Plant Production Technology/ Volume 23/ Issu 1/ Pages 105-116/ Spring and Summer 2023
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27954.2099

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Effect of Dylan, Atlantis and Total herbicide Formulations on Different Chlorophyll Fluorescence Parameters of Dandelion Weed (*Taraxacum syriacum* Boiss.)

Mozafari[1*], S. M., Mohammaddoust Chamanabad[2], H. R. and Hasannezhad[3], S.

1 and 2. PhD Student and Professor, Respectively, Department of Plant Production Engineering and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Associate Professor of Department of Plant Production Engineering and Genetics, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*: Corresponding author Email: mozafarimaryam5@gmail.com
This paper has been extracted from the first author's PhD thesis under the supervision of Hamid Reza Mohammaddoust Chamanabad and Sirous Hasannezhad.

Received: 2023/06/15 Accepted: 2023/09/19

Abstract

Considering the effect of stresses on photosynthesis, the investigation of chlorophyll fluorescence in plants is very important to evaluate the effect of herbicides on plants. This experiment was also conducted in order to study the effects of Dylan, Atlantis and Total herbicides on the dandelion fluorescence system in the green space of the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Mohaghegh Ardabili University in 2021 For this purpose, different doses (0, 0.5, 1 and 2 times the recommended dose) of the herbicides Dylan, Atlantis and Total were applied. Fluorescence of dandelion was measured.1, 2, 3, 5, 7, 10 and 14 days after treatment with herbicides with a portable fluorometer. The results showed that Dylan and Atlantis reduced maximum fluorescence more severe than Total and irreversible. The application of high dose of Atlantis reduced the variable fluorescence of dandelion by 46% compared to the control. Also, the dry weight of dandelion decreased under the influence of different herbicide treatments compared to the control. The amount of reduction in the herbicide treatment of Dylan and Atlantis was more than total. In these herbicides, the dry weight of dandelion was 50% less than the control.

Keywords: Chemichal management, Photosynthetic system, Urban Green Space, Weed control

Introduction

Herbicides are one of the most effective agricultural tools in the fight against weeds, and the use of these chemicals has increased significantly in recent years, especially in developed countries in the field of agriculture. It is necessary to use non-destructive and high-speed methods to accurately and quickly investigate the effects of herbicides on plants and identify their mechanisms of action. Evaluation of chlorophyll a fluorescence is a quick and non-destructive method to determine the state of the plant's photosynthetic system in response to various stresses, such as herbicide stress. Chlorophyll a transfers the energy received from the light photon to the reaction center and these interactions cause the electron transfer chain to start in the chloroplast. Considering the effect of stresses on photosynthesis, the investigation of chlorophyll a fluorescence in plants is very important to evaluate the effect of herbicides on plants.

Materials and methods

This experiment was also conducted in order to study the effects of Dylan, Atlantis and Total herbicides on the dandelion fluorescence system in the green space of the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Mohaghegh Ardabili University in 2020 in the form of a basic randomized complete block design with 3 replications. Different doses (0, 0.5, 1 and 2 times the recommended dose) of Dylan, Atlantis and Total herbicides were evaluated. Chlorophyll a fluorescence of dandelion was measured 1, 2, 3, 5, 7, 10 and 14 days after treatment with different herbicides with a portable fluorometer. For this purpose, fully developed leaves on the top of the plant were selected. The selected leaves were placed in the dark for 20 minutes using special clips so that all reaction centers of the photosynthetic apparatus were open and ready to transfer electrons. Then, a light pulse at a wavelength of 650 nm with an intensity of 3000 µmolphotons per square meter per second was irradiated to these leaves for four seconds, and parameters such as minimum fluorescence (F0), maximum fluorescence (Fm), variable fluorescence (Fv), maximum photochemical efficiency of photosystem II (Fv/Fm), efficiency of the water-decomposing complex as an electron donor of photosystem II (Fv/Fo), and heat loss (Fo/Fm)) were studied. One month after application of different weed control treatments, in each plot dandelion were colected using a 25×25 cm square and then placed in an oven at a temperature of 72°C for 48 hours and their dry weight was measured.

Results and discussion

Results showed that application of herbicides decreased maximum fluorescence of Fm, variable fluorescence of Fv, maximum photochemical efficiency of photosystem II (Fv/Fm) and efficiency of water splitting complex as an electron

donor to photosystem II (Fv/Fo) of dandelion and increased minimum fluorescence and Fo/Fm. Also, dry weight of dandelion weed decreased under the influence of different herbicide treatments compared to control (no herbicide). Results showed that maximum fluorescence reduction in Dylan and Atlantis was more severe and irreversible than Total. Application of a dose of 2 times recommended amount of Atlantis reduced variable fluorescence of dandelion by 46% compared to control. Also, dry weight of dandelion weed decreased under the influence of different herbicide treatments compared to control. The amount of reduction in Dylan and Atlantis herbicide treatment was more than total. In these herbicides, the dry weight of dandelion was 50% less than the control. The results of the effect of herbicides on dry weight were consistent with their effect on the fluorescence parameters of chlorophyll a. Total herbicide did not have much effect on chlorophyll a and dry weight parameters, on the contrary, Atlantis and Dylan herbicides increased Fo and Fo/Fm and decreased Fm, Fv and Fv/Fo, and as a result decreased dry weight of dandelion.

Conclusion

Overall, results showed that Atlantis herbicide had the greatest effect on fluorescence parameters of chlorophyll a and dry weight. Based on results obtained from the evaluation of chlorophyll a fluorescence parameters and the existence of a relationship between chlorophyll a fluorescence parameters and dandelion weed biomass calculated one month after the application of herbicide treatments, it can be concluded that chlorophyll a fluorescence is a quick method to study the effectiveness of herbicides and reduces the time required to study the plants response to herbicides.

Citations: Mozafari, S. M., Mohammaddoust Chamanabad, H. R. & Hasannezhad, S. (2023). The Effect of Dylan, Atlantis and Total herbicide Formulations on Different Chlorophyll Fluorescence Parameters of Dandelion Weed (*Taraxacum syriacum* Boiss.). *Plant Production Technology*, *23*(1), 1-13. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27954.2099

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

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

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و سوم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۱۰۵- ۱۱۶/ بهار و تابستان ۱۴۰۲
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27954.2099

تأثیر فرمولاسیون‌های علف‌کشی دیالن، آتلانتیس و توتال بر پارامترهای مختلف فلورسانس کلروفیل علف‌هرز قاصدک (*Taraxacum syriacum* Boiss.)

The effect of Dylan, Atlantis and Total herbicide formulations on different chlorophyll fluorescence parameters of dandelion weed (*Taraxacum syriacum* Boiss.)

سیده مریم مظفری[1*]، حمیدرضا محمددوست چمن‌آباد[2] و سیروس حسن‌نژاد[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸
(مقاله پژوهشی)

چکیده

قاصدک علف‌هرزی چندساله ساده است که هم در اراضی کشاورزی و هم در فضاهای سبز یک مشکل جدی به‌شمار می‌رود. کنترل شیمیایی از مرسوم‌ترین روش‌های مدیریت علف‌های هرز قاصدک محسوب می‌شود. استفاده از فلورسانس کلروفیل برای تشخیص و تعیین زودهنگام اثرات علف‌کشی روی علف‌های هرز، و تعیین کارایی تیمارهای علف‌کشی در مدت کوتاهی پس از کاربرد آن‌ها مفید است. این آزمایش نیز به‌منظور مطالعه اثرات فرمولاسیون‌های علف‌کشی دیالن، آتلانتیس و توتال بر پارامترهای فلورسانس قاصدک انجام شد. آزمایش در سال ۱۴۰۰ در فضای سبز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی که به‌طور طبیعی آلوده به قاصدک بود انجام شد. برای این منظور دزهای مختلف (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ برابر دز توصیه شده) علف‌کش‌های دیالن، آتلانتیس و توتال موردارزیابی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. سم‌پاشی در مرحله شش برگی قاصدک انجام شد. پارامترهای فلورسانس کلروفیل a قاصدک ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز بعد از تیمار علف‌کشی با دستگاه پرتابل فلورومتر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار کاهش فلورسانس حداکثر در دیالن و آتلانتیس نسبت به توتال شدیدتر و غیرقابل برگشت بود. کاربرد دز ۲ برابر مقدار توصیه شده آتلانتیس فلورسانس متغیر قاصدک را ۴۶ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد. هم‌چنین، وزن خشک علف‌هرز قاصدک تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کشی در مقایسه با شاهد کاهش یافت. میزان کاهش در تیمار علف‌کش دیالن و آتلانتیس بیش از توتال بود. در این علف‌کش‌ها (دیالن و آتلانتیس) وزن خشک قاصدک ۵۰ درصد کم‌تر از شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز شهری، دستگاه فتوسنتزی، کنترل علف‌های هرز، مدیریت شیمیایی

ارجاع به مقاله: مظفری، س. م.، محمددوست چمن‌آباد، ح. ر. و حسن‌نژاد، س. (۱۴۰۲). تأثیر فرمولاسیون‌های علف‌کشی دیالن، آتلانتیس و توتال بر پارامترهای مختلف فلورسانس کلروفیل علف‌هرز قاصدک (*Taraxacum syriacum* Boiss.)، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۳(۱)، ۱۰۵-۱۱۶.
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.27954.2099

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

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

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mozafarimaryam5@gmail.com

مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی آقای حمیدرضا محمددوست چمن آباد و آقای سیروس حسن نژاد می‌باشد.

مقدمه

علف‌های هرز گیاهان ناخواسته‌ای هستند که در کنار گیاهان زراعی، باغی و یا در فضاهای سبز رشد کرده و از طریق رقابت با گیاه اصلی برای آب، مواد غذایی و نور (*گال*[1] و همکاران، 2015؛ اسچنک[2]، 2006)، ترشح مواد دگرآسیب (*نقی‌زاده* و همکاران، 2019)، تجمع موادشیمیایی در گیاه مثل H_2O_2 و یا ایجاد حساسیت در انسان (*گال* و همکاران، 2015) باعث اخلال در زندگی و آسایش انسان می‌شوند. قاصدک با نام علمی (*Taraxacum syriacum* Boiss.) ازجمله علف‌های هرزی است که علاوه‌بر اراضی کشاورزی و باغات، عمدتاً چمن، گیاهان زینتی، چمن‌زارها و مراتع را آلوده می‌کند (*بی‌نام*[3]، 2004) و به‌عنوان علف‌هرز مشکل‌ساز در مناطق مسکونی، تجاری و محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (*اسچینگ* و *بلند*[4]، 2002). امروزه در دنیا و ایران مهم‌ترین شیوه مدیریت با علف‌های هرز مبارزه شیمیایی می‌باشد. در دهه‌های اخیر کنترل شیمیایی به‌دلیل سهولت و کارایی روشی بسیار گسترده و رایج بوده است. پژوهشگران یک‌بار سمپاشی با مکوپروپ پی + دی کلروپروپ پی + امث‌پ‌آ (دوپلسان سوپر) با فرمولاسیون ۶۰ درصد SL (قابل‌حل در آب) به‌مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار (ماده تجاری) و یا توفوردی + امسی‌پی‌آ (یو ۴۶ کمبی فلوئید) با فرمولاسیون ۶۷/۵ درصد SL به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار (ماده تجاری) برای کنترل قاصدک در چمن فتان‌بلند (*Festuca arundinacea* Schreb) را توصیه کردند (*ذبیح اللهی* و همکاران، 2008).

برای ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها از اندازه‌گیری صفات مختلفی ازجمله ارزیابی چشمی میزان آسیب علف‌هرز و یا اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های هرز استفاده می‌شود. امروزه مشخص شده است که استفاده از فلورسانس کلروفیل برای تشخیص و تعیین زودهنگام اثرات علف‌کشی روی علف‌های هرز، و تعیین کارایی تیمارهای علف‌کشی در مدت کوتاهی پس از کاربرد آن‌ها مفید است (*ریثمولار- هاگ*[5] و همکاران، 2006). فلورسانس کلروفیل a، روشی غیرتخریبی، سریع و دقیق برای ارزیابی تنش‌های مختلف در گیاهان است (*کلاجی*[6] و همکاران، 2011). کلروفیل a انرژی دریافتی از فوتون نوری را به مرکز واکنش انتقال می‌دهد. و این فعل و انفعالات سبب راه افتادن زنجیره انتقال الکترونی در کلروپلاست می‌شوند (*کلاجی* و *گو*[7]، 2008). جفت کلروفیل a موجود در مرکز واکنش انرژی دریافتی از کاروتنوئیدها و کلروفیل‌های کمکی را گرفته، باعث برانگیختگی و انتقال الکترون به گیرنده‌ها و راه‌اندازی زنجیره انتقال الکترونی در غشای تیلاکوئیدی کلروپلاست می‌گردد (*مهتا*[8] و همکاران، 2010). در صورت وقوع تنش محیطی به‌دلیل مسدود شدن مسیر انتقال الکترون، فتوسنتز متوقف یا کاهش یافته، هدر رفت گرمایی و فلورسانس افزایش می‌یابد. میزان فلورسانس کلروفیل a در شرایط عادی حدود ۰/۳ تا ۳ درصد کل انرژی دریافتی است که این میزان در شرایط تنش با کاهش فتوسنتز افزایش می‌یابد. بنابراین، برای ارزیابی چنین تغییرات سیستم فتوسنتزی گیاه، می‌توان از شاخص‌های متفاوتی هم‌چون بررسی فلورسانس کلروفیل a استفاده نمود (*مهتا* و همکاران، 2010). از طرفی با ارزیابی پارامترهای کلروفیل می‌توان بازیابی یا عدم‌بازیابی علف‌کش‌ها را ارزیابی نمود. *ریثمولار- هاگ* و همکاران (2006) تشخیص زودهنگام اثرات علف‌کش در علف‌های هرز را با استفاده از اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل گزارش کردند. نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که تأثیر بسیاری از بازدارنده‌های فعالیت متابولیسم که به‌صورت مستقیم روی فرآیندهای فتوسنتز هم تأثیری ندارند را می‌توان با پارامترهای فلورسانس کلروفیل ارزیابی نمود (*ریثمولار- هاگ* و همکاران، 2006).

پارامترهای فلورسانس کلروفیل a ازجمله Fo و Fm و یا نسبت Fo/Fm (که در گیاهان سالم و بدون تنش مقدار این نسبت معادل ۵-۶ می‌باشد) می‌توانند کمک زیادی به بررسی کارایی علف‌کش‌ها نمایند (*بجورکمان* و *دمیک*[9]، 1987). علاوه‌بر این تفاضل دو پارامتر Fm و Fo بیانگر مقدار فلورسانس متغیر Fv می‌باشد که از آن می‌توان به نسبت معروف Fv/Fm که معادل حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II است، رسید که در تمام گیاهان عالی و بدون تنش معادل ۰/۷۸-۰/۸۴ است (*بجورکمان* و *دمیک*،1987). *آورسجی* و همکاران (2016) گزارش کردند که پنج روز پس از کاربرد ۶۴ گرم ماده مؤثره کلودینافوپ در هکتار مقدار فلورسانس حداکثر یولاف وحشی کاهش یافت. هم‌چنین، *عباسپور* و *استربیک*[10] (2007) کاهش غیرقابل برگشت حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) را در علف‌هرز تاج‌ریزی پس از کاربرد علف‌کش دسمدیفام گزارش کردند. *پورحیدرغفاربی*[11] و همکاران (2020) گزارش کردند که ۱۶ ساعت پس از کاربرد علف‌کش بروموکسینیل

1. Gal
2. Schenk
3 Anonymous
4. Schnick and Boland
5. Riethmuller-Haage
6. Kalaji
7. Kalaji and Guo
8. Mehta
9. Bjorkman and Demmig
10. Abbaspoor and Streibig
11. Pourhaidar ghafarbi

روی تاج‌خروس مقدار Fo و Fo/Fm به‌ترتیب ۸۴ و ۸۹ درصد افزایش و مقدار Fm و Fv/Fm به‌ترتیب ۴۰ و ۷۱ درصد کاهش یافت. هدف از اجرای این پژوهش مقایسه پارامترهای مهم فلورسانس کلروفیل شامل Fo فلورسانس حداقل، Fm فلورسانس حداکثر، Fv فلورسانس متغیر، Fv/Fo فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده آب در طرف دهنده الکترون به فتوسیستم II، Fo/Fm هدر رفت گرمایی، Fv/Fm حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) در تشخیص زودهنگام اثرات تخریبی علف‌کش‌های دیالن، آتلانتیس و توتال قبل از بروز علایم ظاهری آن‌ها در علف‌هرز قاصدک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات علف‌کش‌های دی‌کامبا + توفوردی (دیالن)، فروسولفورن + یودوسولفورون + مفن پایردی دی اتیل (آتلانتیس) و مت سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال) بر سیستم فلورسانس گل قاصدک آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در فضای سبز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی که به‌طور طبیعی آلوده به قاصدک بود، در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. برای این منظور دزهای مختلف (۰، ۰/۵، ۱، ۲ برابر دز توصیه شده) از علف‌کش‌های دیالن (۰/۸ لیتر در هکتار)، آتلانتیس (۱/۵ لیتر در هکتار) و توتال (۵۰ گرم در هکتار) که در آزمایش‌های گلخانه‌ای بررسی شده بودند، در فضای سبز مشخص شده استفاده شد. برای این منظور ابتدا ۱۲ کرت به ابعاد ۱ مترمربع (۱×۱) در سه تکرار مشخص شد. در مرحله شش برگی قاصدک عملیات سم‌پاشی با یک سم‌پاش پشتی مجهز به نازل شره‌ای (به‌دلیل در دسترس بودن) و با فشار ۲ تا ۲/۵ بار انجام شد. فلورسانس کلروفیل a با دستگاه پرتابل فلورومتر یک، دو، سه، پنج، هفت، ده و چهارده روز پس از تیمار علف‌کشی اندازه‌گیری شد. برای این منظور جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته انتخاب شد. برگ‌های انتخاب شده با استفاده از کلیپس‌های مخصوص به‌مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند تا تمام مراکز واکنش دستگاه فتوسنتزی باز بوده و آماده انتقال الکترون باشند. سپس یک پالس نوری در طول‌موج ۶۵۰ نانومتر با شدت ۳۰۰۰ میکرومولفوتون در مترمربع بر ثانیه و به‌مدت چهار ثانیه به این برگ‌ها تابیده شد و پارامترهایی هم‌چون فلورسانس حداقل (Fo)، فلورسانس حداکثر (Fm)، فلورسانس متغیر (Fv)، حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II (Fv/Fm)، کارایی کمپلکس تجزیه‌کننده آب به‌عنوان دهنده الکترون فتوسیستم II (Fv/Fo)، و هدر رفت گرمایی (Fo/Fm) موردمطالعه قرار گرفتند. یک ماه بعد از اعمال تیمارهای مختلف علف‌کشی علف‌های هرز قاصدک موجود در هر کرت به‌طور تصادفی با استفاده از کوادرات ۲۵×۲۵ سانتی‌متر انتخاب و کف‌بُر شدند سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. اشکال و نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

تأثیر دزهای مختلف علف‌کش‌ها بر شاخص فلورسانس

نتایج تجزیه‌های آماری داده‌ها نشان داد که تمام فاکتورهای موردمطالعه بر حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm)، فلورسانس متغیر (Fv)، هدررفت گرمایی (Fo/Fm) و فلورسانس حداقل (Fo) معنی‌دار بودند. هم‌چنین، تأثیر علف‌کش، دز، زمان، علف‌کش × دز و زمان × علف‌کش بر فلورسانس حداکثر (Fm) معنی‌دار بود. فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده آب در طرف‌دهنده الکترون به فتوسیستم دو (FV/Fo) در تمام فاکتورها به‌جز علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین مربعات Fv/Fm، Fo، Fm، Fv، Fv/Fo، Fo/Fm علف‌هرز قاصدک ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش
Table 1: Mean square variance analysis of Fv/Fm, Fo, Fm, Fv, Fv/Fo, Fo/Fm of dandelion weed 14 days after herbicide application

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares					
		Fv/Fm	Fo	Fm	Fv	Fv/Fo	Fo/Fm
تکرار Repeat	2	0.0 ns	179.369ns	245.036ns	518.821ns	0.039ns	0.001ns
علف‌کش Herbicide	2	0.002**	983.476**	15204.798**	9354.476**	0.012ns	0.001**
دز Dose	3	0.037**	2331.836**	416117.094**	186592.286**	11.619**	0.077**
زمان Time	6	0.014**	994.886**	71949.444**	51983.991**	2.045**	0.011**
علف‌کش × دز D ×H	6	0.004**	301.455**	6348.713**	1812.111**	0.049*	0.001**
زمان × علف‌کش H×T	12	0.002**	1325.847**	72218.8**	11316.856**	1.276**	0.008**
زمان × دز D×T	18	0.012**	1201.583**	31935.6ns	5274.696**	0.948**	0.004**
زمان × علف‌کش × دز D×H×T	36	0.005**	919.961**	24130.3ns	2955.744**	0.349**	0.003**
خطا Erorr	166	0.0001	42.614	20476.4	37.942	0.021	0.0001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		0.001	4.137	21.25	1.24	4.55	4.16

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار می‌باشد
*, ** and ns: Significant at p≤0.05 and p≤0.01 and no significant, respectively

فلورسانس حداقل (Fo) و فلورسانس حداکثر (Fm) کلروفیل a قاصدک؛

نتایج نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها مقدار فلورسانس حداقل قاصدک را افزایش و مقدار فلورسانس حداکثر را کاهش داد. مقایسه میانگین داده‌های فلورسانس حداقل نشان داد که بین شاهد و ۰/۵ برابر دز توصیه شده علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و حتی ۱۴ روز پس از تیمار قابل برگشت بود و به مقدار شاهد نزدیک شد (شکل ۱). چهارده روز پس از کاربرد دزهای ۱ و ۲ برابر مقدار توصیه شده علف‌کش آتلانتیس بیش‌ترین تفاوت را بین فلورسانس حداقل نسبت به شاهد داشت. مقدار کاهش فلورسانس حداکثر در دیالن و آتلانتیس نسبت به توتال شدیدتر بود. به‌طوری‌که در هر سه دز علف‌کش آتلانتیس این کاهش تا روز ۱۴ وجود داشت و رو به افزایش بود و از ۸۰۰ در شاهد به ۵۵۰-۵۰۰ در دزهای مختلف علف‌کش آتلانتیس رسید. آزمایش‌های زیادی نشان داده است که تحت‌تأثیر عوامل تنش‌زا فلورسانس حداقل افزایش و فلورسانس حداکثر کاهش می‌یابد (*اورسجی* و همکاران، 2016؛ *باکر* و *روسنویست*[1]، 2004). کاهش میزان فلورسانس حداکثر ممکن است به‌علت کاهش فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده و در نتیجه کاهش فعالیت فتوسیستم II باشد. در پی ممانعت از انتقال الکترون در فتوسیستم II گونه‌هایی از اکسیژن فعال تولید می‌شوند که با حمله به لیپیدهای غشایی و ایجاد رادیکال‌های آزاد لیپیدی باعث تخریب غشاهای سلولی و لیپیدها و در نهایت مرگ گیاه می‌شود (مهتا و همکاران، 2010). آزمایش پورحیدر غفاربی و همکاران (2016) نشان داد که در روزهای اولیه تیمار سلمه‌تره با علف‌کش توفوردی + امسی‌پی‌آ، میزان Fo و Fm تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) نداشت، درحالی‌که در دو علف‌کش بنتازون و بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ، Fo افزایش و Fm کاهش یافت.

فلورسانس متغیر (Fv) و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) قاصدک

کاربرد علف‌کش‌ها و ایجاد تنش موجب کاهش مقدار فلورسانس متغیر (Fv) در قاصدک شد و با افزایش دز علف‌کش‌ها مقدار کاهش تشدید شد (شکل ۲). با گذشت زمان Fv در تیمار علف‌کشی آتلانتیس در مقایسه با تیمارهای علف‌کشی دیالن و

1. Baker and Rosenqvist

توتال در روز سوم با دز ۲ لیتر در هکتار با مقدار ۲۷۱ کاهش چشم‌گیری داشت و نسبت به تیمار شاهد ۴۶ درصد کاهش یافت. پس از آن به‌ترتیب علف‌کش‌های توتال و دیالن کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۲).

در دزهای پایین علف‌کش دیالن (۰/۵ و ۱ برابر دز توصیه شده) مقدار فلورسانس متغیر قابل برگشت بود. کاهش فلورسانس متغیر نشان از عملکرد ضعیف مکانیسم فلورسانس کلروفیل a در شرایط تنش و افزایش سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی می‌باشد (*باکر* و *روسنویست*، 2004).

جدول ۲: نتایج تجزیه‌های آماری فاکتورهای موردمطالعه بر میانگین مربعات وزن خشک قاصدک

Table 2: Results of statistical analyzes of studied factors on mean square dry weight of dandelion

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares
علف‌کش	Herbicide	2	0.336**
تکرار	Repeat	2	0.009ns
دز	Dose	3	1.431**
علف‌کش × دز	H×D	6	0.070**
خطا	Error	22	0.028
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)	-	5.57

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم‌معنی‌دار می‌باشد

*, ** and ns: Significant at p≤0.05 and p≤0.01 and no significant, respectively

در واقع پایین بودن Fv نشان‌دهنده عملکرد ضعیف فلورسانس کلروفیل a در شرایط تنش و افزایش سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی در علف‌هرز است (*حسن‌نژاد*[1] *و پورحیدرغفاربی*، 2018؛ *کالاجی* و همکاران، 2011). حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (شکل ۲). حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II در تیمار علف‌کشی آتلانتیس در روز سوم با دز ۱ با مقدار ۰/۳۸ کم‌ترین مقدار را دارا بود (شکل ۲). سپس علف‌کش‌های دیالن و توتال به‌ترتیب در روزهای سوم و با ۱ برابر دز توصیه شده کم‌ترین مقدار را با مقادیر ۰/۵۹ و ۰/۶۶ به خود اختصاص دادند (شکل ۲). نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (Fv/Fm) حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II برای تبدیل نور جذب شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد. کاهش مقدار Fv/Fm نشان‌دهنده بازدارندگی نوری در اثر تنش ایجاد شده است و می‌توان از آن برای ارزیابی کارایی علف‌کش استفاده نمود (*باکر* و *روسنویست*، 2004؛ *ذبیح اللهی* و همکاران، 2008).

تغییر در هدر رفت گرمایی گیرنده‌های فتوسیستم II (Fo/Fm) و فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده آب در طرف دهنده الکترون به فتوسیستم II (FV/Fo)

همه تیمارهای علف‌کشی پراکندگی گرما را در مقایسه با شاهد به‌شدت افزایش دادند (شکل ۳). ۱۴روز پس ازاعمال تیمارها، تیمار آتلانتیس Fo/Fm را در مقایسه با شاهد ۲۱۷/۱۲ درصد افزایش داد که در میان سایر تیمارها حداکثر میزان بود. پس از آتلانتیس تیمار توتال و دیالن به‌ترتیب بیش‌ترین مقادیر Fo/Fm را با میزان ۲۰۲/۷۶ و ۱۰۷/۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۳).

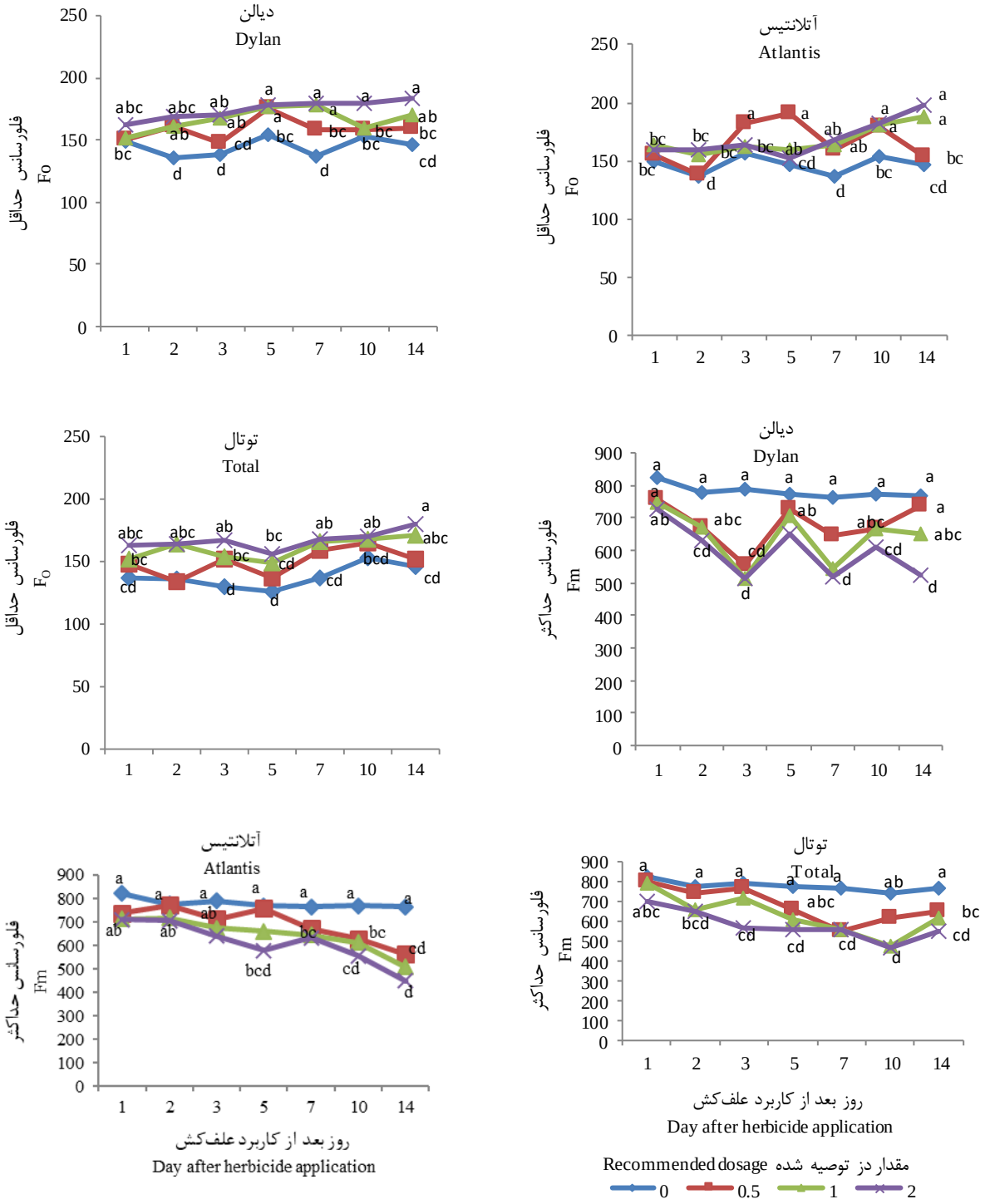
کارایی کمپلکس تجزیه‌کننده آب به‌عنوان دهنده الکترون به فتوسیستم II (Fv/Fo) تحت‌تأثیر کاربرد علف‌کش‌های آتلانتیس، دیالن و توتال قرار گرفت (شکل ۳). که فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده آب با کاربرد تیمارهای علف‌کشی در مقایسه با شاهد به‌طور چشم‌گیری کاهش نشان داد که بیش‌ترین کاهش مربوط به تیمار آتلانتیس با دز ۲ در روز سوم با مقدار ۱/۶۵۲ مشاهده شد. سپس بیش‌ترین کاهش‌ها به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توتال با مقدار ۱/۹۸۱ و دیالن با مقدار ۲/۰۴۴ بود (شکل ۳).

تأثیر دزهای مختلف علف‌کش‌ها بر وزن خشک قاصدک

نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که تمام فاکتورهای موردمطالعه بر وزن خشک قاصدک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). وزن خشک قاصدک تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کشی در مقایسه با شاهد (عدم‌مصرف علف‌کش) کاهش یافت (شکل ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها وزن خشک قاصدک را کاهش داد. میزان کاهش در تیمار علف‌کش دیالن و آتلانتیس بیش از توتال بود. هم‌چنین، صرف‌نظر از نوع علف‌کش، با افزایش دز علف‌کش‌ها وزن خشک قاصدک به‌شدت کاهش یافت و در دز ۲ برابر مقدار توصیه شده علف‌کش‌های دیالن و آتلانتیس وزن خشک قاصدک ۵۰ درصد کم‌تر از شاهد بود. نتایج حاصل از تأثیر

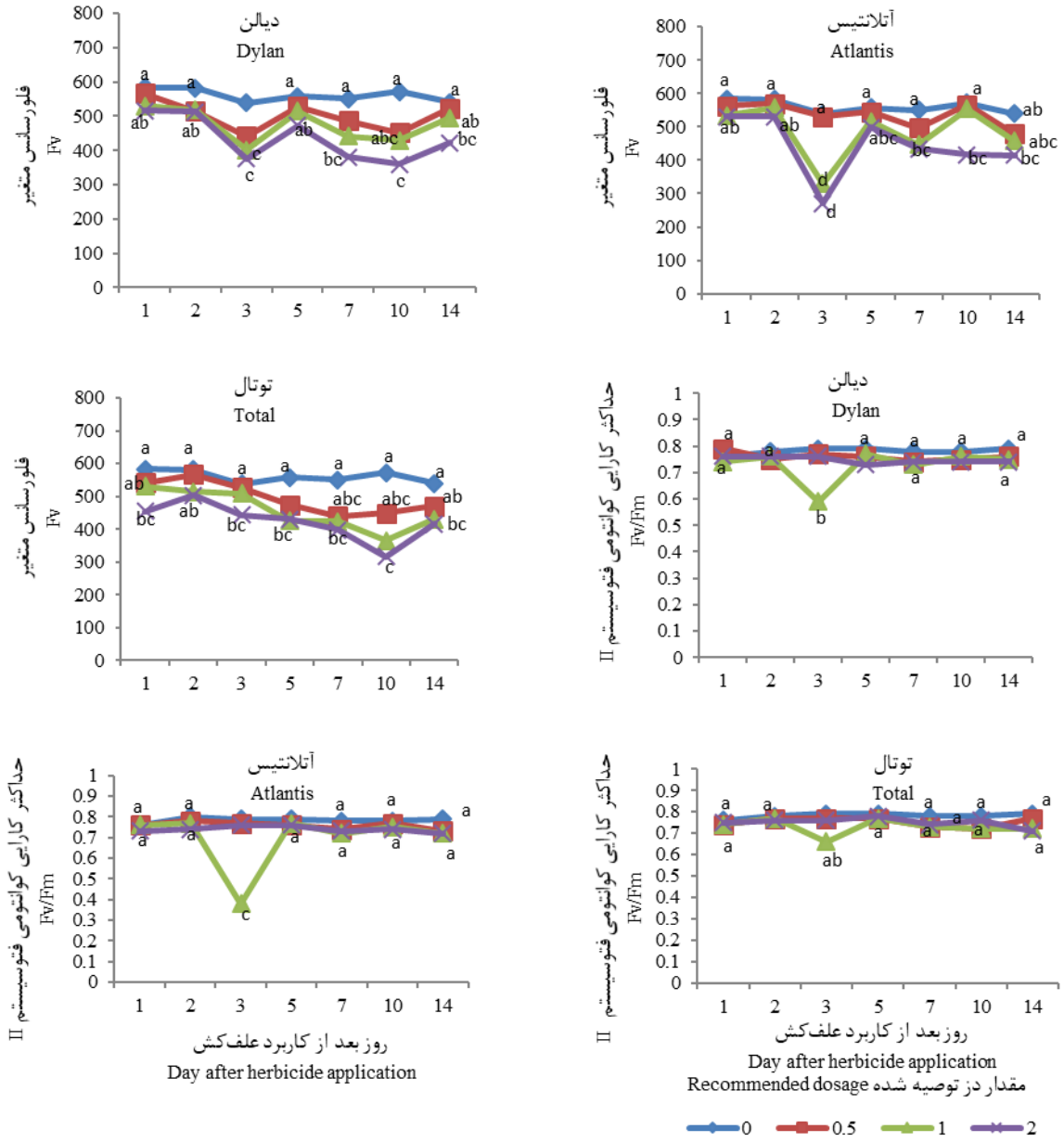
1. Hassannejad

علف‌کش‌ها بر وزن خشک هم‌سو با تأثیر آن‌ها بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل a بود. به‌طوری‌که علف‌کش توتال تأثیر زیادی بر پارامترهای کلروفیل a و وزن خشک نداشت، برعکس، علف‌کش‌های آتلانتیس و دیالن موجب افزایش Fo و Fo/Fm و کاهش F_m، F_v و Fv/Fo و در نتیجه کاهش وزن خشک قاصدک شد.



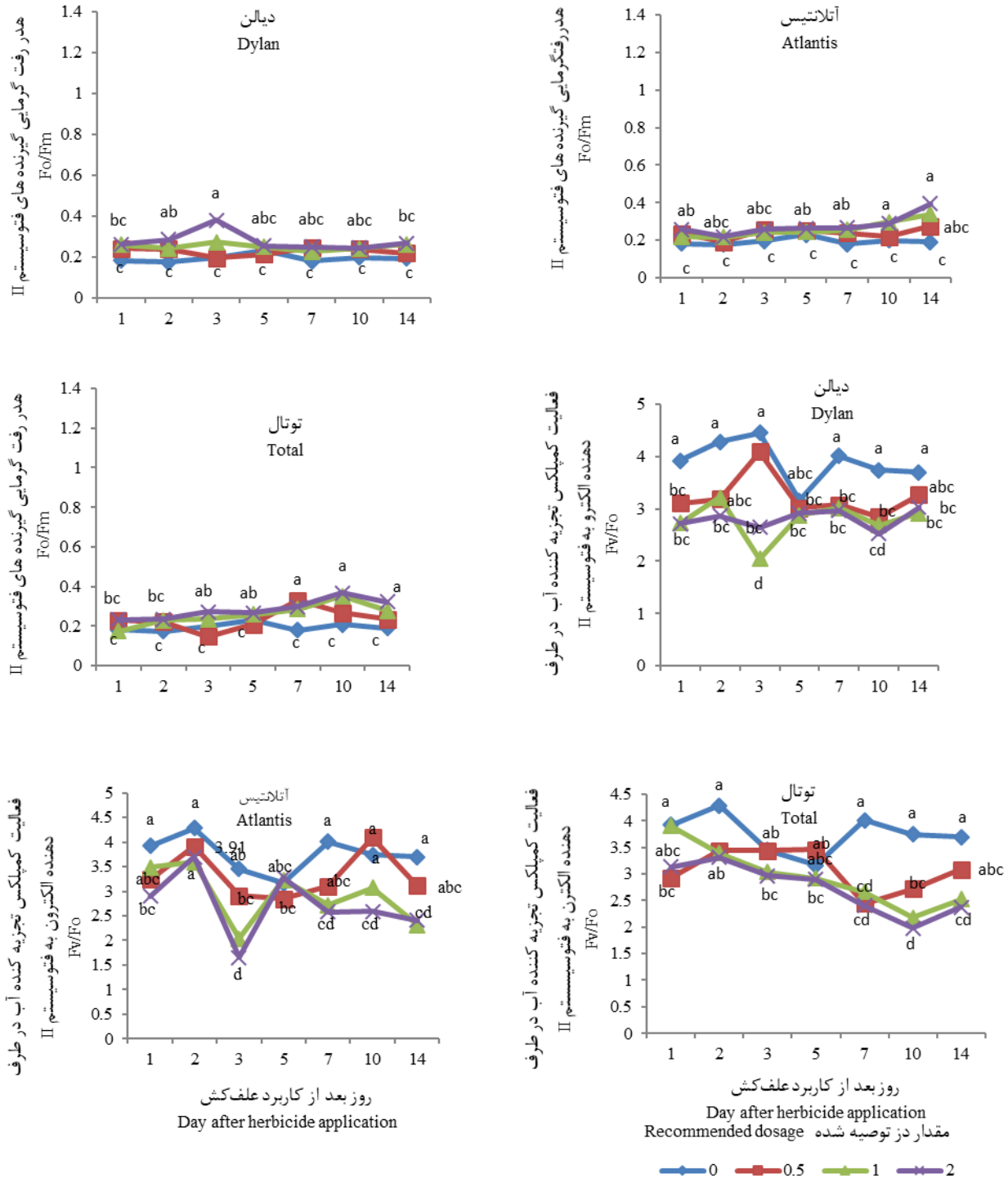
شکل ۱: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش دیالن، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) بر فلورسانس حداقل (Fo) و حداکثر (Fm) قاصدک ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش (میانگین‌های با حروف مشترک در سه شکل هر پارامتر بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 1: The effect of different doses of Dylan, Atlantis (lit.ha^{-1}) and Total herbicides (g.ha^{-1}) on minimum (Fo) and maximum (Fm) fluorescence of dandelion under 14 days after herbicide application (Means with similar letters in the three figures of each parameter indicate a no significant different at 5% probability level)



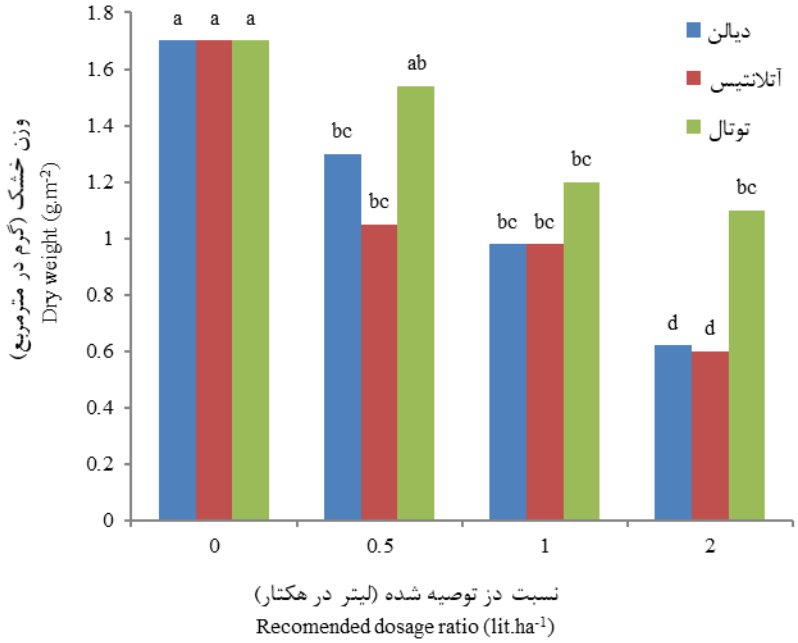
شکل ۲: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش دیالن، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) بر فلورسانس متغیر (Fv) و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) قاصدک ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش (میانگین‌های با حروف مشترک در سه شکل هر پارامتر بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 2: The effect of different doses of Dylan, Atlantis (lit.ha^{-1}) and Total herbicides (g.ha^{-1}) on variable fluorescence (Fv) and maximum quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm) of dandelion under 14 days after herbicide application (Means with similar letters in the three figures of each parameter indicate a no significant different at 5% probability level)



شکل ۳: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش دیالن، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) Fo/Fm و FV/Fo قاصدک ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش (میانگین‌های با حروف مشترک در سه شکل هر پارامتر بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 3: The effect of different doses of Dylan, Atlantis (lit.ha^{-1}) and Total (g.ha^{-1}) on Fo/Fm and FV/Fo in Dandelion under 14 days after herbicide application (Means with similar letters in the three figures of each parameter indicate a no significant different at 5% probability level)



شکل ۴: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش‌های دیالن، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) بر وزن خشک قاصدک (گرم در مترمربع)، ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش (میانگین‌های با حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 4: The effect of different doses of Dylan, Atlantis (lit.ha^{-1}) and Total herbicides (g.ha^{-1}) on the dry weight of dandelion (g.m^{-2}), 30 days after herbicide application (Means with similar letters indicate a no significant different at 5% probability level)

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج نشان داد که علف‌کش آتلانتیس بیش‌ترین تأثیر را بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل a و وزن خشک داشت. بر اساس نتایج حاصله از ارزیابی پارامترهای فلورسانس کلروفیل a و وجود ارتباط بین پارامترهای فلورسانس کلروفیل a و بیوماس علف‌هرز قاصدک محاسبه شده یک ماه بعد از کاربرد تیمارهای علف‌کشی می‌توان نتیجه گرفت که فلورسانس کلروفیل a روشی سریع برای مطالعه‌ی کارایی علف‌کش‌ها بوده و مدت زمان لازم برای مطالعه‌ی پاسخ گیاه به علف‌کش‌ها را کاهش می‌دهد.

منابع

Abbaspoor, M. and Streibig, J. C. 2007. Monoitoring the efficacy and metabolism of phenylcarbamares in suger beet and black nightshade by chlorophyll fluorescence parameters. Pest Manag. Science, 63: 576-585.

Anonymous, M. 2004. Weed Management in Turf. Available at http://turfgrassmanagement.psu.edu/ weedmgmt.cfm. Accessed: May 20 2004.

Avarseji, Z., Rashedmohassel, M. H., Nezami, A., Abbaspoor, M. and Nassiri mahallati, M. 2016. Dicamba+2,4-D affects the shape of the Kautsky curves in wild mustard (*Sinapis arvensis*). Journal of Plant Knowl, 1: 41-45. (In Persian).

Baker, N. R. and Rosenqvist, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: An examination of future possibilities. Exprimental Botany, 55 (403): 1607-1621.

Bjorkman, O. and Demmig, B. 1987. Photon yield of O_2 evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. Planta, 170 (4): 489-504.

Hassannejad, S. and Porheidar Ghafarbi, S. 2018. Assessment of some chlorophyll a fluorescence parameters of different corn cultivars in response to clodinafop-propagrgyl herbicide and salicylic acid. Journal of Plant Physiology and Breeding, 8 (1): 47-57.

Gal, J., Afif, M., Lee, E., Lukens, L. and Swanton, C. J. 2015. Detection of neighboring weeds alters soybean seedling roots and nodulation. Weed Science, 63 (4): 888-900.

Kalaji, H. M., Govindjee Bosa, K., Koscielniak, J. and Zuk-Golaszewska, K. 2011. Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO_2 assimilation of two Syrian barley landraces. Enivironmental and Experimental Botany, 73: 64-72.

Kalaji, H. M. and Guo, P. 2008. Chlorophyll fluorescence: A useful tool in barley plant breeding programs. Photochemistry Research Progress.Chapter 12. Nova Science Publishers, 448-471.

Mehta, P., Jajoo, A., Mathur, S. and Bharti, S. 2010. Chlorophyll a fluorescence study revealing effects of high salt stress on Photosystem II in wheat leaves. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 16-20.

Naghizadeh, M., Etehadpour, M. and Najarzadeh, A. 2019. Allelopathic effect of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) extract on germination properties and enzymes activity in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Plant Production Technology, 12 (2):1-8. (In Persian).

Pourhaider Ghafarbi, S., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H. and Hasannejad, S. 2016. Study on the Effect of Salicylic Acid (SA) Mixture with Some Herbicides on Chlorophyll a Fluoresce and some Morphological Traits of Common Lambesquarts (*Chenopodium album*). Journal of Weed Science, 13 (2): 175-191.

Porheidar Ghafarb, S., Rahimian Mashhadi1, H., Alizadeh, H., and Hassannejad, S. 2020. Chlorophyll a fluorescence of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in response to mixture of Bromicide AM with Ammonium Sulphate, Cytogaite and Salicylic acid. Iranian Journal of Weed Science, 16 (1): 95-107. (In Persian).

Riethmuller-Haage, I., Lammert, M. J., Kropff, J., Harbinson, B. and Kempenaar, C. 2006. Can photosynthesis-related parameters be used to establish the activity of acetolactate synthase– inhibiting herbicides on weeds Science, 54: 974-982.

Schenk, H. J. 2006. Root competition: beyond resource depletion. Journal of Ecology, 94: 725-739.

Schnick, P. J. and Boland, G. J. 2002. 2,4-D and Sclerotinia minor to control common dandelion. Weed Science, 50: 173-178.

Zabiholahi,V., Mighani, F. and Karami Nezhad, M. R. 2008. Investigation of chemical control of millet weeds (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) and dandelion (*Taraxacum syriacum* Boiss.) In the tall grass (*Festuca arundinacea* Schreb.). Journal of Weed Science, 4: 1-13. (In Persian).