

اثر تنش کمبود آب بر میزان پارامتر Fv/Fm گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.) تحت کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل

الهام نوفرستی^۱، حسین حمای^۲ و^۳، سهراب محمودی^۴ و^۴، غلامرضا زمانی^۴ و^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، بیرجند، ایران

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، بیرجند، ایران

۴- اعضای گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

* نویسنده مسئول: hhammami@birjand.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کمبود آب و غلظت علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل بر پارامتر Fv/Fm گندم و یولاف وحشی آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی با طرح پایه کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند در سال ۱۴۰۰ انجام شد. عامل اول آزمایش شامل سطوح رطوبتی خاک در سه سطح شامل ۷۵، ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عامل دوم غلظت علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، در ۶ سطح شامل ۰ (شاهد)، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده بود. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش کمبود آب نشان داد که در طی ۷ روز پس از اعمال تیمارهای علف‌کش مذکور بر پارامتر Fv/Fm فلورسانس کلروفیل گندم در تمامی مراحل نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در تمامی مراحل نمونه‌برداری بر متغیر مذکور در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل تنش خشکی و علف‌کش، به استثنای نمونه‌برداری دوم (سه روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش)، توانست فلورسانس کلروفیل را تحت تأثیر قرار دهد ($p < 0/01$). نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که در طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش اثرات تیمار مذکور بر فلورسانس کلروفیل یولاف وحشی در تمامی نمونه‌برداری‌ها در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین اثر کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش در تمامی نمونه‌برداری‌ها بر متغیر مذکور در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل تنش خشکی و علف‌کش تنها در دو نمونه‌برداری آخر توانست فلورسانس کلروفیل را در گیاه یولاف تحت تأثیر قرار دهد ($p < 0/05$). این نتایج گواه بر مناسب بودن پارامتر Fv/Fm به عنوان یک پارامتر مطلوب برای تعیین کارایی کنترلی علف‌کش‌ها و میزان ایمنی علف‌کش‌ها برای گیاهان زراعی در شرایط مختلف محیطی مانند تنش خشکی است.

کلمات کلیدی: تنش کمبود آب، علف‌کش، گندم، یولاف وحشی.

مقدمه

کلودینافوپ پروپارژیل یک باریک‌برگ‌کش با نام‌های مختلف تجاری و متعلق به علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase گروه (A) است. همچنین دارای خاصیت انتخابی باریک‌برگ‌کشی در گندم است بطوری که بر گندم اثری ندارد (۶). کلودینافوپ پروپارژیل سال ۱۳۷۶ در ایران ثبت شده است. کلودینافوپ پروپارژیل با انتقال به قسمت‌های مرستمی گیاه سبب ممانعت از فعالیت آنزیم ACCase که برای رشد و بیوسنتز لیپیدهای گیاه ضروری است، می‌شود (۵). اصولاً ACCase

در کلروپلاست‌ها قرار دارد و در بافت‌های مریستمی یافت می‌شود. علفکش کلودینافوپ پروپارژیل باید به این مناطق برسند تا مؤثر واقع شوند. در این حالت به آنزیم ACCase متصل و سبب غیر فعال شدن آن در گیاهان باریک‌برگ می‌شود. این علفکش ساخت اسیدهای چرب را آهسته و نه‌ایتناً متوقف می‌کند (۶). این علفکش قادر به کنترل بسیاری از علف‌های هرز باریک‌برگ گندم نظیر یولاف وحشی بهاره و زمستانه، خونی‌واش و چچم می‌باشد (۵). کلودینافوپ پروپارژیل سالانه در بیش از یک میلیون هکتار از مزارع گندم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین مصرف بسیار زیادی دارد. در ایران میزان مصرف بین ۰/۶ و ۰/۸ لیتر در هکتار از ماده تجارتي در مرحله پنجه‌زنی گندم گزارش شده است. نتایج بررسی‌ها نشان داده که در شرایطی که دما و رطوبت برای رشد گیاه مناسب باشد، عملکرد این گراس‌کش‌ها نیز افزایش می‌یابد. بر اساس مطالعات انجام شده به هیچ عنوان نبایستی پس از مصرف این علفکش، گیاه با دوره‌های یخبندان و یا سرمای طولانی، مواجه گردد. در صورت وقوع این شرایط کارایی علفکش بر گراس‌ها کاهش می‌یابد. همچنین در صورتی که رشد علف‌های هرز آهسته باشد، کارایی آن به علت جذب و انتقال کم‌تر، کاهش می‌یابد.

مواد روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با دوره نوری و تاریکی به ترتیب ۱۶ و ۸ ساعت، و رطوبت نسبی ۳۵ و ۵۵ درصد انجام شد. این پژوهش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول آزمایش شامل سطوح رطوبتی خاک در سه سطح شامل ۷۵، ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عامل دوم غلظت علفکش کلودینافوپ پروپارژیل (با نام تجاری تاپیک و دارای فرمولاسیون ۸ درصد)، در ۶ سطح شامل ۰ (شاهد)، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده (درصد مقدار توصیه شده علفکش ۶۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) بود. گیاه زراعی و علف‌هرز مورد آزمایش نیز به ترتیب گندم (رقم آنفارم ۴) و یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) بود. برای اجرای آزمایش گلدان‌های دارای قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری به مقدار یکسان با خاک پر شده و سپس تعداد ۲۰ بذر گندم و ۱۰ بذر یولاف در هر گلدان در تاریخ ۱۵ فروردین ۱۴۰۰ کاشته شد. آبیاری به طور منظم برای تمام گلدان‌ها انجام شد. پس از رشد مناسب گیاهان یکنواخت انتخاب شده و تعداد گیاه در هر گلدان به ۱۲ عدد شامل ۱۰ گندم و ۲ یولاف در تاریخ ۳۱ فروردین تنک شد. با توجه به تأثیر شرایط رشد گیاه بر کارایی و همچنین گیاه‌سوزی علفکش‌های برگ مصرف از دو هفته قبل از پاشش علفکش تا دو هفته بعد از پاشش، تیمارهای سطوح رطوبتی اعمال شد. ابتدای آزمایش ظرفیت زراعی خاک مورد استفاده تعیین شد. تیمارهای سطوح رطوبتی با استفاده از وزن گلدان‌ها و تعیین میزان آب نسبت به شرایط ظرفیت زراعی به صورت روزانه تعیین شد. در مرحله چهارم برگ‌های کامل گیاهان اعمال تیمارهای علفکشی انجام شد. ۱، ۳، ۵ و ۷ روز پس از اعمال تیمارهای علفکشی میزان کلروفیل فلورسانس بوسیله دستگاه (Handy PEA) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ۹.4 انجام شد. سپس مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD محافظت‌شده (FLSD) در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که در طی ۷ روز پس از اعمال تیمارهای علفکش اثر تیمار مذکور بر فلورسانس کلروفیل گندم در تمامی مراحل نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر کاربرد علفکش کلودینافوپ پروپارژیل در تمامی مراحل نمونه‌برداری بر متغیر مذکور در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل

تنش خشکی و علف‌کش به استثنای نمونه‌برداری دوم (سه روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش)، توانست فلورسانس کلروفیل را تحت تأثیر قرار دهد ($p < 0/01$) (جدول ۱).

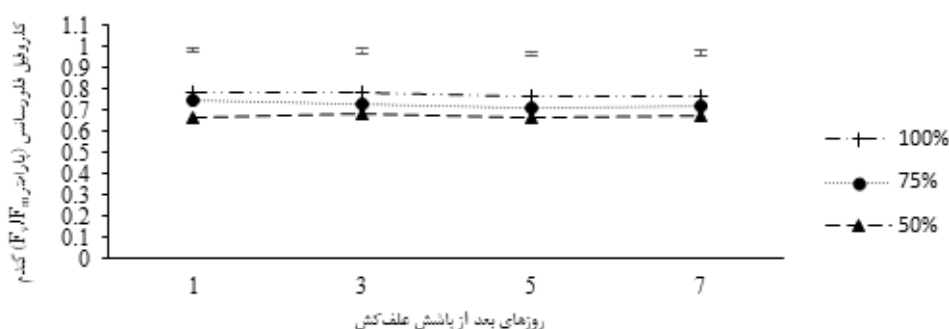
جدول ۱- میانگین مربعات اندازه‌گیری پارامتر Fv/Fm در گندم تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

اندازه‌گیری در روزهای بعد از اعمال تیمار علف‌کش					
منبع تغییرات	درجه آزادی	۱	۳	۵	۷
علف‌کش	۵	۰/۰۴۸**	۰/۰۴۳**	۰/۰۷۸**	۰/۰۴۵**
تنش خشکی	۲	۰/۰۶۵**	۰/۰۴۲**	۰/۰۳۹**	۰/۰۳۸**
تنش خشکی × علف‌کش	۱۰	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴*
خطا	۳۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۸	۵/۷	۴/۸	۵/۳

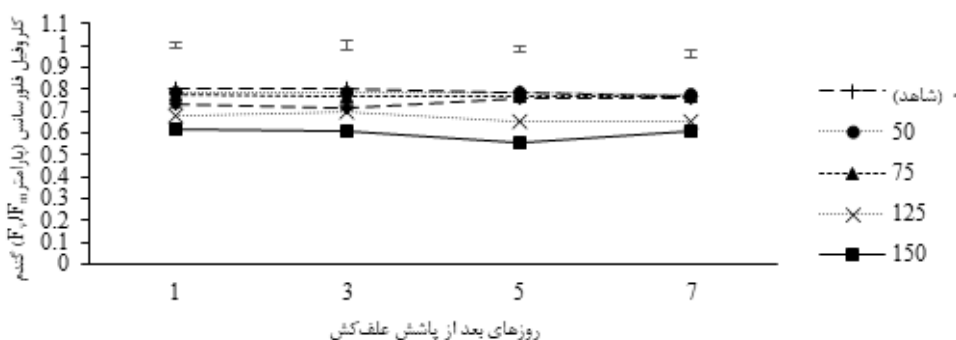
ns، *، ** به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

روند تغییرات فلورسانس کلروفیل گندم نشان داد که در تمامی مراحل نمونه‌برداری افزایش سطح تنش سبب کاهش معنی‌دار میزان فلورسانس کلروفیل در گیاه گندم شد. به طوری که افزایش سطح تنش از ۱۰۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در اولین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش سبب کاهش ۶۶/۵ درصدی، در سومین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش سبب کاهش ۱۴/۳ درصدی، در پنجمین روز ۱۴/۰۱ درصد کاهش و در هفتمین روز ۱۳/۶۴ درصد کاهش در میزان فلورسانس کلروفیل گیاه گندم مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که تنش خشکی در اولین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش بیشترین تأثیر را بر میزان فلورسانس کلروفیل گیاه داشته و پس از آن روند تغییرات ثابت شده است (شکل‌های ۱ و ۲). نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که در طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش اثرات تیمار مذکور بر فلورسانس کلروفیل یولاف وحشی در تمامی نمونه‌برداری‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش در تمامی نمونه‌برداری‌ها بر متغیر مذکور در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش خشکی و علف‌کش تنها در دو نمونه‌برداری آخر توانست فلورسانس کلروفیل را در گیاه یولاف تحت تأثیر قرار دهد ($p < 0/05$) (جدول ۲). روند تغییرات فلورسانس کلروفیل یولاف نشان داد که در تمامی مراحل نمونه‌برداری افزایش سطح تنش سبب کاهش معنی‌دار میزان فلورسانس کلروفیل در گیاه یولاف شد. به طوری که افزایش سطح تنش از ۱۰۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در اولین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش سبب کاهش ۱۰/۱۲ درصدی، در سومین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش سبب کاهش ۷/۸۵ درصدی، در پنجمین روز ۱۱/۸۹ درصد کاهش و در هفتمین روز ۱۱/۴۷ درصد کاهش در میزان فلورسانس کلروفیل گیاه یولاف مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که تنش خشکی در پنجمین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش بیشترین تأثیر را بر میزان فلورسانس کلروفیل گیاه داشته است. همچنین در دو مرحله میانی نمونه‌برداری اختلاف معناداری بین سطوح ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، در میزان متغیر مذکور مشاهده نشد. این در حالی بود که در هفتمین روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش، میزان فلورسانس کلروفیل در تیمار تنش ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، اختلاف معناداری با سطح ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی نداشت (شکل‌های ۳ و ۴). فلورسانس کلروفیل در تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) در تمامی مراحل نمونه‌برداری، در سطح بالاتری نسبت به سایر تیمارها قرار داشت. نتایج حاکی از آن بود که در اولین نمونه‌برداری کاربرد علف‌کش با غلظت ۱۵۰ درصد مقدار

توصیه شده میزان فلورسانس کلروفیل را نسبت به تیمار شاهد، ۲۶۷/۳۷ درصد کاهش داد. همچنین با افزایش سطح تیمار از ۱۲۵ به ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده علفکش، میزان فلورسانس کلروفیل به میزان ۲۳/۲۹ درصد کاهش یافت. در سومین روز بعد از اعمال تیمار علفکش، افزایش غلظت کلودینافوپ پروپارژیل از صفر به ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده، سبب کاهش ۳۰۶/۷ درصدی فلورسانس کلروفیل یولاف گردید. بیشترین میزان کاهش (۳۵۱/۱۴ درصد) فلورسانس کلروفیل در ۷ روز بعد از اعمال تیمار علفکش حاصل شد. این در حالی بود که بین غلظت‌های ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه شده کلودینافوپ پروپارژیل، اختلاف معنی‌داری در میزان متغیر مذکور مشاهده نشد.



شکل ۱- اثر تنش خشکی بر میزان کلروفیل فلورسانس گندم طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علفکش



شکل ۲- اثر تیمار علفکش بر میزان کلروفیل فلورسانس گندم طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علفکش

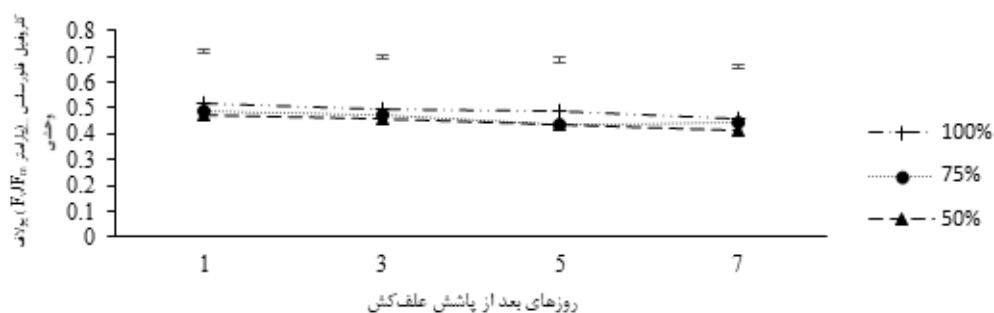
جدول ۲- میانگین مربعات اندازه‌گیری پارامتر Fv/Fm در یولاف وحشی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

اندازه‌گیری در روزهای بعد از اعمال تیمار علف‌کش					
منبع تغییرات	درجه آزادی	۱	۳	۵	۷
علف‌کش	۵	۰/۴۶۵۰**	۰/۴۹۶۲**	۰/۴۸۴۹**	۰/۵۳۰۲**
تنش خشکی	۲	۰/۰۱۰۲**	۰/۰۰۶۲**	۰/۰۱۴۷**	۰/۰۱۰۲**
تنش خشکی × علف‌کش	۱۰	۰/۰۰۰۵۱ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۰۱۸*	۰/۰۰۱۹*
خطا	۳۶	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۷	۶/۱	۵/۹	۶/۲

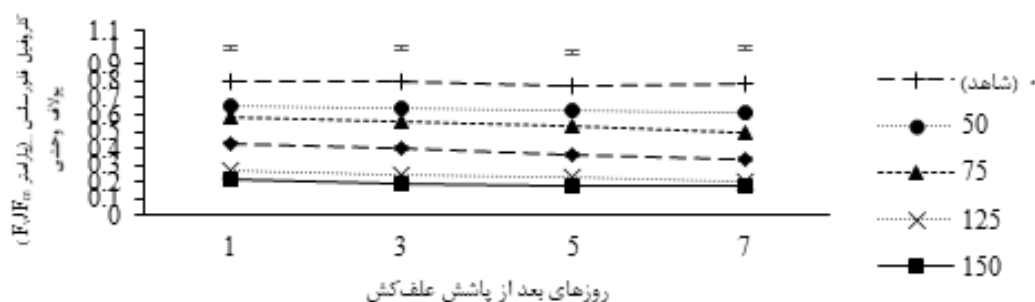
ns، *، ** به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

کاهش نسبت F_v/F_m در شرایط تنش خشکی می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که انتقال الکترون از فتوسیستم II به فتوسیستم I تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و کاهش می‌یابد (۳). هرچند فتوسیستم دو تا حد زیادی نسبت به کم آبی مقاوم است، اما خشکی می‌تواند مانع انتقال الکترون در فتوسیستم II شود؛ از این رو از کارایی فتوسنتز کاسته می‌شود. هرچه اثر تخریبی تنش محیطی بر گیاه بیش‌تر باشد، از مقدار F_v/F_m به میزان بیش‌تری نسبت به شرایط مساعد فتوسنتزی کاسته می‌شود. ریشمولر هاگ و همکاران (۲۰۰۷) (۴) توسط خصوصیات فتوسنتز ۲ تا ۴ روز پس از مصرف مت سولفورون متیل توانستند اطلاعات ارزشمندی را قبل از بروز علائم این علف‌کش که ۷ تا ۱۰ روز پس از مصرف، ظاهر شدند، بدست آورند. آنها اندازه‌گیری کارایی کوانتومی فتوسیستم دو و محتوای کلروفیل را به عنوان دو راهکار عملی، جهت تشخیص زود هنگام فعالیت مت سولفورون متیل اعلام کردند. کلودینافوپ بازدارنده استیل کوانزیم آکربوکسیلاز است که این آنزیم جهت بیوسنتز لیپیدها ضروری است. در واقع این علف‌کش بازدارنده مستقیم فتوسیستم دو نمی‌باشد اما فرآیندهای مختلف ناشی از اثر این علف‌کش، در نهایت تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌کند. گونه‌های فعال اکسیژن بوجود آمده در گیاه در نتیجه تعداد زیادی از فرایندهای تخریبی که در مجموع تنش اکسیداتیو نامیده می‌شود منجر به مرگ علف‌هرز، می‌گردند. فلوروکلریدون و گلایفوسیت نیز به ترتیب ۴ ساعت پس از پاشش، فلورسانس حداکثر علف‌هرز خردل سفید را کاهش دادند (۲). عباسپور و استریبیگ، (۲۰۰۷) (۱) نیز گزارش کردند شش روز پس از پاشش علف‌کش دسمدیفام و مخلوط آن با فن مدیفام، کاهش شدید مقادیر انرژی جذب شده، سرعت انتقال الکترون و مقدار انرژی به دام افتاده در برش عرضی فتوسیستم دو برانگیخته، در مقایسه با علف‌کش فن مدیفام در علف‌هرز تاج‌ریزی سیاه بوجود آمد.

اثر تنش کمبود آب بر میزان پارامتر Fv/Fm گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.) تحت کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپاژیل



شکل ۳- اثر تنش خشکی بر میزان کلروفیل فلورسانس یولاف وحشی طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش



شکل ۴- اثر تیمار علف‌کش بر میزان کلروفیل فلورسانس یولاف وحشی طی ۷ روز بعد از اعمال تیمار علف‌کش

منابع

1. 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 Management Science*, 63:576-585.
2. Christensen, M.G., Teicher, H.B. and Streibig, J.C. 2003. Linking fluorescence induction curve and biomass in herbicide screening. *Pest Management Science*, 59:1303-1310.
3. Lu, C., and Zhang, J. 1998. Effects of water stress on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition in wheat plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 25: 883.
4. Riethmuller-Haage, I., Lammert, B., Kropff, M.J., Harbinson, J. and Kempenaar, C. 2006. Can photosynthesis-related parameters be used to establish the activity of acetolactate synthase-inhibiting herbicides on weeds? *Weed Science*, 54:974-982.
5. Senseman, S. A. 2007. *Herbicide handbook*. Lawrence, US: Weed Science Society of America.
6. Zand, E. and Sarimi, H. 1381. *Herbicides from biology to application*. Publications of Zanjan University. 140p

Effect of water deficit stress on Fv/Fm of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) under application of Clodinafop-propargyl herbicide

Elham Noferešti¹, Hossein Hammami^{2, 4*}, Sohrab Mahmoodi^{3, 4}, Gholam Reza Zamani^{3, 4}

1. MSc student of crop physiology, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran,
 2. Assistant Professor of Weed Science, Department of Plant production and genetic engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
 3. Associate Professor of Weed Science, Department of Plant production and genetic engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
 4. Member of the Plant and Environmental Stresses Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran
- *Corresponding author: hhammami@birjand.ac.ir

Abstract

To investigate the effect of water deficit stress and concentration of clodinafop propargyl herbicide on the Fv/Fm parameter on wild oat and wheat, an experiment was conducted in a two-factor factorial experiment with a completely randomized basic design in the research greenhouse of Birjand Faculty of Agriculture in 2021. The first factor of the experiment includes soil moisture at three levels including 100, 75 and 50% of the field capacity and the second factor is the concentration of Clodinafop propargyl herbicide at 6 levels including 0 (control), 50, 75, 100, 125 and 150% of the recommended dose. The results of analysis variance of the effect of different levels of drought stress showed that within 7 days after applying the herbicide treatments, the effect of the treatment on the Fv/Fm chlorophyll fluorescence parameter of wheat was significant at the 1% level in all sampling stages. Also, the effect of clodinafop propargyl herbicide application in all sampling stages on the Fv/Fm parameter was significant at 1% probability level. The interaction of drought stress and herbicide, with the exception of the second sampling (three days after herbicide treatment), was able to affect chlorophyll fluorescence ($p < 0.01$). The results of the analysis variance of the effect of different levels of drought stress showed that within 7 days after applying the herbicide treatment, the treatment effects on the chlorophyll fluorescence of wild oat were significant at the 1% in all samplings stages. Also, the effect of using different concentrations of herbicide in all samplings on the chlorophyll fluorescence was significant at the level of 1%. The interaction of drought stress and herbicide concentration could affect in oat plants only in the last two samplings stages ($p < 0.05$). These results prove the suitability of the Fv/Fm parameter as a desirable parameter to determine the control efficiency of herbicides and the safety level of herbicides for crops in different environmental conditions such as drought stress.

Keywords: Herbicide, Water deficit stress, Wheat, Wild oat.