:

Received December 29, 2025
Received in revised form March 1, 2026
Accepted April 28, 2026
Available online April 28, 2026

Keywords:

Correlation and Path analysis Leaf removal Sunflower Characters Seed and oil yield

Abstract

In order to evaluate the effects of different treatments of leaf removal on different characteristics such as yield and yield components in two early maturing cultivars of sunflower, Megasun and Hayson36. An experiment was conducted in the educational-researching farm of Miyaneh branch, Islamic Azad University, in the 2015 and 2016 growing season. The experiment design was factorial based on randomized complete block design with 3 replications. Additionally, shrub morphologic and physiologic characteristics, shrub dry weight, chlorophyll contents, leaf area index (LAI), harvesting index (HI) and oil yielding were studied. Results demonstrated that among different treatments of leaf removal, yield components and studied traits existed significant different. Also, between cultivated cultivars, statistically observed no significant different among studied traits other than head diameter, chlorophyll contents, LAI, HI, the weight of 1000 grain, seedlessness percentage, seed and oil yielding. In this experiment, interaction effect between different treatments of leaf removal and cultivars with studied traits other than head diameter, chlorophyll contents, HI, seed number in head and, the weight of 1000 grain were not significant. The correlation coefficients traits reduce grain yield and oil treatments to remove the whole leaves in the middle one-third reduction stems from two factors seedlessness percentage and weight of 1000 grain. That appears to reduce the performance of treatment discontinuation in the middle one-third more affected weight in 1000 grain is located. Correlation of traits also showed a positive and significant relationship between the traits of seed number in head, head diameter and weight of 1000 grain. In conclusion, this study revealed that damage to leaves at the flowering stage of sunflower, in particular leaves from the top or the middle of the plant from biotic and abiotic factors decreased seed and oil yield.

How to cite: Alimohammadi, R. and Azizovb, I. (2026). Study of correlation and path analysis morphologic and physiologic characteristics sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under different defoliation. *Geography and Regional Planning*, 16(62), 547-561.
<https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.574317.4416>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights
DOI: <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.574317.4416>

Publisher: Qeshm Institute of Higher Education

Introduction

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is a major oilseed crop due to its high-quality oil, short growth period, and adaptability to diverse environmental conditions. Leaf area is the primary source of photosynthate production, and defoliation caused by biotic and abiotic stresses can significantly reduce assimilate supply during critical reproductive stages. Understanding the relationships among morpho-physiological traits and yield components under defoliation conditions is essential for improving seed and oil yield. Correlation and path analysis provide effective tools to identify key traits with direct and indirect effects on yield.

Methodology

A field experiment was conducted during the 2015 and 2016 growing seasons at the research farm of Islamic Azad University, Miyaneh, Iran. The experiment was arranged as a factorial based on a randomized complete block design with three replications. Treatments included three sunflower cultivars (Megasun, Azargol, and Hysun 36) and five defoliation levels applied at flowering stage: no defoliation (control), removal of upper one-third leaves, middle one-third leaves, lower one-third leaves, and complete defoliation.

Measured traits included head diameter, chlorophyll index (SPAD), leaf area index (LAI), harvest index (HI), number of seeds per head, 1000-seed weight, percentage of unfilled seeds, seed yield, and oil yield. Oil percentage was determined using NMR method. Data were analyzed using SAS software, mean comparisons were performed using Duncan's multiple range test, and correlation coefficients and path analysis were used to determine direct and indirect effects of yield components on seed yield.

Results and Discussion

Defoliation significantly affected most morpho-physiological traits, yield components, seed yield, and oil yield. Complete defoliation and removal of middle

and upper leaves resulted in the greatest reduction in seed yield (up to 87% compared with control). Megasun cultivar showed superior performance in head diameter, chlorophyll content, LAI, harvest index, seed yield, and oil yield compared to the other cultivars.

Correlation analysis revealed strong positive relationships between seed yield and head diameter, number of seeds per head, and 1000-seed weight, while unfilled seed percentage showed a significant negative correlation with seed and oil yield. Path analysis indicated that 1000-seed weight had the highest positive direct effect on seed yield, followed by number of seeds per head, whereas head diameter had the lowest direct effect. Unfilled seed percentage exerted strong negative indirect effects on seed yield through reductions in seed number and seed weight. Yield reduction under defoliation stress was mainly attributed to decreased photosynthetic capacity and assimilate translocation during flowering and early seed filling stages. Removal of middle and upper leaves caused greater yield loss due to their higher photosynthetic contribution and proximity to the sink (head). Lower leaves, being older and less photosynthetically active, had minimal influence on yield when removed. The results emphasize the importance of maintaining source strength during reproductive growth.

Conclusion

Sunflower is highly sensitive to defoliation at flowering stage, particularly when middle and upper leaves are damaged. Yield reduction under severe defoliation is mainly associated with decreases in 1000-seed weight and number of seeds per head. Based on correlation and path analysis, improving seed weight and seed number should be prioritized to enhance seed and oil yield. Protection of photosynthetically active leaves during flowering is therefore critical for sustainable sunflower production.

Ethical considerations

Following the principles of research ethics

The authors have observed the principles of ethics in conducting and publishing this

scientific research, and this is confirmed by all of them.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

First author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article

Ethical Considerations

The authors affirm that they have adhered to ethical research practices, avoiding plagiarism, misconduct, data fabrication or falsification, and have provided their consent for this article's publication.

Funding

This research was conducted without any financial support from Payam Noor University.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest



مطالعه همبستگی و تجزیه علیت ویژگی‌های مورفوفیزبولوژیکی ارقام آفتابگردان روغنی تحت سطوح برگ‌زدایی

رحیم علیمحمدی^۱✉، ابراهیم عزیزا^۲

۱. گروه آگروتکنولوژی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

۲. گروه زیست‌شناسی، اکادمی ملی علوم، باکو، آذربایجان

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۱۱/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۰۸ کلیدواژه‌ها: ارقام آفتابگردان، برگ‌زدایی، عملکرد دانه و روغن، تجزیه علیت و همبستگی صفات	در این بررسی خصوصیات مورفوفیزبولوژیکی و فیزیولوژیکی بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت و عملکرد روغن مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف حذف کل برگ‌ها، یک سوم فوقانی، تحتانی، میانی و بدون حذف برگ و سه رقم مگاسان، هایسان ۳۶ و آذرگل بر خصوصیات مختلف از جمله عملکرد و اجزای عملکرد روغن آفتابگردان در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، ایران در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. طبق نتایج حاصله بین سطوح مختلف حذف برگ، اجزای عملکرد و صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین بین رقم‌های مورد کاشت از نظر صفات مورد ارزیابی به غیر از قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، وزن ۱۰۰۰ دانه، درصد پوکی دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه و روغن تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد. در این آزمایش اثر متقابل سطوح مختلف حذف برگ و رقم کاشت با صفات مورد ارزیابی به غیر از قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص برداشت، تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار نبود. بیشترین اثر مستقیم و مثبت را وزن ۱۰۰۰ دانه و کمترین اثر مستقیم را قطر طبق داشتند. نیز همبستگی مثبت و بالای تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه و روغن احتمالا از اثرهای مثبت و قوی آن از قطر طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه بود. تعداد دانه پر در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه و قطر طبق بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه و روغن داشت. در نهایت با در نظر گرفتن شرایط انجام این آزمایش، در مرحله گل دهی آفتابگردان آسیب برگ‌های بالایی بخصوص برگ‌های میانی توسط عوامل زنده و غیر زنده عملکرد دانه و روغن را کاهش می‌دهد.

استناد: علیمحمدی، رحیم و عزیزا، ابراهیم. (۱۴۰۵). مطالعه همبستگی و تجزیه علیت ویژگی‌های مورفوفیزبولوژیکی ارقام آفتابگردان روغنی تحت سطوح برگ‌زدایی. جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای، ۱۶(۶۲): ۵۴۷-۵۶۱. DOI: 10.22034/jgeoq.2026.574317.4416



مقدمه

آفتابگردان با توجه به برخی ویژگی‌ها نظیر طول دوره رویشی کوتاه، رشد و نمو سریع و سازگاری با شرایط آب و هوایی، تحمل نسبی به تنش خشکی، درصد بالایی روغن با کیفیت بسیار خوب، در بین دانه‌های روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است [1]، [2]. علاوه بر این با توجه به نیاز روزافزون کشور به دانه‌های روغنی که در حال حاضر بیشتر از طریق واردات تأمین می‌شود، توسعه کشت دانه‌های روغنی و افزایش عملکرد کمی و کیفی آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است [3]. در آفتابگردان برگ‌ها به عنوان اولین منبع تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز در پرکردن دانه محسوب می‌شوند. کاهش سطح برگ باعث کاهش مواد فتوسنتزی در دسترسی و جذب سریع‌تر ساکارز از برگ‌های باقی‌مانده توسط مخزن و افزایش شیب غلظت ساکارز بین منبع و مخزن می‌گردد. این امر باعث کاهش پس خوری منفی ساکارز بر آنزیم‌های کلیدی ساکارز فسفات سنتتاز شده و سرعت فتوسنتز برگ‌های باقیمانده افزایش می‌یابد [1]. حذف برگ‌ها و یا کاهش کارایی آنها توسط عواملی نظیر آفات، امراض و بیماری‌ها، آسیب‌های مکانیکی، تگرگ و غیره، افت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را موجب می‌شود که در نتیجه کاهش درصد دانه‌های پر و وزن دانه، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت. آزمایش‌های حذف برگ برای شبیه سازی خسارت ناشی از عوامل فوق‌الذکر به اجرا در می‌آید [4]. با اجرای این قبیل آزمایش‌ها می‌توان به نقش برگ‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه در تأمین مواد فتوسنتزی و انتقال آنها پی برد. به‌علاوه مراحل رشدی حساس به حذف برگ ناشی از عوامل نامساعد جوی و محیطی نیز مشخص می‌گردد که مسلماً در مدیریت مزرعه بی‌تأثیر نخواهد بود [5]. در گیاهان دانه روغنی همچون سویا، برگ‌ها به‌عنوان اولین منبع تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز در پر کردن دانه‌ها می‌باشند و هر گونه کاهش یا عدم کارایی آنها باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود [6]. شناخت اثرات کاهش سطح برگ در مراحل مختلف رشد گیاهی می‌تواند به ارزیابی خسارت ناشی از کاهش سطح برگ کمک کند. خسارت در قسمت‌هایی از برگ، می‌تواند باعث افزایش فتوسنتز در سایر برگ‌های باقیمانده و جبران فتوسنتز برگ‌های از دست رفته آفتابگردان شود [1]. محمدیان (۲۰۱۵) بیان داشت که حذف برگ در مراحل میانی و اواخر رشد در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش معنی‌دار صفات کمی و کیفی چغندرقد گردید [7]. حذف برگ در بخش‌های مختلف ساقه آفتابگردان موجب اختلاف معنی‌داری در ارتفاع بوته، قطر طبق، درصد پوکی، شاخص برداشت، درصد مغز به دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه‌های پوک، عملکرد دانه و عملکرد روغن شد [8]. در مطالعه برگ‌زدایی گیاه سویا، شاخص سطح برگ در تیمار حذف یک سوم برگ‌ها در مرحله میانی پر شدن دانه، ۴۱ درصد و در تیمار دو سوم حذف برگ ۵۶ درصد کاهش یافت [9]. قطع برگ در مرحله گلدهی به دلیل کاهش توانایی منبع در پر کردن دانه‌ها درصد دانه‌های پوک را افزایش می‌دهد [10]. اثر حذف برگ بر عملکرد و کیفیت گیاه بستگی به عواملی نظیر زمان حذف برگ، شدت حذف و محل قرار گرفتن برگ روی ساقه دارد [11، 12]. بحرانی‌ترین دوره در طول رشد آفتابگردان مراحل گل‌دهی و دوره پر شدن دانه می‌باشد. در طول مدت پر شدن دانه، در اثر دمای پایین و سطح نوری کم، خسارت بیماری‌ها، آفات و محدودیت‌های آبی کاهش مواد فتوسنتزی، رشد زایشی را محدود می‌سازد و تغییرات این دوره بر عملکرد و اجزای آن تأثیر گذار می‌باشد. نتایج آزمایش‌های مربوط به اثرهای حذف برگ بر عملکرد دانه در آفتابگردان نشان می‌دهد که هر چه سطوح حذف برگی افزایش یابد و مرحله حذف برگ به مراحل گل‌دهی نزدیک‌تر شود، کاهش عملکرد به دلیل کاهش سطح فتوسنتزی گیاه بیشتر خواهد بود [6]. در آزمایش‌های آنها بیشترین کاهش عملکرد با حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها ایجاد گردید که دلیل این امر را کاهش هر دو جز عملکرد یعنی وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد دانه در طبق ذکر کردند [6]. نیز آزمایش‌های دیگری وجود دارد که نقش برگ‌های میانی ساقه را در عملکرد دانه بیشتر از سایر برگ‌ها عنوان می‌کند و این امر ناشی از سطح فتوسنتزی بیشتر برگ‌های میانی است [13].

کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه را با حذف ۱۰۰ درصدی برگ‌ها در مرحله گلدهی گزارش نموده است، همچنین طبق این آزمایش کمترین درصد روغن به هنگام حذف برگ‌های فوقانی آفتابگردان اتفاق می‌افتد [13]. به جز تاثیر سطوح حذف برگ بر روی عملکرد روغن و درصد آن، مرحله نموی که قطع برگ در آن صورت گرفته است بر روی عملکرد روغن و درصد آن تاثیر می‌گذارد. از آنجایی که سنتز روغن بعد از مرحله گل‌دهی و در حدود سه روز پس از تلقیح آغاز شده و تا زمانی که برگ‌ها فعال باشند ادامه می‌یابد. قطع برگ در این مراحل بیشترین تاثیر را بر روی درصد روغن دانه می‌گذارد [14]. در آزمایش کایا و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد دانه همبستگی منفی با درصد روغن داشت و هم چنین در آزمایش آنها بین ارتفاع گیاه و وزن ۱۰۰۰ دانه با عملکرد دانه همبستگی مثبتی وجود داشت [15]. کاهش دما در مرحله گلدهی باعث ایجاد اختلال در پر شدن دانه و کاهش وزن دانه و افزایش تعداد دانه‌های پوک در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه و قطر طبق بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه و روغن دارد [17]. استفاده از این روش نیاز به شناخت روابط علت و معلولی بین صفات دارد [18]. با توجه به این که شرایط اقلیمی و ارقام مورد آزمایش در نتایج آزمایش‌ها دخیل بوده و گاهی حتی نتایج متناقضی را نشان داده، آزمایش حاضر در شرایط آب و هوایی میانه و بر روی سه رقم مگاسان، آذرگل و هایسان ۳۶ طرح و به اجرا گذاشته شد.

روش پژوهش

این آزمایش در دو سال زراعی، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واقع در کیلومتر ۵ جاده میانه-تهران انجام شد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی را سه رقم مگاسان، آذرگل و هایسان ۳۶ و پنج سطح حذف کل برگ‌ها، یک سوم تحتانی، فوقانی و میانی ساقه با بدون حذف برگ (کنترل) در مرحله گلدهی گیاه آفتابگردان تشکیل دادند. در این بررسی به کمک دستگاه کلروفیل متر شاخص آن در هر بوته از ۳ نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین‌گیری شد. برای کالیبره کردن دستگاه، یکبار پس از روشن کردن دستگاه بدون قرار دادن برگ در محفظه برگ قرائت گردید و سپس کار قرائت را از ۳ نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین‌گیری شد. لازم به ذکر است نمونه‌برداری نباید از روی رگبرگ‌ها انجام شود. عدد اسپاد بدست آمده همبستگی بالایی با میزان کلروفیل و نیتروژن در برگ دارد [19]. عملکردهای دانه و بیولوژیک ۲ ردیف کاشت میانی تعیین گردیدند و شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک حاصل شد. با کمک روش وزنی اقدام به اندازه‌گیری شاخص سطح برگ شد. در آزمایشگاه برگ‌هایی که از یک سطح مشخص از خطوط نمونه‌برداری برداشت شده‌اند از ساقه‌ها جدا و با ترازوی دقیق توزین گردیدند. سپس از بین برگ‌ها تعداد ۱۰ برگ بطور تصادفی جدا شده و توزین شدند. یک ورقه کاغذ تهیه گردید و سطح معینی از آن جدا شد. ۱۰ برگ جدا شده را روی ورقه کاغذ دیگری، از همان جنس، قرار داده و دور تا دور آنها با نقطه چین کردن علامت گذاری و سپس با قیچی و با دقت زیاد برش داده سپس وزن شدند. با تناسب‌بندی، سطح برگ اندازه‌گیری شد. بایستی دقت شود که حتما برگ‌های خشک، بیمار و آفت زده از نمونه برگ کل قبل از توزین جدا شوند [20]. همچنین برای اندازه‌گیری درصد پوکی دانه، از بذرهای هر کرت به طور تصادف ده نمونه ۱۰ گرمی وزن شد و پس از جدا کردن بذرهای پوک نسبت بذرهای پوک و پر محاسبه و معدل‌گیری، درصد پوکی دانه بدست آمد. برای اندازه‌گیری وزن ۱۰۰۰ دانه، از بذرهای هر کرت به طور تصادف ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی وزن شد و پس از محاسبه و معدل‌گیری، وزن ۱۰۰۰ دانه بدست آمد. این کار با شمارش تعداد دانه و ترازوی حساس در آزمایشگاه کنترل و گواهی بذر انجام گرفت. برای تعیین تعداد دانه در طبق به طور تصادفی به تعداد ۱۰ طبق از هر

کرت انتخاب گردید و تعداد دانه در طبق شمارش و میانگین آنها به عنوان تعداد دانه در طبق یادداشت گردید. درصد کاهش عملکرد دانه به کمک فرمول زیر محاسبه شد [20]:

$$100 \times (\text{مقدار کرت شاخص} / \text{کرتی که در آن کاهش داشتیم} - \text{مقدار کرت شاخص}) = \text{درصد کاهش عملکرد}$$

برای تعیین درصد روغن به طور تصادفی از دانه‌های آسیاب شده هر کرت به میزان ۵۰ گرم به آزمایشگاه ارسال شد که توسط روش NMR درصد روغن ثبت و گزارش گردید [17]. خصوصیات اندازه‌گیری شده برای هر کرت و میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای ۱۰ بوته با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

بحث و یافته‌ها

سطوح مختلف رقم و برگ‌زدایی اثر معنی‌داری بر روی قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت داشتند. نیز اثر متقابل رقم و برگ‌زدایی بر روی شاخص کلروفیل و شاخص برداشت معنی‌دار شد (شکل ۱). نتایج نشان دادند که رقم مگاسان در مقایسه با آذرگل و هایسان ۳۶ از قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت بیشتری برخوردار بود. نیز برگ‌زدایی از یک سوم تحتانی به‌مراه تیمار کنترل از نظر قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری نسبت به دیگر سطوح برگ‌زدایی نشان دادند (جدول ۱). شناخت اثرات کاهش سطح برگ در مراحل مختلف رشد گیاهی می‌تواند به ارزیابی خسارت ناشی از کاهش سطح برگ کمک کند. خسارت در قسمت‌هایی از برگ، می‌تواند باعث افزایش فتوسنتز در سایر برگ‌های باقیمانده و جبران فتوسنتز برگ‌های از دست رفته آفتابگردان شود [1]. اثر حذف برگ بر عملکرد و کیفیت گیاه بستگی به عواملی نظیر زمان حذف برگ، شدت حذف و محل قرار گرفتن برگ روی ساقه دارد [11, 12]. آفتابگردان عادت رشدی محدود دارد و شاخص سطح برگ مطلوب در زمان گرده-افشانی و گلدهی حاصل می‌شود. انرژی خورشید توسط اندام‌های هوایی سبز گیاه جذب می‌شود. ولی معمولاً نقش عمده را پهنک برگ بر عهده دارد. کاهش سطح فتوسنتزی گیاه با حذف برگ تولید و انتقال مواد فتوسنتزی را کم می‌کند. در این بین حذف برگ‌های میانی به دلیل اهمیت آنها در فتوسنتز به دلیل بلوغ و سطح بالای برگ که ۶۰-۸۰ درصد فتوسنتز گیاه را بر عهده دارند، میزان کل قطر طبق، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار دادند. اندازه طبق نسبت به رقم، تحت تاثیر تراکم و تغذیه قرار می‌گیرد [14]. امینی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که برگ‌زدایی اثر معنی-داری بر شاخص برداشت داشت. کمترین شاخص برداشت از تیمار برگ‌زدایی کامل حاصل شد و با کاهش آن، شاخص برداشت بین ۲۴ تا ۳۴ درصد افزایش یافت [21]. پتروف و همکاران (۲۰۰۲) بر همبستگی مثبت بین سطح برگ و عملکرد آفتابگردان تاکید کرده‌اند [22]. تفاوت بین گونه‌های گیاهان زراعی عمدتاً به علت اختلاف در سرعت تبدیل مواد فتوسنتزی به مواد خشک می‌باشد. اصولاً توزیع ماده خشک در هر بخشی از گیاه اهمیتی به اندازه خود تولید ماده خشک کل دارد. شاخص برداشت بالا نشان دهنده انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های اقتصادی گیاه می‌باشد. کاهش سطح فتوسنتزی گیاه با حذف برگ، تولید و انتقال مواد فتوسنتزی را کم می‌کند. امام و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین بیوماس گیاهی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار حذف برگ‌ها مشاهده شد [23]. امینی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که برگ‌زدایی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت. کمترین شاخص برداشت از تیمار برگ‌زدایی کامل حاصل شد و با کاهش برگ‌زدایی، شاخص برداشت بین ۲۴ تا ۳۴ درصد افزایش یافت [21] که نتایج حاصل از پژوهش

حاضر نیز با آن مطابقت دارد. به نظر می‌رسد افزایش سرعت فتوسنتز در برگ‌های باقی مانده و احتمالاً افزایش انتقال مجدد از ساقه تا حدودی نسبت ماده خشک مخازن به کل ماده خشک گیاه را افزایش داده است.

Table1. Mean comparison for dry matter per plant (cm), chlorophyll content, leaf area Index, harvest index (%).

تیمار	قطر طبق (سانتی‌متر)		شاخص کلروفیل		شاخص سطح برگ		شاخص برداشت	
سال	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۶
رقم								
مگسال	a ۱۶/۰۴	a ۱۶/۸۹	a ۳۱/۵۰	a ۳۳/۳۵	a ۲/۵۵	a ۲/۷۴	a ۳۲/۰۰	a ۳۱/۱۲
هایسان ۳۶	b ۱۴/۵۱	b ۱۳/۸۸	b ۲۸/۸۷۲	b ۲۹/۱۷	c ۲	c ۲	b ۲۶/	b ۲۴/
آذرگل	b ۱۵	b ۱۴/۴۴	b ۲۸	b ۱۴/۵۵	b ۲/	b ۲/	b ۲۸/۱۰	b ۲۵/۰۹
برگ زدایی								
کنترل	a ۱۸/۰۷	a ۱۹/۳۴	a ۳۹/۳۶	a ۴۰/۹۶	a ۳/۳۸	a ۳/۳۶	a ۳۴/۷۳	a ۳۴/۱۲
یک سوم بالایی	a ۱۶/۶۴	a ۱۶/۸۸	ab ۳۸/	ab ۳۸/۸۸	b ۳/۰۱	a ۳/۵۶	a ۳۰/۴۰	a ۲۹/۱۸
یک سوم میانی	a ۱۵/۶۷	a ۱۶/۰۹	b ۳۴/۱۲	b ۳۳/۰۴	c ۲/۶۴	c ۲/۹۸	ab ۲۷/۰۵	b ۲۴/۶۵
یک سوم تحتانی	a ۱۷/۵۸	a ۱۸/۲۵	a ۳۸/۵۱	a ۳۸/۶۶	a ۳/۲۵	a ۳/۵۶	a ۳۳/۱۳	a ۳۲/۷۶
کل	b ۸/	b ۹/۰۵	c ۰/۰۰	c ۰/۰۰	d ۰/۰۰	d ۰/۰۰	b ۲۱/	b ۱۹/

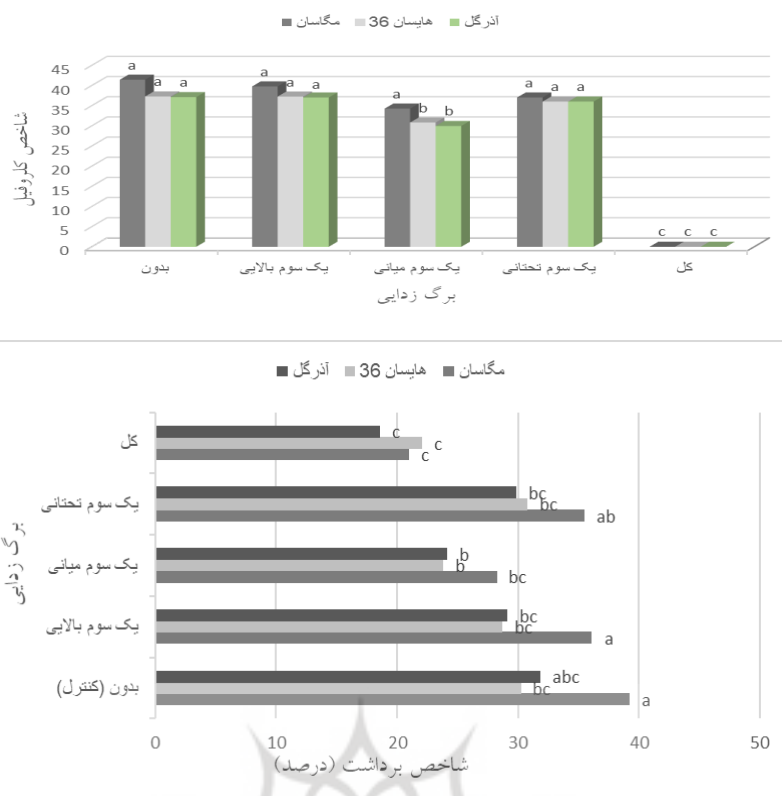


Figure1. Interaction leaf removal and cultivar with chlorophyll rat and harvest index .

سطوح مختلف رقم و برگ‌زدایی بر روی وزن ۱۰۰۰ دانه، درصد پوکی دانه، عملکرد دانه و روغن اثر معنی‌داری داشتند و نیز اثر برگ‌زدایی بر مقدار تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود. در حالیکه اثر متقابل رقم و برگ‌زدایی به جز بر روی تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه اثر معنی‌داری بر دیگر صفات نداشت (شکل ۲). نتایج نشان دادند که بین رقم‌ها و سطوح مختلف برگ‌زدایی در رابطه با عملکرد دانه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد که بیشترین آن مربوط به رقم مگاسان و برگ‌زدایی از یک سوم تحتانی و تیمار کنترل بود (جدول ۲). در این بررسی با برگ‌زدایی کل برگ‌ها و از قسمت‌های میانی، بالایی و تحتانی بترتیب ۸۷، ۴۶، ۲۵ و ۵ درصد از عملکرد دانه نسبت به تیمار کنترل کاهش پیدا کرد. می‌توان بیان داشت که از بین بردن برگ‌های بالایی و میانی بدلیل فعال بودنشان در فتوسنتز و نزدیکی آنها به طبق باعث کاهش بیشتر عملکرد می‌شود. همچنین نقش برگ‌های بالایی در پر شدن مخزن فیزیولوژیک، بیشتر از برگ‌های پائینی است. با حذف برگ‌ها مخصوصا برگ‌های بالایی علاوه بر کاهش میزان فتوسنتز، طول دوره پر شدن دانه نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه تعداد دانه‌های پوک در طبق افزایش می‌یابد (جدول ۲). میزان فتوسنتز قبل از مرحله گرده افشانی نقش اساسی در پر شدن دانه‌ها و احتمالا قبل از مرحله گرده افشانی و در شرایط محدودیت فتوسنتز، بین رشد ساقه و تولید گلچه‌ها از لحاظ جذب مواد فتوسنتزی رقابت وجود دارد، همچنین با توجه به این که ساقه اصلی‌ترین منبع ذخیره مواد غذایی بوده و این ذخایر در پر شدن دانه‌ها تاثیر می‌گذارد. چنین محدودیتی، کاهش در هر دو جز عملکرد یعنی تعداد دانه و وزن دانه را می‌تواند به دنبال داشته باشد و حذف برگ‌ها، ذخیره مواد غذایی را در ساقه‌ها کاهش داده و در نتیجه انتقال مجدد مواد به دانه‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. مورو و همکاران (۲۰۰۱) نیز تاثیر حذف برگ بر تعداد دانه را در اوایل مراحل زایشی بیشتر از مراحل نزدیک به رسیدگی گزارش کردند [6]. در همین راستا، مهرآیین و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین تعداد دانه از تیمار شاهد (عدم حذف برگ) و کمترین تعداد آن از حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها به دست آمد [24]. به نظر می‌رسد استفاده مناسب برگ‌ها از تابش خورشید و افزایش تولید مواد فتوسنتزی از جمله دلایل اصلی افزایش تعداد دانه در بوته می‌تواند باشد. در آزمایشی تاثیر حذف برگ بر تعداد دانه را در اوایل مراحل زایشی بیشتر

از مراحل نزدیک به رسیدگی گزارش کردند. همچنین اثرهای حذف برگ بر عملکرد دانه در آفتابگردان نشان می‌دهد که هر چه سطوح حذف برگ افزایش یابد و مرحله حذف برگ به مراحل گل‌دهی نزدیک‌تر شود، کاهش عملکرد به دلیل کاهش سطح فتوسنتزی گیاه بیشتر خواهد بود [6]. در گیاهان برگ‌ها اصلی‌ترین محل دریافت تابش خورشیدی و تولید مواد فتوسنتزی هستند. از اینرو، هر گونه کاهش سطح برگ‌ها یا پایین بودن کارایی آنها عامل اصلی تقلیل توانایی گیاه در جذب و تحلیل دی‌اکسید کربن به‌شمار می‌رود [25] و باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای و یا رویشی و نقصان عملکرد گیاه می‌شود [26]. در برخی پژوهش‌ها نیز کاهش عملکرد دانه گیاهان زراعی از جمله ذرت و سویا در اثر برگ‌زدایی گزارش شده است [27, 28]. جانسون (۲۰۰۳) کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه را با حذف ۱۰۰ درصدی برگ‌ها در مرحله گلدهی گزارش نموده است [13]. در آزمایش‌هایی بیشترین کاهش عملکرد با حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها ایجاد گردید که دلیل آن را کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد دانه در طبق گزارش کردند و حذف برگ‌ها در مراحل رشد رویشی، ذخیره مواد فتوسنتزی را در ساقه‌ها کاهش داده و در نتیجه انتقال مجدد مواد به دانه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد [11, 13]. نیز آزمایش‌های دیگری وجود دارد که نقش برگ‌های میانی ساقه را در عملکرد دانه بیشتر از سایر برگ‌ها عنوان می‌کنند و این امر ناشی از سطح فتوسنتزی بیشتر برگ‌های میانی است [13]. وزن دانه یکی از مؤلفه‌های تعیین کننده‌ی عملکرد نهایی است و اندازه دانه در واقع قابلیت ذخیره‌سازی دانه را مشخص می‌نماید. چنانچه با حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها میزان مواد فتوسنتزی به شدت کاسته شده و ذخیره در بذرها کاهش یافت و در نتیجه وزن بذر کاسته می‌شود [29]. میزان پوکی دانه آفتابگردان وابسته به عوامل ژنتیکی و اکولوژیکی می‌باشد. قطع برگ در مرحله گلدهی، بدلیل کاهش توانایی منبع (برگ‌ها) در پر کردن دانه‌ها، درصد پوکی را افزایش می‌دهد [30]. به نظر می‌رسد که عدم گرده‌افشانی کامل و عدم انتقال مواد غذایی از برگ‌ها و ساقه به دانه از جمله عوامل موثر در پوکی دانه آفتابگردان باشند. کاهش تعداد دانه در تیمارهای محدودیت منابع فتوسنتزی، به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه کاهش مقدار مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه‌ها باشد. در این شرایط، ممکن است تعدادی از دانه‌ها پر نشوند یا در مرحله رسیدگی به حدی کوچک باشند که در محاسبات تعداد دانه به حساب نیایند و در نتیجه موجب کاهش تعداد دانه گردد و به دنبال آن عملکرد دانه در واحد سطح نیز کاهش می‌یابد [8, 31]. البته دلیل اصلی پوکی دانه‌ها هنوز مبهم است.

Table 2. Mean comparison for number of seed in head, 1000 grain weight (g), unfilled seed, seed and oil yield (ton).

تیمار	تعداد دانه در طبق	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم)	پوکی دانه (درصد)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	کاهش عملکرد دانه (درصد)	عملکرد روغن (تن در هکتار)
سال	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۶
رقم						
مگاسال	a ۱۱۳۷/۰۸	a ۱۰۸۶/۷۳	a ۳۱/۵۴	a ۵۳/۹۳	c ۵/۱۲	c ۹/۸۳
هایسان ۳۶	a ۱۰۹۶/۱۸	a ۱۰۲۴/۱۳	b ۸۲/۴۵	b ۵۱/۶۷	b ۳/۰۱	b ۷۷/۱۲
آذرگل	a	a	b ۹۴/۶۷	a ۵۱/۹۴	b ۲/۹۳	a ۷۹/۱۵

		۳۱	۲۵	۲/۱۸		۱۷/۷۷	۱۴	۴۲	۴۴	۱۰۴۲/۳۳	۱۱۰۶/۳۲	
												برگ زدایی
۱/ ۸۸ a	۲/۱۶a	۰	۰	۳/۹۰a	۴/۷۷a	۶/۰۳c	۴/۹۱d	a ۵۹/۵۲	/۲۷a ۵۴	۱۰۷۳/۵۰a	a ۱۳۲۰/۱۰	کنترل
۱/۴۲b	/۶۷ab ۱	/۹c ۱۵	/۸c ۱۴	/۲۸ab ۳	۳/۶۲b	۸/۵۰c	۷/۷۲c	b ۵۲/۴۷	/۴۲b ۴۷	ab ۸۹۴/۵۰	/۷۳bc ۱۰۷۴	یک سوم بالایی
۱/۰۲b	b ۱/۱۱	/۹b ۴۴	/۷b ۴۰	۲/۱۵b	۲/۴۳c	/۸۰b ۱۱	b ۱۳/۹۲	۹۱c ۴۴/	/۸۱c ۴۰	bc ۷۱۹/۰۰	/۵۰bc ۹۸۹	یک سوم میانی
۱/۸۰a	۲/۱۱ a	۵/۶d	۴/۰d	۳/۶۸a	/۳۱ab ۴	۸/۵۳c	۴/۹۳d	a ۶۰/۱۶	/۹۸a ۵۳	ab ۹۷۶/۱۷	/۱۷ab ۱۲۲۴	یک سوم تحتانی
۰/۱۱c	۰/۲۶ c	/۴a ۸۶	/۵a ۸۲	۰/۵۳c	/۴۹d ۰	/۳۳a ۷۰	/۳۳a ۶۶	d ۱۶/۹۵	/۵۲d ۲۵	۵۸۱/۵۰ c	۸۵۰/۱۹ c	کل

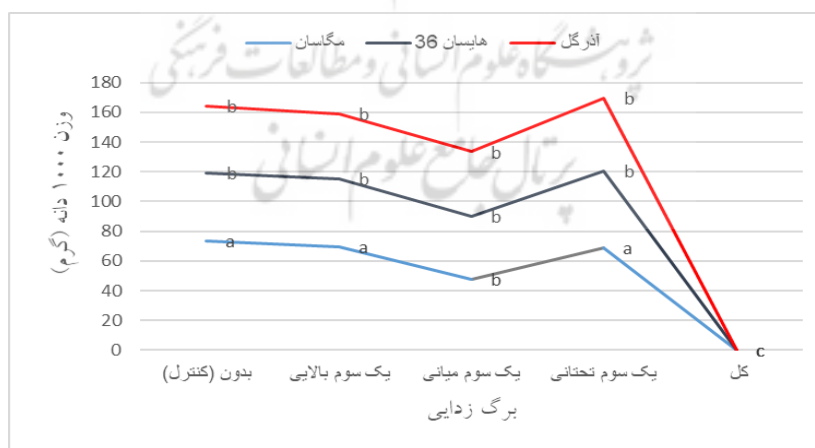
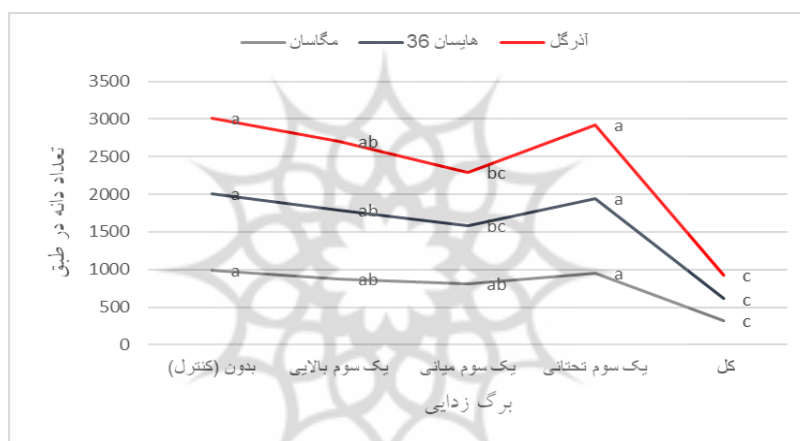


Figure 2. Interaction defoliation and cultivar with seed number in the head and 1000 seed weight.

مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که با حذف برگ، تعداد کل دانه نسبت به تیمار کنترل کاهش می‌یابد. افزایش سطوح قطع برگ، همچنین حذف برگ‌ها بخصوص برگ‌های بالایی وزن ۱۰۰۰ دانه را بیشتر کاهش می‌دهد. نتایج نشان دادند که عملکرد روغن در رقم مگاسان و تیمار کنترل و قطع برگ از قسمت تحتانی بیشترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۲).

احسانی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که محدودیت منبع و مخزن در کلزا باعث کاهش وزن ۱۰۰۰ گردید [32]. از آنجایی که سنتز روغن بعد از مرحله گل‌دهی و در حدود سه روز پس از تلقیح آغاز شده و تا زمانی که برگ‌ها فعال باشند ادامه می‌یابد. قطع برگ در این مراحل بیشترین تاثیر را بر روی درصد روغن می‌گذارد [11]. ولی از آنجایی که عملکرد روغن تحت تاثیر دو مؤلفه درصد روغن و عملکرد دانه قرار می‌گیرد، بنابراین عملکرد روغن تغییر معنی‌داری داشت. همچنین در آزمایش دیگر کمترین درصد روغن به هنگام حذف برگ‌های فوقانی آفتابگردان گزارش شد [13]. در آزمایش کایا و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد دانه همبستگی منفی با درصد روغن داشت [15].

تجزیه علیت و همبستگی صفات

بررسی همبستگی‌های بین صفات اگر چه در تعیین مولفه‌های اصلی که بر عملکرد تاثیر می‌گذارند کمک موثری می‌نماید، ولی اهمیت نسبی اثرات مستقیم و غیر مستقیم را نشان نمی‌دهند. تجزیه علیت روشی است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها را بر عملکرد روشن می‌سازد. جدول ۳ اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه را نشان می‌دهد؛ که بیشترین اثر مستقیم و مثبت را صفات وزن ۱۰۰۰ دانه ($0/80$) و تعداد دانه در طبق ($0/43$) به خود اختصاص داده‌اند و کمترین اثر مستقیم را قطر طبق ($0/20$) بخود اختصاص داد. لذا می‌توان عنوان کرد که صفت وزن ۱۰۰۰ دانه مهم‌ترین و بزرگ‌ترین عامل مستقیم تغییرات عملکرد دانه در آفتابگردان را تشکیل می‌دهد. نیز اثر مستقیم تعداد دانه در طبق بر عملکرد دانه $0/43$ و اثرات غیر مستقیم آن از طریق قطر طبق $0/125$ ، از طریق وزن ۱۰۰۰ دانه $0/277$ ، از طریق درصد پوکی دانه $0/188$ - می‌باشد. لذا همبستگی مثبت و بالای تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه احتمالاً از طریق اثرهای مثبت و قوی آن از طریق قطر طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه می‌باشد. بهرادر و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تجزیه علیت به این نتیجه رسیدند که تعداد دانه پر در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه و قطر طبق بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه و روغن دارد [17]. طبق جدول تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه مشاهده می‌گردد که درصد پوکی دانه دارای اثرهای غیر مستقیم و منفی از طریق قطر طبق ($0/176$ -)، تعداد دانه در طبق ($0/219$ -) و وزن ۱۰۰۰ دانه ($0/607$ -) بر عملکرد دانه می‌باشد. همچنین، اثر مستقیم درصد پوکی دانه بر عملکرد دانه $0/38$ است (جدول ۳). جدول همبستگی ساده صفات نیز رابطه مثبت و معنی‌داری را بین صفات تعداد دانه در طبق، قطر طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه را نشان داد (جدول ۴). در واقع افزایش درصد پوکی دانه از طریق افزایش قطر طبق و تعداد دانه در طبق و کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه و وجود عوامل تنش‌زا، که در زمان گلدهی و غلاف‌بندی بوجود می‌آید، باعث کاهش تولید مواد غذایی در گیاه و انتقال آنها به اندام‌های تولید کننده اقتصادی که همان طبق‌ها می‌باشند می‌شود. با توجه به همبستگی‌های ساده بین صفات، تجزیه رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت، اگر چه هر ۳ روش فوق تا حدودی موید یکدیگر هستند. اما روش تجزیه علیت در مقایسه با ۲ روش دیگر نقش موثر و با ارزش خود را در تعیین روابط مهم با عملکرد دانه و روغن کاملاً نشان داد. یعنی برای افزایش عملکرد دانه و روغن، از بین اجزای عملکرد دانه بر حسب اولویت باید قطر طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه و سپس تعداد دانه در طبق را افزایش داد تا کمبود عملکرد ناشی از افزایش صفات دیگر مانند درصد پوکی دانه در دوره‌ی دانه‌بندی جبران شود. استفاده از این روش نیاز به شناخت روابط علت و معلولی بین صفات می‌باشد [18]. در آزمایشی همبستگی منفی عملکرد دانه با درصد روغن گزارش شد، هم چنین در آزمایش آنها بین ارتفاع گیاه و وزن ۱۰۰۰ دانه با عملکرد دانه و روغن همبستگی مثبتی وجود داشت [15].

Table 3- Direct and indirect effects of traits on seed yield based on path analysis in sunflower.

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق	مجموع
------	------------	------------------------	-------

		قطر طبق	تعداد دانه در طبق	وزن ۱۰۰۰ دانه	درصد پوکی دانه
۰/۱۹۹	-	۰/۲۷۰	۰/۶۰۹	-۰/۳۳۹	۰/۷۳۹
۰/۴۲۹	۰/۱۲۵	-	۰/۲۷۷	-۰/۱۸۸	۰/۶۴۳
۰/۷۹۷	۰/۱۵۲	۰/۱۴۹	-	-۰/۲۹۲	۰/۸۰۶
۰/۳۸۳	-۰/۱۷۶	-۰/۲۱۹	-۰/۶۰۷	-	-۰/۶۱۱

اثر باقی مانده: ۰/۴۱۱

Table 4. Correlation effect of cultivar and defoliation in sunflower.

قطر طبق	۱				
تعداد دانه در طبق	۰/۷۸**	۱			
وزن ۱۰۰۰ دانه	۰/۸۷**	-۰/۵۴**	۱		
پوکی دانه	-۰/۴۸**	-۰/۲۷	-۰/۵۷**	۱	
عملکرد دانه	۰/۸۶**	۰/۷۴**	۰/۹۱**	-۰/۶۱**	۱
عملکرد روغن	۰/۸۴**	۰/۷۲**	۰/۸۹**	-۰/۶۲**	۰/۹۹**

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه مرحله‌ی تشکیل و پرشدن دانه‌ها بعد از زمان حذف برگ واقع شده بود، بیشترین تغییرات ناشی از حذف برگ-ها، در صفات مرتبط با عملکرد نظیر قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه، پوکی دانه و شاخص برداشت مشاهده گردید و بدنبال آن کاهش در عملکرد دانه و روغن حاصل شد. این امر نشانگر حساسیت بیشتر اوایل دوره زایشی بخصوص مراحل گلدهی و گرده افشانی به عوامل نامساعد محیطی است. به نظر می‌رسد مراحل اولیه رشد رویشی به دلیل کافی بودن زمان برای جبران خسارت و مراحل انتهایی رشد به دلیل تکمیل پرشدن دانه‌ها از حساسیت کمتری برخوردار باشند. براساس مقایسه میانگین صفات حذف برگ یک سوم برگ‌های بوته در قسمت‌های فوقانی و تحتانی بر عملکرد روغن معنی‌دار نشد. حذف کلیه برگ‌ها این صفات را در سطوح معنی‌داری نسبت به تیمار بدون حذف برگ تغییر داد. با توجه به این که آسیب‌های جزئی به برگ در تغییر این صفات موثر نبوده برای دسترسی به نتایج دقیق‌تر می‌توان سطوح دستکاری برگی را افزایش داد. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی صفات نشان داد که کاهش عملکرد دانه و روغن در تیمارهای حذف کل برگ‌ها در یک سوم میانی ساقه ناشی از کاهش هر ۲ عامل تعداد دانه‌های و وزن ۱۰۰۰ دانه است. به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد در تیمار قطع یک سوم میانی بیشتر تحت تاثیر کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه قرار گرفته است. در این بررسی برگ‌های محدوده‌ی میانی ساقه بدلیل سطح فتوسنتزی وسیع و فعالیت بیشتر از اهمیت بالاتری نسبت به سایر برگ‌ها برخوردار بوده‌اند. برگ‌های تحتانی بوته نیز به دلیل مسن بودن کمترین کارایی لازم را دارا بودند، به طوری که حذف این برگ‌ها تغییرات چشم‌گیری را نسبت به تیمار شاهد در صفات مورد مطالعه ایجاد نکرد. برای اطمینان از این نتایج می‌توان آزمایش‌های حذف برگی را با دامنه وسیع‌تر بر روی ارقام و در مراحل مختلف رشدی انجام داد. □ در نهایت با در نظر گرفتن شرایط انجام این آزمایش، □ در مرحله گل‌دهی آفتابگردان آسیب برگ‌های بالایی بخصوص برگ‌های میانی توسط عوامل زنده و غیر زنده عملکرد دانه و روغن را کاهش می‌دهد.

منابع

- Seiosemarde, A., Ranjbar, H., Sohrabi, Y., Bahramnejad, B. 2011. Effect of drought stress and source and reservoir restrictions on gas exchanges and sunflower performance. J IR Crop Sci. 42: 3. 585-596.
- Rachid Al-Chaarani, G. 2004. Variabilite genetique et identification des QTLs lies a laquagite des semences chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.). These de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse, France.
- Praba, M.L., Cairns, J.E., Babu, R.C., and Lafitte, H.R. 2009. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. J Agron Crop Sci. 195: 1. 30- 46.
- Erbas, S., and Baydar, H. 2007. Defoliation effects on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed yield and oil quality. Turk J Biol. 31: 2. 115-118.
- Anonymous. 1995. Sunflower production. North Dakota State University. N. D. S. U. Extension Service.
- Muro, J., I. Irigoyen, A. F. Militon and C. Lamsfus. 2001. Defoliation effects on sunflower yield reduction. Agron. J., 93: 634-637.
- Mohammadiyan, R. 2015. Effect of planting time and leaf removal severity on sugar beet root yield and quality. IR J Agric Sci. 18: 2. 88-103.
- Sadeghi, F., Kazemaini, S.A., and Emam, Y. 2014. Effect of origin and destination manipulation on photosynthetic rate and sunflower seed yield. Oil Prod. 2: 1. 85- 97.
- Board, J.E. 2004. Soybean cultivar differences light interception and leaf area index during seed filling. Agron J. 96: 1. 305-310.
- Khan, N.A., Khan, M., and Ansari, H.R. 2002. Auxin and defoliation effects on photosynthesis and ethylene evolution in mustard. Sci Hort. 96: 1-4. 43-51.
- Abdi, S., Moghaddam, A., and Ghadimzadeh, M. 2007. Effect of defoliation intensity in the different reproductive stage of two sunflowers (*Helianthus annus* L.) cultivars on grain and oil yield. J Sci Technol Agric Nat Res. 11: 40. 245-255.
- Jamshidi, E., Agha Alikhani, M., and Ghalavand, A. 2009. Effect of defoliation intensity at different reproductive stages on seed and oil yields in sunflower (*Helianthus annus* L.). IR J Crop Sci. 10: 4. 349-361.
- Jonson, B.L. 2003. Dwarf sunflower response to row spacing, stand reduction and defoliation at different growth stage. Can. J. Plant Sci. 83: 319-326.
- Aliyari, H., F. Shekari and F. Shekari. 2000. Oil seeds. Tabriz Amidi Publishers, Tabriz, Iran, p. 330.
- Kaya, y., Evci, G., Pekcan, V., Gucer, T. and Ibrahim yilmaz, M. 2008. Yield relationships in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) Edrin Turkey. J. Res., 47: 7-11.
- Rondanini, D., A. Mantese, R. Savin and A. J. Hall. 2005. Responses of sunflower yield and grain quality to alternating day/night high temperature regimes during grain filling effects of timing, duration and intensity of exposure to stress.
- Behradfar, A., Hassanzadeh Gorttapeh, A., Talat, F. and Zardashty, M. R. 2009. Evaluation of correlated traits for seed and oil yield in sunflower (*Helianthus annuus* L) through path analysis in under condition relay, cropping. Biological Sciences. J. R., 4(1), P: 82-85.
- Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Agricultural and Biological Science, 4, 120-125.

- Ankon, G., and D.B. Weaver. 1986. Defoliation responses of determinate and indeterminate late planted soybeans. *Crop Sci.*, 26: 156- 159.
- Divsalar, M., Tahmasebi Sarvestani, Z., Modares Sanavi, S.A.M., and Hamidi, A. 2015. Effect of drought stress on protein, oil, and soybean fatty acid composition. *Plant Ecophysiol.* 27: 1. 44-55.
- Amini, Z., Parsa, M., Nasiri Mahalati, M., and Banaian Aval, M. 2017. Effect of leaf removal on yield and yield components of chickpea under different levels of nitrogen and irrigation regimes. *IR Cereals Res.* 8: 1. 9-21.
- Petroff, R., 2002. Sunflower production in Montana. Montana State University. USA. pp 182.
- Emam, Y., Maghsoudi, K., and Bahrani, H. 2012. Effect of defoliation on assimilates partitioning in maize (*Zea mays* L.) hybrid SC704. *J Agric Sci Tech.* 10: 1. 13-21.
- Mehraein, S., Maghsodi, K., and Emam, Y. 2012. Effect of removal of high and low leaves on grain yield and yield components of hybrid 704. *IR J. Crop Sci.* 15: 2. 152-165.
- Ashley, R.O., Eriksmoen, E.D., Whitney, M.B., and Rettinger, B. 2002. Sunflower date of planting study in Western North Dakota. Annual Report, Dickinson Research Extension. 48p.
- Jadidi, T., Hejam, S., Kamali, Q., Fotohi, K., and Abdolahiyan Noghabi, M. 2009. The effect of leaf strain removal in different stages of growth on root yield and sugar beet quality. *IR J Agric Sci.* 12: 3. 252-264.
- Lauer, G.J., Roth, G.W., and Bertram, M.G. 2004. Impact of defoliation on corn forage yield. *Agron J.* 96: 5. 1459-1463.
- Mangen, T.F., Thomison, P.R., and Strachan, S.D. 2005. Early season defoliation effects on to pcross high oil corn production. *Agron J.* 97: 3. 823-831.
- Memari, M., Faraji, A., Arabi, Z., and Mosnei, H. 2015. Effect of source constraints on physiological traits, yield and yield components of rapeseed under wet weather conditions. *J Crop Physiol.* 30: 8. 53-67.
- Alkio, M., E. Grimm and W. Diepenbrock. 2000. Source- sink relationship decides on grain filling in sunflower. *Proc. of the 3rd Int. Crop Sci. Cong.*, Hamburg, Germany. Pp: 142.
- Saeidi, M., and Ajand, M. 2014. The effect of photosynthetic and photosynthetic sources and postpollination stress on grain yield and gas exchange of different barley varieties. *Agric Crop.* 16: 4. 839-856.
- Ehsani, A., Dadnia, M.R., and Bohrani, A. 2012. Effect of planting date and source and reservoir constraints on grain yield and yield components of rapeseed in Ramhormoz. Pp: 2750-2761. Nonprofit Defense Conference in Agriculture. Qeshm Island.