

ORIGINAL RESEARCH PAPER

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

Mozafari<sup>1\*</sup>, S. M., Mohammaddoust Chamanabad<sup>2</sup>, H. R. and Hasannezhad<sup>3</sup>, S.

1 and 2. PhD Student and Professor, Respectively, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Mohaghegh Ardabili University, 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:** Chemical 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  $\mu\text{mol photons per square meter per second}$  was irradiated to these leaves for four seconds, and parameters such as minimum fluorescence ( $F_0$ ), maximum fluorescence ( $F_m$ ), variable fluorescence ( $F_v$ ), maximum photochemical efficiency of photosystem II ( $F_v/F_m$ ), efficiency of the water-decomposing complex as an electron donor of photosystem II ( $F_v/F_0$ ), and heat loss ( $F_0/F_m$ ) were studied. One month after application of different weed control treatments, in each plot dandelion were collected 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  $F_m$ , variable fluorescence of  $F_v$ , maximum photochemical efficiency of photosystem II ( $F_v/F_m$ ) and efficiency of water splitting complex as an electron

## Mozafari *et al.*, The Effect of Dylan, Atlantis and ...

donor to photosystem II ( $F_v/F_o$ ) of dandelion and increased minimum fluorescence and  $F_o/F_m$ . 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  $F_o$  and  $F_o/F_m$  and decreased  $F_m$ ,  $F_v$  and  $F_v/F_o$ , 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

## 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<sup>۱\*</sup>، حمیدرضا محمد دوست چمن‌آباد<sup>۲</sup> و سیروس حسن‌نژاد<sup>۳</sup>

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 مورد ارزیابی 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 تحت تأثیر 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.، محمد دوست 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 فناوری تولیدات گیاهی*، ۱(۱)۲۳، 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 چاپی: ۶۳۲۱-۲۴۷۶

شاپا الکترونیکی: ۵۶۵۱-۲۴۷۶

۱ و ۲. به ترتیب 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: [mozafarmaryam5@gmail.com](mailto:mozafarmaryam5@gmail.com)  
مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی آقای حمیدرضا محمد دوست چمن‌آباد و آقای سیروس حسن‌نژاد می‌باشد.

می‌شوند (کلاچی و گو<sup>۷</sup>، 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<sup>۸</sup> 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. ریتمولار-هاگ و همکاران (2006) تشخیص زود هنگام 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 (ریتمولار-هاگ و همکاران، 2006).

پارامترهای فلورسانس کلروفیل a از جمله 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<sup>۹</sup>، 1987). علاوه بر 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 استریک<sup>۱۰</sup> (2007) کاهش غیرقابل برگشت حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) را در علف‌هرز تاج‌ریزی پس از کاربرد علف‌کش دسمدیفام گزارش کردند. پورحیدرغفاری<sup>۱۱</sup> و همکاران (2020) گزارش کردند که ۱۶ ساعت پس از کاربرد علف‌کش برومایسید

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<sup>۱</sup> و همکاران، 2015؛ اسپنک<sup>۲</sup>، 2006)، ترشح مواد دگرآسیب (نقی‌زاده و همکاران، 2019)، تجمع موادمیمیایی در گیاه مثل H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> و یا ایجاد حساسیت در انسان (گال و همکاران، 2015) باعث اخلاص در زندگی و آسایش انسان می‌شوند. قاصدک با نام علمی (*Taraxacum syriacum* Boiss.) از جمله علف‌های هرزی است که علاوه بر اراضی کشاورزی و باغات، عمدتاً چمن، گیاهان زینتی، چمن‌زارها و مراتع را آلوده می‌کند (بی‌نام<sup>۳</sup>، 2004) و به‌عنوان علف‌هرز مشکل‌ساز در مناطق مسکونی، تجاری و محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (اسچینگ و بلند<sup>۴</sup>، 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 (دبیح‌اللهی و همکاران، 2008).

برای ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها از اندازه‌گیری صفات مختلفی از جمله 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 زود هنگام اثرات علف‌کشی روی علف‌های هرز، و تعیین کارایی تیمارهای علف‌کشی در مدت کوتاهی پس از کاربرد آن‌ها مفید است (ریتمولار-هاگ<sup>۵</sup> و همکاران، 2006). فلورسانس کلروفیل a، روشی غیرتخریبی، سریع و دقیق برای ارزیابی تنش‌های مختلف در گیاهان است (کلاچی<sup>۶</sup> 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

7. Kalaji and Guo

8. Mehta

9. Bjorkman and Demmig

10. Abbaspoor and Streibig

11. Pourhaidar ghafarbi

1. Gal

2. Schenk

3. Anonymous

4. Schnick and Boland

5. Riethmuller-Haage

6. Kalaji

به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند تا تمام مراکز واکنش دستگاه فتوسنتزی باز بوده و آماده انتقال الکترون باشند. سپس یک پالس نوری در طول موج ۶۵۰ نانومتر با شدت ۳۰۰۰ میکرومولفوتون در مترمربع بر ثانیه و به مدت 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) مورد مطالعه قرار گرفتند. یک ماه بعد از اعمال تیمارهای مختلف علف‌کشی علف‌های هرز قاصدک موجود در هر کرت به‌طور تصادفی با استفاده از کودرات ۲۵×۲۵ سانتی‌متر انتخاب و کف‌بر شدند سپس به مدت 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 مورد مطالعه 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).

روی تاج‌خروس مقدار Fo و Fo/Fm به ترتیب ۸۴ و ۸۹ درصد افزایش و مقدار Fm و Fv/Fm به ترتیب 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 طرف‌دهنده 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 علائم ظاهری آن‌ها در علف‌هرز قاصدک می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات علف‌کش‌های دی‌کامبا + توفوردی (دیالن)، فروسولفورن + یودوسولفورن + مفن‌پایردی دی‌اتیل (آتلانتیس) و مت‌سولفورن متیل + سولفوسولفورن (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، ۵، ۱۰، ۲۰) 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 پستی مجهز به نازل شره‌ای (به دلیل 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

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین مربعات Fo/Fm، Fv/Fo، Fv، Fm، Fo، Fv/Fm مربعات Fo/Fm، Fv/Fo، Fo، Fm، Fv، Fv/Fo، Fo/Fm of dandelion weed 14 days after herbicide application

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

ns و \*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار می‌باشد  
\*، \*\* and ns: Significant at  $p \leq 0.05$  and  $p \leq 0.01$  and no significant, respectively

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 غفاری و همکاران (2016) نشان داد که در روزهای اولیه تیمار سلمه‌تره با علف‌کشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، میزان Fo و Fm تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کشی) نداشت، درحالی‌که در دو علف‌کشی 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 دیالین و

#### 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 ۵/۰ 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 علف‌کشی آتلانتیس بیش‌ترین تفاوت را بین فلورسانس حداقل نسبت به شاهد داشت. مقدار کاهش فلورسانس حداکثر در دیالین 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 تحت تأثیر عوامل تنش‌زا فلورسانس حداقل افزایش و فلورسانس حداکثر کاهش می‌یابد (اورسجی و همکاران، 2016؛ باکر و روسنویست<sup>۱</sup>، 2004). کاهش میزان فلورسانس حداکثر

1. Baker and Rosenqvist

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).

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 به ترتیب علف‌کش‌های توتال و دیالین کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۲).

در دزهای پایین علف‌کش دیالین (۰/۵ و ۱ برابر دز توصیه

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

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

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

\*, \*\*, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار می‌باشد

\*, \*\*, and ns: Significant at  $p \leq 0.05$  and  $p \leq 0.01$  and no significant, respectively

افزایش داد که در میان سایر تیمارها حداکثر میزان بود. پس از آتلانتیس تیمار توتال و دیالین به ترتیب 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) تحت تأثیر کاربرد علف‌کش‌های آتلانتیس، دیالین 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 به ترتیب مربوط به تیمارهای توتال با مقدار ۱/۹۸۱ و دیالین با مقدار ۲/۰۴۴ بود (شکل ۳).

#### تأثیر دزهای مختلف علف‌کش‌ها بر وزن خشک قاصدک

نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که تمام فاکتورهای مورد مطالعه بر وزن خشک قاصدک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). وزن خشک قاصدک تحت تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کشی در مقایسه با شاهد (عدم مصرف علف‌کش) کاهش یافت (شکل ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها وزن خشک قاصدک را کاهش داد. میزان کاهش در تیمار علف‌کش دیالین 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 دیالین و آتلانتیس وزن خشک قاصدک ۵۰ درصد کم‌تر از شاهد بود. نتایج حاصل از تأثیر

در واقع پایین بودن Fv نشان‌دهنده عملکرد ضعیف فلورسانس کلروفیل a در شرایط تنش و افزایش سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی در علف‌هز است (حسن‌نژاد<sup>۱</sup> و پورحیدرغفاری، 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 دیالین و توتال به ترتیب 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؛ نبیح‌اللهی و همکاران، 2008).

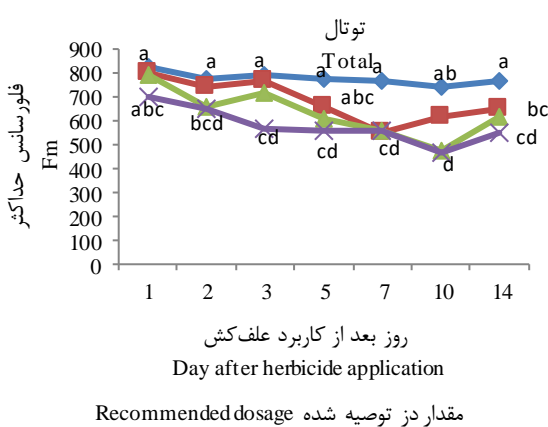
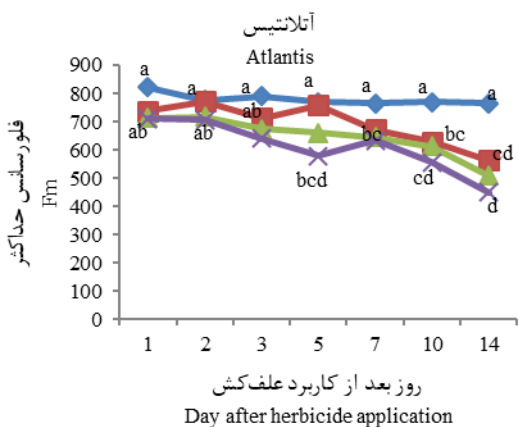
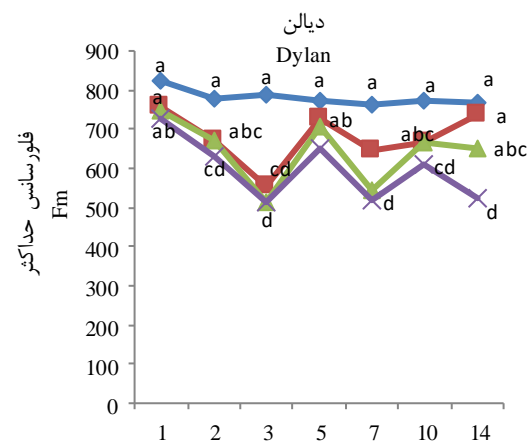
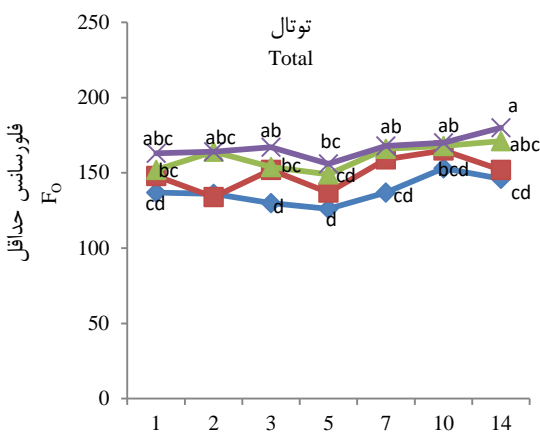
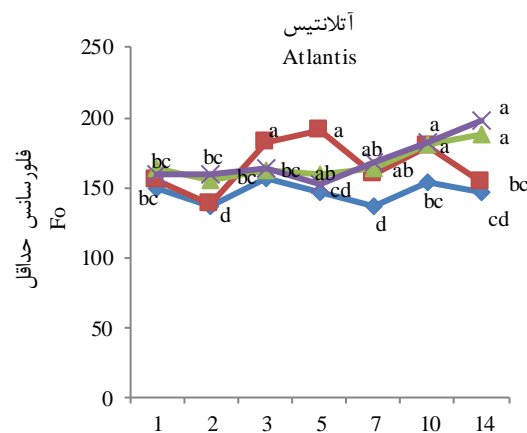
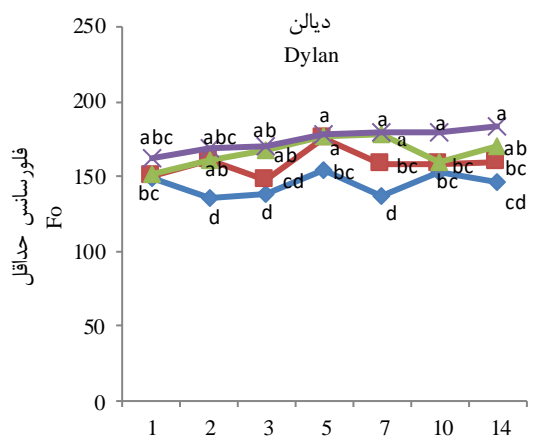
#### تغییر در هدر رفت گرمایی گیرنده‌های فتوسیستم II (Fo/Fm) و فعالیت کمپلکس تجزیه‌کننده آب در طرف

##### دهنده الکترون به فتوسیستم II (Fv/Fo)

همه تیمارهای علف‌کشی پراکندگی گرما را در مقایسه با شاهد به‌شدت افزایش دادند (شکل ۳). ۱۴ روز پس از اعمال تیمارها، تیمار آتلانتیس Fo/Fm را در مقایسه با شاهد ۲۱۷/۱۲ درصد

زیادی بر پارامترهای کلروفیل a و وزن خشک نداشت، برعکس، علف‌کش‌های آتلانتیس و دیالین موجب افزایش  $F_o/F_m$  و کاهش  $F_m$ ،  $F_v/F_o$  و در نتیجه کاهش وزن خشک قاصدک شد.

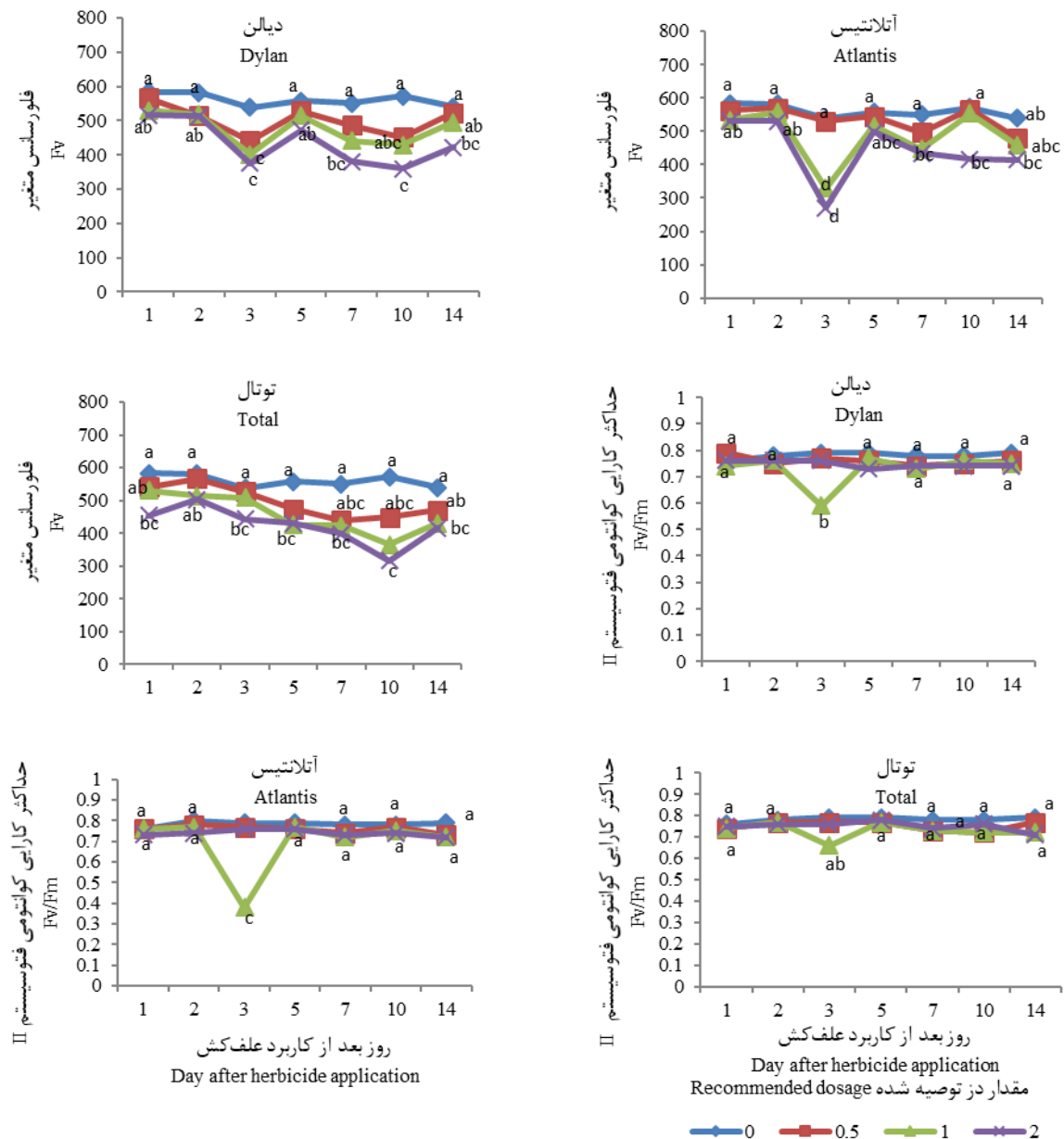
علف‌کش‌ها بر وزن خشک هم‌سو با تأثیر آن‌ها بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل a بود. به‌طوری‌که علف‌کش توتال تأثیر



شکل ۱: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش دیالین، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) بر فلورسانس حداقل ( $F_o$ ) و حداکثر ( $F_m$ ) 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)

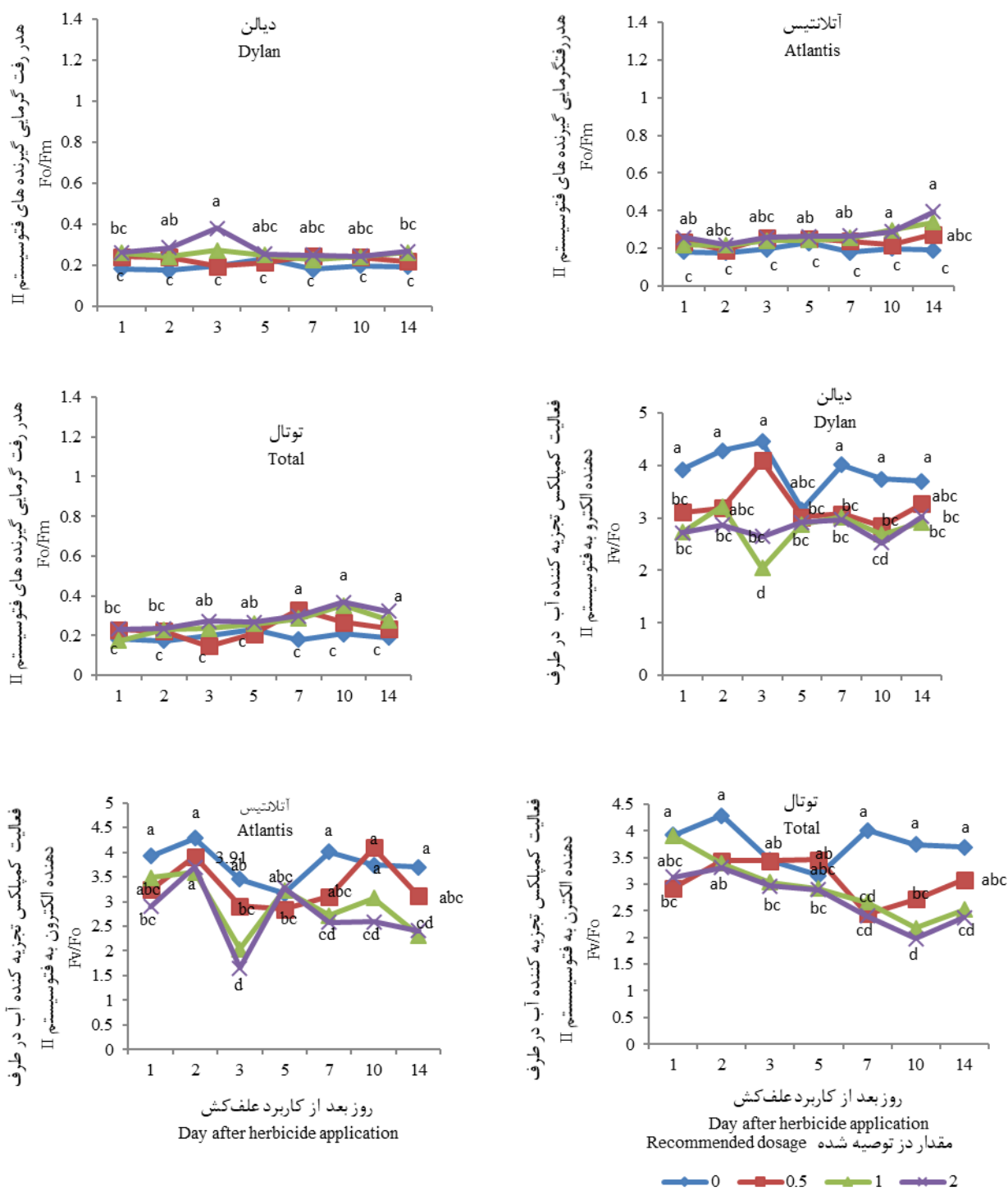
Fig. 1: The effect of different doses of Dylan, Atlantis ( $\text{lit. ha}^{-1}$ ) and Total herbicides ( $\text{g. ha}^{-1}$ ) on minimum ( $F_o$ ) and maximum ( $F_m$ ) fluorescence of dandelion under 14 days after herbicide application (Means with similar letters in the three figures of each parameter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





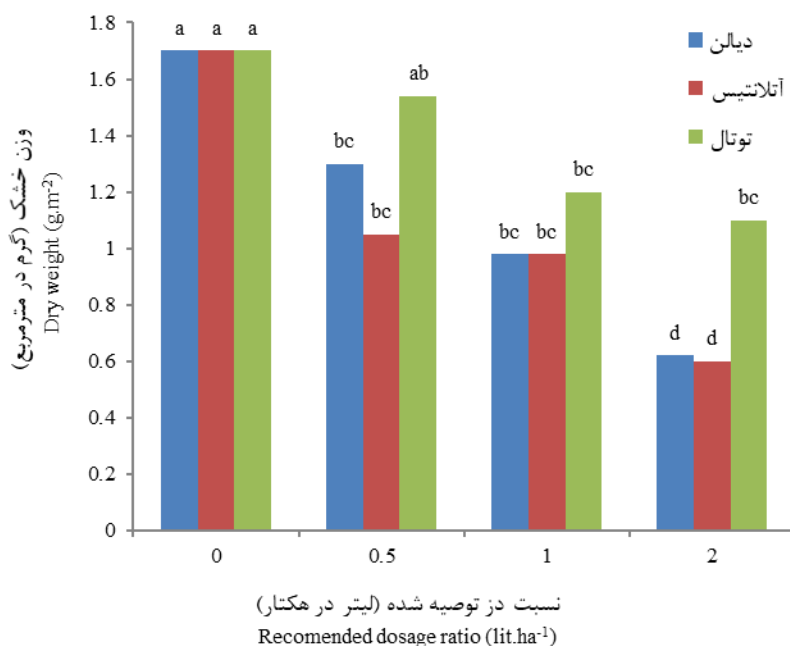
شکل ۲: تأثیر دزهای مختلف علف‌کش دیالان، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) بر فلورسانس متغیر (Fv) و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) قاصدک ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش (میانگین‌های با حروف مشترک در سه شکل هر پارامتر بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 2: The effect of different doses of Dylan, Atlantis (lit.ha<sup>-1</sup>) and Total herbicides (g.ha<sup>-1</sup>) 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 دیالان، آتلانتیس (لیتر در هکتار) و توتال (گرم در هکتار) و  $Fo/Fm$  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 ( $lit\cdot ha^{-1}$ ) and Total ( $g\cdot ha^{-1}$ ) 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<sup>-1</sup>) and Total herbicides (g.ha<sup>-1</sup>) on the dry weight of dandelion (g.m<sup>-2</sup>), 30 days after herbicide application (Means with similar letters indicate a no significant different at 5% probability level)

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.

#### 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

#### منابع

- Abbaspoor, M. and Streibig, J. C. 2007. Monitoring the efficacy and metabolism of phenylcarbamates in sugar 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. *Experimental Botany*, 55 (403): 1607-1621.
- Bjorkman, O. and Demmig, B. 1987. Photon yield of O<sub>2</sub> 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-propargyl 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<sub>2</sub> assimilation of two Syrian barley landraces. *Environmental 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 Mashhadi, H., Alizadeh, H., and Hasannejad, 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).