بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی

بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد بر رشد و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در رقابت با علف‌های هرز

نگارنده:

مژگان خاکیان

اساتید راهنما:

دکتر حسن مکاریان

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

اساتید مشاور:

دکتر حسین میرزایی مقدم

دکتر مهدی مؤمنی

تیر ۱۳۹۶

تقدیم به

والدینم

تقدیم به

جویندگان دانش و شناخت

از دست و زبان که برآید کز عهده شکرش بدرآید

بر خود لازم می دانم که از زحمات تمامی اساتید محترمی که در طی دوران تحصیل و تدوین این پایان نامه با راهنمایی های خود اینجانب را یاری نموده اند سپاسگذاری نمایم. بسی شایسته است از جناب آقای دکتر حسن نگاریان استاد راهنمای اینجانب که با خوشرویی تمام در کلیه مراحل اجراء و تدوین پایان نامه مشوق من بودند که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کارساز و سازنده بارور ساختند نهایت سپاسگزاری را بعمل آورم، قشنگ ترین درسی که از ایشان آموختم شکیبایی و دقت در مسیری که در پیش گرفته ام بود. از اساتید گرانقدرم جناب آقای دکتر برادران (استاد راهنمای دوم) و جناب آقای دکتر میرزایی (مشاور) که زحمت این پایان نامه را متحمل شدند، صمیمانه تشکر می کنم. همچنین از کارکران و کارمندان محترم دانشکده که هریک به نحوی سهمی در انجام این کار داشتند تشکر می کنم. از تمامی دوستانی که با هدلی و همکاری یاریم دادند تشکر می کنم و برایشان بهترین آرزوها را دارم. در پایان از خانواده محترمم که مرا در طی دوران تحصیل یاری نمودند کمال سپاسگزاری را دارم.

مژگان خالکیان تیرماه ۱۳۹۶

تعهد نامه

اینجانب **مژگان خاکیان** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کشاورزی گرایش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد بر رشد و عملکرد آفتابگردان (Helianthus annuus L.)در رقابت با علف‌های هرز** تحت راهنمائی **دکتر حسن مکاریان** و **دکتر مهدی برادران فیروزآبادی** متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شدهاست .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.**

چکیده

افزایش سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاه زراعی در ابتدای فصل می‌تواند موجب افزایش قدرت رقابتی گیاه زراعی و کاهش خسارت علف‌های هرز شود. به منظور ارزیابی تأثیر تابش پلاسما، پرایمینگ بذر و کاربرد علفکش بر رشد و عملکرد گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و کنترل علف‌های هرز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. فاکتورها شامل: پلاسما در شش سطح: شاهد (بدون پیش تیمار)، هیدروپرایم به مدت ۱۰ ساعت، پیش تیمار بذور با تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه، پیش تیمار بذور با تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه، هیدروپرایم بذور به مدت ۱۰ ساعت + تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه، هیدروپرایم بذور به مدت ۱۰ ساعت + تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه و کنترل علف‌های هرز در سه سطح: شاهد (عدم وجین)، وجین تمام فصل، کاربرد علفکش تریفلورالین(۱۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بودند. نتایج نشان داد، صفات تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در طبق و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تابش پلاسما در شرایط حضور علف-های هرز نسبت به تیمار شاهد (عدم پیش تیمار در حضور علف‌های هرز) افزایش معنی‌داری نشان داد. وزن خشک برگ و ساقه، شاخص پایداری غشاء، کارتنوئید و عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای پلاسما و هیدروپرایم در شرایط وجین افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط حضور علف‌های هرز نشان داد. کلروفیل کل در شرایط وجین و کاربرد علفکش نسبت به شرایط عدم وجین به ترتیب ۸/۸۷ و ۷/۷۴ درصد افزایش نشان داد. تراکم و زیست توده علف‌های هرز تحت تأثیر کاربرد پلاسما به‌طور معنی‌داری نسبت به عدم پیش تیمار کاهش نشان داد و بیشترین کاهش نیز در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ ثانیه پلاسما روی بذور خشک مشاهده گردید. بر اساس نتایج این پژوهش، پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد می‌تواند صفات رشدی و عملکرد آفتابگردان را از طریق بهبود قابلیت رقابت آن با علف-های هرز افزایش دهد.

کلمات کلیدی: مدیریت تلفیقی علف هرز، هیدروپرایمینگ، کنترل غیر شیمیایی، تریفلورالین

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱. تأثیر پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه آفتابگردان در حضور علف‌های هرز. اولین همایش ملی کشاورزی، منابع طبیعی و دامپزشکی. اردیبهشت ۱۳۹۶، ایران-اردکان

۲. اثر پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد و کاربرد علفکش بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز آفتابگردان. اولین همایش ملی کشاورزی، منابع طبیعی و دامپزشکی. اردیبهشت ۱۳۹۶، ایران- اردکان.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱

مقدمه و کلیّات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم ۹

مروری بر منابع ۹

۲-۱- آفتابگردان ۱۰

۲-۱-۱- اهمیت و موارد مصرف ۱۰

۲-۱-۲- گیاه‌شناسی ۱۱

۲-۱-۳- سازگاری و بوم‌شناسی ۱۲

۲-۱-۴- مراحل رشد و نمو ۱۳

۲-۱-۵- نیاز آبی ۱۴

۲-۲- علف‌های هرز ۱۵

۲-۲-۱- نقش علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز ۱۶

۲-۲-۲- علفکش تریفلورالین ۱۷

۲-۲-۳- مکانیسم عمل علفکش تریفلورالین ۱۸

۲-۲-۴- معایب استفاده از علفکش‌ها ۱۹

۲-۲-۵- رویکرد کاهش مصرف علفکش ۲۳

۲-۲-۶- رویکرد مدیریت تلفیقی علف‌های هرز ۲۴

۲-۳- پرایمینگ ۲۶

۲-۳-۱- تأثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر ۲۹

۲-۳-۲- تأثیر پرایمینگ در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز ۳۰

۲-۳-۳- انواع پرایمینگ ۳۱

۲-۳-۴ هیدروپرایمینگ ۳۲

۲-۴- تابش پلاسما ۳۴

۲-۴-۱- تأثیر تابش پلاسما بر خصوصیات جوانه‌زنی ۳۵

فصل سوم ۳۹

مواد و روش ۳۹

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایس ۴۰
۳-۲- موقعیت شهرستان بسطام از نظر جغرافیایی ۴۰
۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه ۴۰
۳-۴- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۴۰
۳-۵- مشخصات طرح آزمایشی ۴۱
۳-۶- آماده سازی زمین و کاشت ۴۱
۳-۷- اعمال تیمارها ۴۲
۳-۸- عملیات کاشت ۴۲
۳-۹- عملیات داشت ۴۳
۳-۱۰- ارزیابی صفات زراعی ۴۳
۳-۱۱- عملکرد و اجزای عملکرد ۴۴
۳-۱۲- محتوای نسبی آب برگ RWC ۴۴
۳-۱۳- اندازه‌گیری شاخص سطح برگ LAI ۴۵
۳-۱۴- اندازه‌گیری کلروفیل و رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ ۴۵
۳-۱۵- اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه به روش کجلدال ۴۶
۳-۱۶- شاخص پایداری غشاء ۴۸
۳-۱۷- درصد و عملکرد روغن ۴۹
۳-۱۸- نمونه‌برداری از علف‌های هرز ۴۹
۳-۱۹- درصد دانه‌های پوک ۵۰
۳-۲۰- تجزیه و تحلیل داده ها ۵۰

فصل چهارم ۵۱

نتایج و بحث ۵۱

۴-۱- صفات زراعی ۵۲
۴-۱-۱- ارتفاع گیاه ۵۲
۴-۱-۲- تعداد برگ ۵۲
۴-۱-۳- شاخص سطح برگ LAI ۵۴

۴-۱-۴- قطر ساقه ۵۶
۴-۱-۵- وزن خشک برگ ۵۷
۴-۱-۶- وزن خشک ساقه ۵۸
۴-۱-۷- قطر طبق ۶۰
۴-۱-۸- درصد دانه‌های پوک در طبق ۶۱
۴-۲- اجزای عملکرد ۶۳
۴-۲-۱- تعداد دانه در طبق ۶۳
۴-۲-۲- وزن صد دانه ۶۵
۴-۳- عملکرد ۶۷
۴-۳-۱- عملکرد بیولوژیک ۶۷
۴-۳-۲- عملکرد دانه ۶۹
۴-۳-۳- عملکرد روغن ۷۱
۴-۳-۴- شاخص برداشت ۷۲
۴-۴- صفات فیزیولوژیک ۷۴
۴-۴-۱- رطوبت نسبی برگ RWC ۷۴
۴-۴-۲- شاخص پایداری غشاء ۷۶
۴-۴-۳- محتوای کلروفیل برگ (عدد اسپد) ۷۸
۴-۴-۴- کارتنوئید ۸۰
۴-۴-۵- کلروفیل A ۸۱
۴-۴-۶- کلروفیل B ۸۲
۴-۴-۷- کلروفیل کل ۸۲
۴-۵- صفات کیفی ۸۴
۴-۵-۱- درصد پروتئین ۸۴
۴-۵-۲- درصد روغن ۸۶
۴-۶- تراکم و وزن خشک علف های هرز ۸۸
۴-۶-۱- تراکم کل علف‌های هرز ۸۸
۴-۶-۲- وزن خشک کل علف‌های هرز ۹۰

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تعداد برگ ۵۴
شکل ۴-۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص سطح برگ ۵۶
شکل ۴-۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک برگ ۵۸
شکل ۴-۴- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک ساقه ۵۹
شکل ۴-۵- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر قطر طیق ۶۱
شکل ۴-۶- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد دانه‌های پوک در طبق ۶۲
شکل ۴-۷- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تعداد دانه در طبق ۶۵
شکل ۴-۸- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن صد دانه ۶۶
شکل ۴-۹- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد بیولوژیک ۶۸
شکل ۴-۱۰- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه ۷۰
شکل ۴-۱۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد روغن ۷۲
شکل ۴-۱۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص برداشت ۷۳
شکل ۴-۱۳- تأثیر تیمارهای کنترل بر محتوای رطوبت نسبی برگ ۷۵
شکل ۴-۱۴- تأثیر تیمارهای پلاسما بر محتوای رطوبت نسبی برگ ۷۶
شکل ۴-۱۵- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص پایداری غشاء ۷۸
شکل ۴-۱۶- تأثیر تیمارهای کنترل بر محتوای کلروفیل برگ (عدد اسپد) ۷۹
شکل ۴-۱۷- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر کارتنوئید ۸۰
شکل ۴-۱۸- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر کلروفیل A ۸۲
شکل ۴-۱۹- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر کلروفیل کل ۸۳
شکل ۴-۲۰- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد پروتئین گیاه ۸۶
شکل ۴-۲۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد روغن ۸۷
شکل ۴-۲۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تراکم کل علف‌های هرز ۸۹
شکل ۴-۲۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک کل علف‌های هرز ۹۱

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- خصوصیات خاک محل آزمایش ۴۱
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان ۵۶
جدول ۴-۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان ۶۰
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان ۶۳
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر اجزای عملکرد آفتابگردان ۶۶
جدول ۴-۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد آفتابگردان ۷۴
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشبر صفات فیزیولوژیک ۷۹
جدول ٤-۷- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر رنگیزه های فتوسنتزی آفتابگردان..... ۸۳
جدول ۴-۸- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر صفات کیفی ۸۸
جدول ۴-۹- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر تراکم و وزن خشکعلف‌های هرز ۹۲

فصل اول

مقدمه و کلیّات

۱-۱-مقدمه

روغن‌های خوراکی یکی از منابع مهم تأمین انرژی برای فرآیندهای حیاتی در بدن انسان هستند. به خاطر نقشی که این مواد در تأمین نیازهای چربی، پروتئین و ویتامین‌ها دارند، پس از مواد نشاسته‌ای در زمره مهمترین مواد غذایی محسوب می‌شوند. آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) عضو خانواده‌ای بزرگ از گیاهان گلدار به نام تیره کاسنی است که چهارمین دانه روغنی یکساله در جهان است و به خاطر روغن خوراکی و مصرف آجیلی آن کشت می‌شود (مظاهری، ۱۳۷۷). آفتابگردان یکی از مهمترین محصولات روغنی کشت شده در جهان می‌باشد (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۷). آفتابگردان پنجمین گیاه مهم در تولید روغن خوراکی در جهان است و حدود ۸/۲ درصد از کل تولید دانه‌های روغنی را شامل می‌شود. بر اساس آخرین آمار سطح زیر کشت آفتابگردان در ایران حدود ۶۸۰۰۰ هکتار بوده که از این سطح ۷۶۰۰۰ تن دانه برداشت شده است (فائو ۲۰۱۳). روغن آفتابگردان نقش مهمی از نظر تغذیه‌ای دارد و این به علت خصوصیات ویژه آن از جمله پایداری اکسیداسیونی بالا و وجود اسیدهای چرب با باند دوگانه مانند لینولئیک اسید می‌باشد (ماشنر و بیسکوپک- کورل، ۲۰۰۶). همچنین روغن دانه آفتابگردان دارای کیفیت بسیار عالی برای نیازهای تغذیه ای است به طوریکه در سالهای اخیر رقم های زراعی با درصد روغن بالا و مخصوصاً دارای اسید اولئیک بالا نقش مهمی در پرورش این گیاه داشته است (گوپتا و همکاران، ۱۹۹۲). مصرف سرانه‌ی روغن خوراکی در کشور بیش از ۱۶ کیلوگرم برآورد شده است. با توجه به جمعیّت کشور حدود یک میلیون تن روغن در سال نیاز می‌باشد که براساس آمارهای رسمی موجود، تولید روغن نباتی از منابع داخلی تنها کمتر از ۱۰ درصد نیاز مصرفی کشور را تأمین می‌نماید (گوپتا، ۲۰۰۷). با توجه به اینکه کم آبی مهمترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان در جهان و ایران می‌باشد و آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه‌ای عمیق است به این دلیل کشت این گیاه به اراضی دیم و نیمه خشک دنیا تمایل یافته است (بامگوی و آدیژومو، ۲۰۰۷). بنابراین

پتانسیل بالایی برای کشت این گیاه در ایران موجود می‌باشد. آفتابگردان گیاهی است که طول دوره رشد آن بسته به رقم و کلیه عوامل محیطی از ۹۰ تا ۱۵۰ روز می‌باشد. آفتابگردان در اوایل دوران رشد گسترش محدودی داشته و توان رقابتی کمی با علف‌های هرز دارد، از این رو باید در برابر علف‌های هرز به طور کامل حمایت شود (خواجه پور، ۲۰۰۸).

علف‌های هرز مهمترین عامل محدودیت در سیستم‌های کشاورزی هستند و در صورت کنترل نشدن آن‌ها در مزارع، عملکرد گیاه زراعی بسته به توان رقابتی علف‌های هرز بین۱۰ تا۱۰۰درصد کاهش می‌یابد (آسکارنوین و همکاران،۲۰۱۰). همچنین وجود علف‌های هرز مزرعه سبب افزایش هزینه‌های تولید ناشی از کنترل شیمیایی، کاهش کیفیت محصول و افزایش هزینه‌های بوجاری می‌شود (موناکو و همکاران، ۲۰۰۲). چنانچه با علف‌های هرز آفتابگردان مبارزه نشود، ممکن است عملکرد آن به میزان ۵۰ درصد یا بیشتر کاهش یابد (راشدمحصل و همکاران، ۲۰۰۱). علف‌های هرز از جمله عوامل محدودکننده زیستی هستند که به طرق مختلف باعث کاهش عملکرد محصولات زراعی از جمله آفتابگردان می‌گردند. گونه علف هرز، تراکم و توزیع علف‌های هرز، میزان رشد آن‌ها و شرایط محیطی بر میزان کاهش عملکرد گیاه زراعی بسیار مؤثر هستند (بلک‌شاو و همکاران، ۲۰۰۲). روش اصلی مبارزه با علف‌های هرز کاربرد علفکش است، ولی به دلیل قیمت زیاد مواد شمیایی و نگرانی‌های زیست محیطی جامعه‌ی کشاورزی برای کنترل آن‌ها به ناچار از روش‌های جایگزین بهره می‌برند (هیلت برونر و همکاران، ۲۰۰۷). امروزه پس از چند دهه مصرف علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز، به دلیل بروز مشکلات متعددی نظیر افزایش هزینه-ها، آسیب رسیدن به گیاهان زراعی، آلودگی محیط زیست، ایجاد مقاومت در علف‌های هرز و تأثیر این مواد شیمیایی بر سلامت انسان‌ها، محققان به این نتیجه رسیده‌اند که تولید محصولات کشاورزی با اتکّا به این مواد، به دلیل آلودگی‌های زیست محیطی و اثرات مخرب اکولوژیکی از پایداری لازم برخوردار نیست، بنابراین بایستی به فکر مدیریت پایدار علف‌های هرز بود (بانومن، ۲۰۰۱؛ بلک‌شاو، ۲۰۰۶). موفقیّت در

مدیریت پایدار علف‌های هرز مستلزم پرهیز از کاربرد روش‌های یک جانبه کنترل این گیاهان و محدود کردن زادآوری علف‌های هرز، کاهش جوانه زنی علف‌های هرز و نیز کاهش قابلیت رقابت علف‌های هرز با گیاهان می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که افزایش توانایی رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز موجب موفقیّت بیشتر در مدیریت پایدار علف‌های هرز می‌شود، لذا افزایش سرعت جوانه زنی و بهبود رشد اولیه گیاهچه سبب افزایش رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌گردد (مولر، ۲۰۰۱).

علفکش‌ها یکی از نهاده‌های مهم و پرکاربرد در سیستم‌های کشاورزی کشورهای پیشرفته محسوب می‌شوند (زند و همکاران،۲۰۰۷). اما امروزه کاربرد نادرست علفکش‌ها موجب شده تا بخش اعظم علفکش‌های مصرفی به هدف نرسد و با ورود به محیط موجب آلودگی آب، خاک، هوا، بر هم زدن تنوع زیستی، اثرات نامطلوب برگشت‌های بعدی و انواع مسمومیت‌ها شده و موجودات غیر هدف را همپای موجودات هدف تحت تأثیر قرار می‌دهند، کارایی علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز و رفتار آن‌ها در محیط زیست، هر دو به شرایط و عوامل محیطی بستگی دارد (کاپلس و همکاران، ۲۰۰۰). تریفلورالین با نام تجاری ترفلان یکی از علفکش‌های پیش رویشی از خانواده دی‌نیتروآنیلین هاست که جزو پر مصرف-ترین علفکش‌ها در مدیریت برخی از گیاهان زراعی مانند آفتابگردان محسوب می‌گردد (موسوی و همکاران، ۲۰۰۵). این علفکش پر مصرف‌ترین علفکش خانواده دی‌نیتروآنیلن‌ها بوده که تقریبا بذر همه علف‌های باریک برگ و نیز تعداد زیادی از علف‌های هرز پهن برگ را کنترل می‌کند (مرادبیگی و خارا، ۱۳۹۰؛ زند و همکاران، ۲۰۰۷)، و همچنین به طور گسترده در کنترل علف‌های هرز یکساله، برخی از علف‌های هرز پهن برگ در مزارع چغندرقند، پنبه، آفتابگردان، صیفی‌جات، کلزا و سویا استفاده می‌شود (موسوی، ۲۰۰۱؛ زند و همکاران، ۲۰۰۷). با وجود مزایای بالای علفکش‌ها، استفاده نادرست از این تکنولوژی ممکن است به ایجاد مشکلاتی نظیر پسماند علفکش‌ها، آلودگی آب‌های زیر زمینی و مقاوم شدن علف‌های هرز به علفکش‌ها منجر شود (کامال مالدونادو وهمکاران، ۲۰۰۱) اما با توجّه به محاسن و

تأثیر فوق‌العاده علفکش‌ها در دستیابی به حداکثر عملکرد، حذف کامل آن‌ها از برنامه‌های مدیریتی معقولانه و عملی نیست. بنابراین تولید علفکش‌های جدید و سوق دادن تحقیقات در جهت استفاده حداقل از مواد شیمیایی با کاربرد علفکش‌های قوی و مؤثر با دُز مصرفی کمتر و همچنین کاربرد آن‌ها به صورت اختلاط به منظور کاهش بیوتیپ‌های مقاوم، اثرات کمتر بر محیط زیست و کنترل توام علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ با یک بار سمپاشی و کاهش هزینه‌ها همواره مد نظر می‌باشد (گودرزی و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین هر تلاشی در جهت مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و همراه کردن علفکش‌ها با روش‌های جدید و بدون عارضه مانند تابش پلاسما و هیدروپرایمینگ می‌تواند در تولید محصولات سالم اهمیّت زیادی داشته باشد.

علاوه بر کاربرد وسیع علفکش‌ها، روش‌های مختلف غیر شیمیایی برای کاهش خسارت علف‌های هرز به محصولات کشاورزی پیشنهاد شده است. روش‌های پیش تیمار بذری تاکنون بطور مؤثر در کاهش خسارت علف‌های هرز بکار رفته است که از آن‌ها می‌توان به پرایمینگ اشاره کرد. یکی از روش‌های استقرار بهتر گیاهچه، پیش تیمار بذر قبل از کاشت است که شامل خیساندن بذر در آب می‌باشد (هال و همکاران، ۲۰۰۰). مزیت این روش در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند افزایش سرعت جوانه زنی در شرایط مختلف محیطی است. مزیت دیگر آن حصول یکسان رویش گیاهچه از بذر برای افزایش قدرت گیاهچه و بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه است (نیک‌نام و همکاران، ۲۰۱۳). هیدرو پرایمینگ بذور می-تواند محتوای کل کلروفیل، محتوای کلروفیل a و b و در نتیجه فتوسنتز گیاهان حاصله را افزایش دهد (رحمان و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات میدانی در این خصوص نشان داده است که نتایج کاربرد پرایمینگ بذر در کشورهای فقیری چون هندوستان، زیمبابوه، پاکستان و نپال بسیار امیدوار کننده بود و کشاورزانی که از این روش در تولید محصولات زراعی بهره برده‌اند از نتایج این کار کاملاً رضایت داشته‌اند (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس پژوهش‌های انجام شده روی ذرت توسط مورانگو و همکاران(۲۰۰۴) گزارش

شده است که پرایمینگ، سرعت سبز شدن بذرهای ذرت را نسبت به بذرهای غیر پرایم در ۸ سال از ۹ سال آزمایش افزایش داد. هریس و همکارن (۲۰۰۴) نتایج حاصل از ۱۴ آزمایش پرایمینگ بذر ذرت در مزرعه را در پاکستان به مدت ۴ سال بررسی و اظهار داشتند که مدت ۱۶ تا ۱۸ ساعت، مدت زمان مطلوب برای پرایمینگ بذرهای ذرت بوده و عملکرد دانه را به طور معنی‌داری بین ۱۷تا ۷۶ درصد در ۱۱ آزمایش از ۱۴ آزمایش انجام شده افزایش داد. در توجیه افزایش عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ همچنین می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵) و استفاده بیشتر آن‌ها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشید اشاره داشت (سوبدی و ما، ۲۰۰۵). کائور و همکاران اظهار نمودند، فعالیّت مخزن در گیاهان نخود حاصله از بذور هیدروپرایمینگ شده در مقایسه با شاهد بالاتر بود که این امر از طریق بالا بودن فعالیّت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات سینتاز مشخص گردید که در نهایت افزایش وزن هزار دانه و عملکرد را به دنبال داشت (کائور و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج پژوهش مهدی زاده و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که خیساندن بذر با آب مقطر سبب کاهش تراکم کل علف‌های هرز غالب ذرت شد و در سطح عدم کنترل علف‌های هرز پیش تیمار با آب مقطر بیشترین تأثیر را بر تراکم علف‌های هرز داشت. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند که چون پرایم کردن رسیدن به مرحله‌ی اتوتروفی را کوتاه می‌کند باعث افزایش رقابت گیاه ذرت نسبت به علف‌های هرز شده و در نتیجه تراکم علف هرز را کم می‌کند. شاید بخاطر مزایای ذکر شده گیاهانی که از بذور پرایم شده به دست آمده اند بر علف‌های هرز برتری نشان داده و سبب کاهش تراکم علف‌های هرز شده‌اند (مهدی زاده و همکارن، ۱۳۹۰).

پیش تیمار بذری با پلاسما نیز توانسته است بطور مؤثری درصد و سرعت جوانه زنی بذور را افزایش دهد. زمانی که به یک گاز انرژی وارد شود، مثلاً در یک میدان الکتریکی قرار گیرد، اتم‌های آن یک یا چند الکترون از دست داده و بار مثبت می‌یابند و به عبارتی یونیزه می‌شوند. پس می‌توان گفت

پلاسما به گاز یونیزه شده‌ای اطلاق می‌شود که همه یا بخش قابل توجّهی از اتم‌های آن یک یا چند الکترون از دست داده و به یون‌های مثبت تبدیل شده باشند. پلاسما شامل یون‌های مثبت، الکترون، اتم و یا مولکول‌های گاز خنثی، امواج UV، رادیکال‌های آزاد و اتم‌ها و مولکول‌های برانگیخته می‌باشد (فرناندز و همکاران، ۲۰۱۱؛ فرناندز و همکاران، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر از فن‌آوری پلاسما در تحقیقات کشاورزی استفاده شده است و اثر مثبت آن در پیش تیمار بذور قبل از کاشت ثابت شده است (دابینو و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوردیو و همکاران، ۲۰۱۱). در شماری از پژوهش‌ها نشان داده شده است که پیش تیمار بذور با پلاسما سبب تحریک جوانه زنی بذور شده و منجر به سرکوب پاتوژن‌های قارچی و باکتریایی گیاهی می-شود (دیال، ۲۰۰۶؛ تربای و همکاران، ۲۰۰۷). پلاسما سبب افزایش جوانه زنی و بهبود رشد (دابینو و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوردیو و همکاران، ۲۰۱۱)، ازبین رفتن پاتوژن‌های بیماری‌زا در گیاهان در حال رشد (فیلاتووا و همکاران، ۲۰۱۲؛ سلکوک و همکاران، ۲۰۰۸؛ فیلاتووا و همکاران۲۰۱۳)، و کاهش مواد سمی و نیترات در مواد غذایی می‌گردد (گوردیو و همکاران ۲۰۱۱). این فرآیند از طریق بمباران کردن سطح بذر بوسیله ذرات فعّال و ایجاد ملکول‌های فعّال زیستی در سطح بذر انجام می‌شود (زیوکوویک و همکاران، ۲۰۰۴؛ سرا و همکاران، ۲۰۰۸). پیش تیمار بذر با پلاسمای سرد روشی سریع، اقتصادی و عاری از آلودگی به منظور بهبود عملکرد دانه و عملکرد محصول است (تانگ و همکاران، ۲۰۱۴). پلاسمای سرد نقش اساسی در طیف گسترده‌ای از فرآیندهای توسعه و فیزیولوژیکی در گیاهان، از جمله کاهش نرخ زاد و ولد باکتریایی از دانه‌ها، تغییر ساختارهای پوسته بذر، افزایش نفوذپذیری پوسته دانه و جوانه زنی بذر و تحریک کنندگی رشد گیاهچه دارد (ژاو و همکاران، ۲۰۱۱؛ سرا و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر این پلاسما نیز می‌تواند سوخت و ساز فیزیولوژیکی گیاه از جمله: فعالیّت دهیدروژناز، سوپراکسید دیسموتاز (ین و همکاران، ۲۰۰۵) و فعالیّت پراکسیداز (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۴)، رنگدانه‌های فتوسنتزی، بازده فتوسنتز و فعالیّت نیترات ردوکتاز را بهبود بخشد (چای و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به نتیجه پژوهش‌های انجام

شده به نظر می‌رسد اعمال هیدروپرایم و تابش پلاسما از طریق بهبود استقرار گیاهچه نقش مؤثری در قابلیت رقابت گیاه آفتابگردان با علف‌های هرز و کاهش مصرف علفکش‌ها داشته باشد، از طرفی تأثیر کاربرد علفکش تریفلورالین در خاک بر بذور پرایم شده و تیمار شده با تابش پلاسما تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابر این پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر تابش پلاسما و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد آفتابگردان و کنترل علف‌های هرز انجام گردید.

فصل دوم

مروری بر منابع

۲-۱- آفتابگردان

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان است که به علت بالا بودن ارزش غذایی و فقدان فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در روغن آن، برای تغذیه بشر مفید است (سوزولسکی، ۱۹۷۹). این گیاه از گیاهان بومی نواحی مرکزی قاره آمریکا می‌باشد که ظاهراً منشأ آن پرو و یا مکزیک است، آفتابگردان در قرن شانزدهم میلادی توسط اسپانیایی‌ها به اروپا برده شد و از آنجا به سای نقاط دنیاه راه یافت کشورهای آرژانتین، روسیه، فرانسه و چین مهم‌ترین تولیدکنندگان آفتابگردان در جهان به شمار می‌روند. بر اساس گزارش فائو، مقدار تولید دانه آفتابگردان در جهان در سال ۲۰۰۰ حدود ۳۶۰ تن با میانگین عملکرد ۱۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. استان‌های اردبیل، اذربایجان غربی و فارس مهم‌ترین تولیدکنندگان آفتابگردان آبی و مازندران و گلستان مهم‌ترین تولیدکنندگان آفتابگردان دیم می‌باشند (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۱-۱- اهمیت و موارد مصرف

روغن آفتابگردان نقش مهمی از نظر تغذیه‌ای دارد و این به علت خصوصیات ویژه آن از جمله پایداری اکسیداسیونی بالا و وجود اسیدهای چرب با باند دوگانه مانند لینولئیک اسید می‌باشد (موسچنر و همکاران، ۲۰۰۶). دانه ارقام روغنی آفتابگردان معمولاً کوچک‌تر و تیره‌تر از ارقام آجیلی بوده و پوسته دانه نازکی دارد .این ارقام حاوی ۳۸ تا ۵۰ درصد روغن و ۲۰ درصد پروتئین با ارزش غذایی و مرغوبیت زیاد، بهتر از اغلب روغن‌های گیاهی می‌باشند (خواجه پور، ۱۹۹۰). دانه آفتابگردان بر اساس درصد روغن و اندازه دانه جهت روغن‌گیری، مصرف آجیلی و تغذیه پرندگان مصرف می‌شود، انواع آجیلی دانه‌های درشت‌تری نسبت به انواع روغنی دارند، ولی درصد روغن آن‌ها معمولاً کمتر و حدود ۳۰-۲۵ درصد است. پایین بودن نسبت پوسته به کل دانه اهمیت زیادی در بازارپسندی محصول دارد.میزان روغن در دانه

ارقامی که جهت روغن‌گیری مصرف می‌شوند غالباً ۵۰-۴۰ درصد است. هرچند درصد روغن تا ۶۵ درصد نیز می‌رسد. روغن اکثر ارقام به طور میانگین شامل حدود ۱۲-۱۰ درصد اسیدهای چرب اشباع ۲۰-۱۶ درصد اسید اولئیک ۷۲-۶۸ درصد اسید لینولئیک می‌باشد و فاقد کلسترول است. روغن‌های با اسید اولئیک بالا به عنوان روغن طباخی جهت سرخ کردن مواد غذایی و روغن‌های با اسید لینولئیک بالا به عنوان روغن سالادی کاربرد دارند. روغن آفتابگردان علاوه بر مصرف در صنایع غذایی، در تهیّه صابون و رنگ‌های پر کیفیت و تولید لوازم آرایشی و پلاستیک کاربرد دارد (خواجه‌پور، ۱۳۸۹). دانه آفتابگردان دارای ۵۳-۴۸ درصد روغن، ۱۹-۱۴ درصد پروتئین، ۲۵ درصد کربوهیدرات و ۴ درصد مواد معدنی می-باشد (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹).

۲-۱-۲ گیاه‌شناسی

آفتابگردان گیاهی است یک ساله از خانواده Asteraceae می‌باشد که به صورت بوته‌ای استوار رشد می‌نماید. آفتابگردان دارای ریشه اصلی عمیقی است که در محدوده زیر یقه و درسطح خاک حاوی شبکه ریشه قوی افشان است که این بخش حدود ۵۰ الی ۷۰ درصد بیوماس کل ریشه را شامل می‌گردد. علاوه بر ریشه اصلی، ریشه‌های فرعی که تا عمق ۲۵ سانتی‌متری گسترش می‌یابند و ریشه‌های سطحی که در خاک پراکنده‌اند نیز در آفتابگردان قابل مشاهده است که به تدریج به سمت بالا زاویه‌دار می‌شود، بوته معمولاً فاقد انشعاب است. ارتفاع بوته به رقم و شرایط محیطی بستگی دارد واز ۱ تا ۶ متر تغییر است. ساقه آفتابگردان، در برش قطری از یک بخش بیرونی چوبی شده با الیاف فیبری فراوان و یک مغز داخلی سلولزی کم آب و سفید رنگ تشکیل شده است، اکثر ارقام زراعی آفتابگردان تک ساقه ای هستند که انتهای ساقه به یک طبق ختم می‌شود (رقم هایسون). برگ‌های کرک‌دار و قلبی شکل آفتابگردان دارای حاشیه مضرس و دمبرگ بلند بوده و غالباً ۳۰-۱۰ سانتی‌متر طول و ۲۰-۵ سانتی‌متر عرض داند.

تبدیل آرایش متقابل به صورت تدریجی انجام می‌شود به طور عمده برگ‌ها پوشیده از کرک‌های خشن است که به کاهش تعرق کمک می‌کند. گل آذین آفتابگردان به صورت طبق و شامل یک نهنج بزرگ است که ممکن است در مرحله رسیدگی به حالت محدب، مقعر و یا مسطح مشاهده می‌شود. در حاشیه نهنج، براکته‌های مشاهده می‌شوند که برگ‌هایی تغییر شکل یافته اند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹).

۲-۱-۳- سازگاری و بوم شناسی

آفتابگردان گیاهی است که اغلب در مناطق معتدل و گرم به خوبی می‌روید و خصوصیت‌های مختلف فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی این گیاه د رتطبیق‌پذیری وسیع آن دخالت دارد. آفتابگردان گیاهی گرمادوست است که برای رشد و نمو مناسب، به نور فراوان نیاز دارد و از لحاظ عکس‌العمل به طول روز عمدتاًجزء گیاهان بی تفاوت به طول روز می‌باشد. در بین ارقام موجود سه گروه روزبلند، روزخنثی و روز-کوتاه قابل تشخیص می‌باشد ولی اکثر آن‌ها قدری تمایل به روزکوتاهی دارند. دمای مطلوب برای جوانه-زنی بذر آفتابگردان حدود ۱۵-۱۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما برای جوانه‌زنی ۵ درجه سانتی‌گردا می-باشد. همچنین رشد مطلوب را در دامنه دمایی ۳۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد دارد، در مقام مقاومت آفتابگردان نسبت به سرما بیش از ذرت است و سرمای اول فصل را بهتر از ذرت تحمل می‌کند (عرشی، ۱۳۷۶). در دوران گرده‌افشانی دماهای پایین با تأثیر بر فعالیّت حشرات گرده‌افشان و دماهای بالا با کاهش حیات دانه‌های گرده می‌تواند موجب کاهش عملکرد دانه و روغن شوند. آفتابگردان با ریشه توسعه یافته‌ای که دارد به خشکی نسبتاً مقاوم است، مشروط به آنکه خاک عمیق بوده و ساختمان خاک عامل محدود کننده‌ای برای رشد ریشه نباشد. این گیاه به ساختمان خاک بیشتر از بافت خاک حساس می‌باشد. نیاز رطوبتی بذر برای جوانه‌زنی در حد متوسط است تولید دیم آفتابگردان با وجود حدود ۵۰۰ میلی‌متر بارندگی و توزیع مناسب آن امکان‌پذیر می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۸۹). آفتابگردان جزء گیاهان نسبتاً مقاوم

به شوری است و در مقام مقایسه شوری خاک را بهتر از لوبیا تحمل می‌کند. همچنین شوری خاک درصد روغن ودانه‌های آفتابگردان را کاهش می‌دهد ولی بر کیفیت روغن دانه‌ها تأثیر چندانی ندارو این گیاه حساسیت زیادی به اسیدیته خاک ندارد و در خاک‌هایی با اسیدیته‌ای معادل ۵/۷ تا بیش از ۸ رشد می-نماید ولی در اسیدیته خنثی رشد مناسبی دارد (گوپته و هارمر، ۱۹۸۲).

۲-۱-۴- مراحل رشد و نمو

کامل‌ترین تقسیم‌بندی برای مراحل نمو آفتابگردان توسط میلر و روت (۱۹۸۲) ارائه گردید. طبق این تقسیم بندی مراحل نمو آفتابگردان به دو بخش اصلی رشد رویشی و زایشی تفکیک می‌شود. رشد رویش شامل دو مرحله جوانه‌زنی و ظهور برگ‌های حقیق و رشد زایشی شامل ۹ مرحله می‌باشد که بطور مختصر شرح داده می‌شود.

مرحله رشد رویشی: این مرحله با جوانه‌زنی و پایان آن هم‌زمان با ظهور گل‌آذین است این محله خود به دو بخش متمایز تفکیک می‌شود:

۱- سبز شدن (V_E): در این مرحله لپه‌ها در سطح خاک پدیدار می‌شوند و طول اولین برگ حقیق کمتر از ۴ سانتی‌متر می‌باشد.

۲- چندبرگی (V_N) : این مرحله بر مبنای تعداد برگ حقیقی گیاه که طول آن‌ها حداقل به بیش از ۴ سانتی‌متر رسیده باشد (به همراه برگ‌های پیر و زرد شده به جز برگ‌های لپه ای) که به مراحل فرعی‌تر V_1، V_2، ...تا V_n تفکیک می‌شود.

مرحله رشد زایشی: این مراحل با ظهور گل‌آذین شروع شده و با رسیدگی فیزیولوژیک به پایان می‌رسند.

۱-مرحله R_1: در این مرحله براکته‌های نابالغ اطراف گل‌آذین راهی پوشاند و اگر از بالا به گیاه نگاه شود براکته‌ها به همراه گل‌آذین به شکل یک ستاره به نظر می‌رسند و به همین خاطر این مرحله را مرحله

ستاره‌ای شدن یا مرحله ظهور گل‌آذین نیز می‌نامند.

۲- مرحله R_2: در طی این مرحله میان‌گره زیر گل‌آذین شروع به طویل شدن می‌کند و طول آن به ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر می‌رسد.

۳- مرحله R_3: با ادامه رشد میان‌گره زیر گل‌آذین طول این میان‌گره از ۲ سانتی‌متر فراتررفته و گل‌آذین از براکته هایی که آن را احاطه کرده اند جدا می‌شوند.

۴- مرحله R_4: در این مرحله گل‌آذین شروع به باز شدن نموده و گل‌های شعاعی از درون گل‌آذین بیرون می‌آیند.

۵- مرحله R_5: این مرحله مصادف با شروع گرده‌افشانی می‌باشد، گل‌های شعاعی باز شده‌اند و تمام گل-های طبق قابل مشاهده‌اند. گرده‌افشانی از گل‌های ردیف‌های بیرونی طبق به سمت مرکز طبق انجام می-شود.

۶- مرحله R_6: در این مرحله گرده‌افشانی کامل شده و گل‌های شعاعی شادابی خود را از دست داده و پژمرده می‌گردند و سپس ریزش می‌کنند.

۷- مرحله R_7: پشت طبق در این مرحله تغییر رنگ داده و به زردی می‌گراید. این زرد شدن پشت طبق از مرکز شروع و به سمت بیرون طبق ادامه می‌یابد.

۸- مرحله R_8: پشت طبق کاملاً زرد شده است لیکن براکته‌ها هنوز هستند.

۹- مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی R_9: براکته‌ها در این مرحله زرد و سپس قهوه‌ای می‌شوند و قسمت عمده‌ای از پشت طبق شروع به قهوه‌ای شدن می‌نماید و رسیدگی کامل می‌شود (میلر و روت، ۱۹۸۲).

۲-۱-۵- نیاز آبی

حساسیت به کم آبی در آفتابگردان از مدت کوتاهی قبل از مشاهده طبق تا هنگام رنگ‌گیری

کامل دانه‌ها یا زمان کاهش رنگ سبز پشت طبق زیاد است. بیشترین حساسیت به تنش رطوبتی در مرحله گرده‌افشانی مشاهده می‌گردد. وقوع تنش رطوبتی از مرحله مشاهده طبق تا پایان گرده‌افشانی سبب تأثیر منفی در اندازه دانه و درصد روغن می‌شود و عملکردهای دانه و روغن را کاهش می‌دهد. به طور کلی مقاومت آفتابگردان نسبت به تنش رطوبتی در اواخر رشد دانه و در مقایسه با غلات دانه ریز کم است (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۲- علف‌های هرز

تا کنون تعاریف زیادی برای علف‌های هرز ارائه شده است، که معمول‌ترین آن عبارت است از: گیاهی است، که در شرایط طبیعی منشأ گرفته و در پاسخ به شرایط تحمیلی و محیط‌های طبیعی ظاهر شده و همگام با فعالیّت‌های زراعی انسان با گیاه مطلوب در تداخل بوده است (بوهلر و همکاران، ۱۹۹۵). عملکرد گیاهان زراعی به طور عمده در نتیجه رقابت با علف‌های هرز بر سر آب، عناصر غذایی، نور، فضای رشد و دی اکسید کربن کاهش می‌یابد (توماسو و همکاران، ۲۰۰۲). بر اساس آمار و اطلاعات موجود، خسارت ناشی از وجود علف‌های هرز از خسارات آفات و بیماری‌های گیاهی کمتر نبوده و در بسیاری از موارد بیشتر از آن‌ها نیز می‌باشد، این خسارت در کشورهای پیشرفته ۵ درصد، در کشورهای نیمه توسعه یافته حدود ۱۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه با سیستم سنتی حدود ۲۵ درصد تخمین زده شده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵). علف‌های هرز به عنوان یکی از اجزای بوم نظام کشاورزی و جزیی جدایی ناپذیر از اکوسیستم کشاورزی محسوب می‌شوند. با این وجود به دلیل رقابت این گیاهان با گیاه زراعی و خسارت ناشی از آن‌ها به دلیل کاهش عملکرد محصولات، از دیرباز تاکنون به عنوان جزیی نامطلوب از بوم نظام کشاورزی شناخته می‌شوند (نوروززاده و همکاران، ۱۳۸۷). با وجود اینکه در برخی از اثرات مثبت علف‌های هرز در تأمین غذا، تهیه داروهای گیاهی و الیاف مورد نیاز انسان اشاره شده، اما

عمدتاً بر تأثیر منفی علف‌های هرز تأکید شده است. هرچند علف های هرز تنها ۰/۱ درصد از گیاهان خشکی‌زی را شامل می‌شوند، سبب خسارت اقتصادی قابل توجهی می‌شوند. خسارت علف‌های هرز را به ۹ گروه دسته بندی نمود: ۱) خسارت ناشی از رقابت آن‌ها با گیاهان زراعی ۲) افزایش هزینه تولید ۳) کاهش کیفیت گیاهان زراعی و محصولات دامی ۴) افزایش هزینه‌های فرآوری محصولات ۵) اختلال در مدیریت آبیاری ۶) تهدید سلامت انسان ۷) کاهش گزینه‌های تناوبی ۸) کاهش ارزش زمین ۹) کاهش زیبایی محیط. خسارت سالانه ناشی از علف‌های هرز بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار لرآورده شده است. بر اساس گزراش های موجود با وجود اینکه سالانه بیش از ۳ میلیون تن آفتکش در دنیا مصرف می‌شود، خسارت ناشی از آفات، بیمارها و علف‌های هرز تا قبل از برداشت محصول حدد ۴۰ درصد است. خسارت علف‌های هرز در نظام‌های کشاورزی در حال توسعه و توسعه نیافته بیش از انواع توسعه یافته است. خسارت علف‌های هرز در نظام‌های کشاورزی توسعه یافته ۵ درصد و در انواع توسعه نیافته، ۲۵ درصد است (کوچکی، ۱۳۸۷). محققین بیان نموده‌اند که تداخل علف‌های هرز، ارتفاع ارقام آذرگل، آلستار و فرخ آفتابگردان را به ترتیب ۳ ، ۸ و۳ درصد نسبت به تیمار شاهد وجین تمام فصل کاهش داد. در پژوهشی تیمار شاهد عاری از علف هرز نسبت به تیمار تداخل علف هرز عملکرد دانه بیشتری نشان داد (لطیفی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین، گزارش شده است که تداخل علف هرز با گیاه باعث کاهش ۲۳/۳ درصدی عملکرد آفتابگردان گردیده است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۲-۱- نقش علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز

در حال حاضر اصلی‌ترین روش مبارزه با علف‌های هرز در ایران و جهان مبارزه شیمیایی می‌باشد (زند و همکاران، ۱۳۸۱). روش‌های کنترل شیمیایی در سال‌های اخیر بسیار توسعه یافته و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثر سریع، قابلیت انتخاب بیولوژیکی و همچنین امکان کاربرد علفکش در مقادیر کم به

همراه حجم کم آب از جمله مهمترین دلایل توسعه‌ی سریع علفکش‌هاست (زیمدال، ۲۰۰۷). علفکش‌ها نیز مانند اکثر دستاوردهای بشر دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. علفکش‌ها از طریق تأثیر بر افزایش تولید، افزایش کیفیت و بهبود شکل ظاهری محصول بر کمیّت و کیفیت محصولات کشاورزی و از طریق کاهش مصرف سوخت، کاهش تخریب خاک و جلوگیری از گسترش علف‌های هرز مهاجم بر صرفه جویی انرژی اثر گذاشته و در مجموع در طی یک فرآیند زنجیره‌ای در افزایش سطح زندگی مؤثر بوده‌اند (زند و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس گزارش کوپر و دابسون (۲۰۰۷) کشاورزان آمریکا بدون مصرف علف کش‌ها حدود ۳/۱۳ میلیارد دلار خسارت خواهند دید. یانسی و سسیل (۱۹۹۸) اظهار داشتند که در آمریکا در مقابل ۶/۶ میلیارد هزینه برای تولید و مصرف علف‌کش، حدود ۲۱ میلیارد دلار عاید کشاورزان خواهد شد. همچنین طبق برآوردهای انجام شده در آمریکا به ازای صرف هر دلار هزینه برای آفتکش‌ها حدود ۴ دلار درآمد اضافی به کشاورز فایده می‌رسد. همچنین یک پوند مصرف آفتکش‌ها در انگلستان، می‌تواند ۵ پوند سودآوری برای کشاورز به همراه داشته باشد.

۲-۲-۲- علفکش تریفلورالین

تریفلورالین از جمله علف‌کش‌هایی است که در خاک و قبل از کاشت مصرف می‌شود که برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن برگ و علف‌های هرز خانواده گرامینه استفاده می‌شود (مراد-بیگی و خارا، ۱۳۹۰). با کاربرد تریفلورالین با دُز ۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار کنترل مناسبی از علف های هرز در عدس مشاهده شد (مجنا و همکاران، ۲۰۰۵). خان و ممتاز (۱۹۹۵) و باستاویسی و همکاران (۱۹۹۱) گزارش دادند استفاده از علفکش پیش کاشت تریفلورالین نتایج مطلوب‌تری را در کنترل علف هرز پنیرک به همراه دارد. مؤثرترین مقدار علفکش‌های تریفلورالین و اتال فلورالین به صورت پیش کاشت در مبارزه با علف‌های مزارع نخود به ترتیب ۲ و ۳ لیتر در هکتار گزارش شده است (موسوی،

۱۳۸۹). در روسیه مقدار ۴ لیتر علفکش تریفلورالین جهت مبارزه با علف‌های پهن برگ استفاده شده است (کوتنزووا و تروزینا،۱۹۹۰). مرادی و همکاران (۱۳۸۸) مصرف پیش رویشی تریفلورالین و پس رویشی اکسی فلورفن را در کاهش فراوانی علف‌های هرز مزارع نخود فرنگی مثبت ارزیابی نمودند. علفکش تریفلورالین، برای علف‌های هرز آفتابگردان مناسب است که بلافاصله پس از مصرف در خاک در عمق مناسب مخلوط گردند. این عمق برای تریفلورالین و اتال فلورالین، ۵ سانتی‌متر و برای اپتام، ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر است. در صورتی که علف‌های هرزی همچون مرغ مشکل ساز شده باشند، عمق اختلاط با خاک، به ۱۰ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. با توجه به محاسن و تأثیر فوق العاده علفکش‌ها در دستیابی به حداکثر عملکرد، حذف کامل آن‌ها از برنامه‌های مدیریتی معقولانه و عملی نیست. بنابراین تولید علفکش‌های جدید و سوق دادن تحقیقات در جهت استفاده حداقل از مواد شیمیایی با کاربرد علفکش‌های قوی و مؤثر با دوز مصرفی کمتر و همچنین کاربرد آن‌ها به صورت اختلاط به منظور کاهش بیوتیپ‌های مقاوم، اثرات کمتر بر محیط زیست و کنترل توام علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ با یک بار سمپاشی و کاهش هزینه‌ها همواره مد نظر می‌باشد (گودرزی و همکاران، ۲۰۰۶). مرادبیگی و خارا (۱۳۹۰) گزارش دادند غلظت‌های مختلف علفکش تریفلورالین باعث کاهش طول و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و همچنین میزان سطح برگ گیاه آفتابگردان گردید که این کاهش صفات گیاهی با افزایش غلظت علفکش تشدید پیدا کرد.

۲-۲-۳- مکانیسم عمل علفکش تریفلورالین

تریفلورالین (ترفلان) از جمله علفکش‌هایی است که در خاک و قبل از کاشت مصرف می‌شود و پر مصرف‌ترین علفکش خانواده دی نیترو آنیلین‌ها بوده که تقریبا بذر همه علف‌های هرز باریک برگ و نیز تعداد زیادی از علف‌های هرز پهن برگ را کنترل می‌کند (مراد بیگی و خارا، ۱۳۹۰؛ زند و همکاران،

۲۰۰۷). بررسی‌ها نشان می‌دهدکه مکانیسم عمل علفکش تریفلورالین، مهار تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها در ناحیه مریستمی ریشه می‌باشد. کاهش تقسیم سلولی باعث کاهش رشد ریشه و به دنبال آن موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی در اثر کاهش جذب و انتقال مواد غذایی می‌شود (کاست و استراکمیر، ۱۹۸۱). مارنکو و لوپز (۱۹۹۴) گزارش دادند علفکش تریفلورالین با اختلال در رشد ریشه‌های جانبی، سرعت جابجایی یا جذب سطحی عناصر غذایی ضروری از جمله نیتروژن، فسفات و سولفات را کاهش می‌دهد و باعث ایجاد عدم تعادل در مواد معدنی گیاه می‌شود. بر اساس نتایج هس و بایر (۱۹۸۴). مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که تیمار تریفلورالین باعث مهار طویل شدگی ریشه در گیاهچه‌های گندم و ذرت می‌شود (لیگنوسکی و اسکات، ۱۹۸۱). مرادبیگی و خارا (۱۳۹۰) گزارش دادند غلظت‌های مختلف علفکش تریفلورالین باعث کاهش طول و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و همچنین میزان سطح برگ گیاه آفتابگردان گردید که این کاهش صفات گیاهی با افزایش غلظت علفکش تشدید پیدا کرد. همچنین نتایج این محققین، کاهش درصد همزیستی در ریشه‌های گیاه آفتابگردان با قارچ *Glomus etunicatum* را در غلظت ppm ۱۵ علفکش تریفلورالین نشان داد. نتایج آزمایشاتی که در سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۸۱ در کانادا اجرا گردید نشان داد که دوزهای بالای تریفلورالین و اتال فلورالین سبب گردید که درصد سبز شدن بذور گندمی که بعد ازکلزا کشت گردید کاهش معنی‌داری نشان دهند. در این آزمایش علفکش‌های ذکر شده قبل از کشت کلزا بکار برده شدند (توماس و ویز، ۱۹۸۷).

۲-۲-۴- معایب استفاده از علفکش‌ها

با وجودی که علفکش‌ها فقط یکی از ابزارهای مناسب در استراتژی مدیریت علف‌های هرز در مزارع گیاهان زراعی هستند (هارتویگ و آمون، ۲۰۰۲)، ولی اکثر کشاورزان، مدیران مزارع و برخی کارشناسان به دلیل درجه تأثیر گذاری علفکش‌ها، انتظار دارند همه مشکلات مربوط به علف‌های هرز را

تنها با استفاده از علفکش‌ها برطرف نمایند، که این امر منجر به بالا رفتن هزینه کنترل علف‌های هرز می شود. تأکید و تکیه بیش از حد بر علفکش‌ها باعث نادیده انگاشتن سایر روش‌های مدیریت علف‌های هرز (از جمله پیش‌گیری، بهداشت زراعی، شخم، رقابت گیاهان زراعی و تناوب زراعی) می‌شود (زند و همکاران، ۱۳۸۷). موسوی (۱۳۸۱) مشکلات ناشی از علفکش را به شرح زیر بیان کرده است:

۱- آسیب زدن به سلامت انسان: بسیاری از علفکش‌ها که سال‌های متمادی در دنیا مورد استفاده قرار گرفته‌اند، سرطان‌زا اعلام شده و از بازار حذف گردیده‌اند (موسوی، ۱۳۸۱). همچنین وجود باقیمانده علفکش‌ها در مواد غذایی و تجمع آن‌ها در زنجیره‌های غذایی (داللینگ، ۱۹۹۲) می‌تواند سلامتی انسان را با خطر روبرو کند.

۲- آلوده ساختن محیط‌های طبیعی و آب‌های زیر زمینی: آنچه مسلم است علفکش‌ها نسبت به بقیه آفتکش‌ها خاصیت قطبی بیشتری داشته و به همین دلیل آبشویی آن‌ها بیشتر است. مطالعاتی که به بررسی کیفیت آب پرداخته‌اند، تأکید دارند که علفکش‌ها مهمترین و بیشترین آفتکش‌ها در آب‌های زیر زمینی هستند. در ایران بررسی دقیقی در این زمینه صورت نگرفته ولی احتمال وجود آفتکش‌ها در آب های زیر زمینی و به طور فصلی در آب‌های جاری مناطق شمال کشور و استان خوزستان زیاد است (موسوی ، ۱۳۸۱). در همین راستا گزارش‌های مشابهی توسط محققین دیگر ارائه شده است (زند و همکاران، ۲۰۰۲؛ کامال مالدونادو و همکاران، ۲۰۰۱؛ بلک‌شاو و همکاران، ۲۰۰۰؛ زیمدال، ۱۹۹۹) ارائه شده است.

۳- باقیماندن علفکش در خاک و بروز اثرات نامطلوب آن بر کشت‌های بعدی از دیگر مشکلات مصرف علفکش‌هاست. این مسأله به خصوص در کشور ما حائز اهمیت است، زیرا شرایط به صورتی است که علفکش‌ها در خاک دوام زیادی دارند (عواملی مانند خشکی، پایین بودن مواد آلی، هوای سرد زمستانی و پایین بودن جمعیت ریز جانداران از جمله عوامل مؤثر بر دوام بیشتر علفکش در ایران است). علفکش‌هایی

مانند آترازین، متری بیوزین، تریفلورالین و ایمازامتابنز که در ایران به ثبت رسیده‌اند با همان مقدار توصیه شده، احتمال ماندگاری تا ۹ ماه یا بیشتر را در خاک دارند. در منطقه مغان باقی مانده آترازین باعث از بین رفتن کشت چغندر قند در تناوب بعد از ذرت شد. باقیمانده علفکش تریفلورالین در پنبه منجر به کاهش محصول گندم در کشت بعدی می‌شود (موسوی، ۱۳۸۱).

۴- برهم زدن تنوع زیستی: مصرف علفکش‌ها با اثراتی که بر فون و فلور منطقه باقی می‌گذارد موجب دخالت در تنوع زیستی می‌شود. علفکش‌ها بر تنوع و تراکم ریز جانداران خاک نیز تأثیر می‌گذارند. برخی از علفکش‌ها مانند بوتاکلر برای آبزیان مضر هستند. تعدادی از آن‌ها مانند پاراکوات و آیوکسینیل به اندازه حشره‌کش‌ها سمی هستند. این قبیل علفکش‌ها زنجیره غذایی را در اکوسیستم برهم می‌زنند و موجب کم شدن برخی گونه‌ها و طغیان گونه‌های دیگر می‌شوند. (موسوی، ۱۳۸۱).

۵- تغییر فلور علف‌های هرز: کاربرد علف‌کش‌ها موجب از بین رفتن برخی از علف‌های هرز می‌شود و در عین حال برخی گونه‌های علف‌هرز نیز تحت تأثیر آن قرار نمی‌گیرند. مصرف مستمر یک علفکش موجب کاهش جمعیت علف‌های هرز حساس می‌شود و فرصت را برای ازدیاد و غالبیت علف‌های هرز دیگر فراهم می‌سازد. بررسی‌های انجام شده در مزارع برنج گیلان نشان داد که کاربرد علفکش‌ها در مزارع برنج موجب طغیان جگن‌ها و بارهنگ آبی شده است (موسوی،۱۳۸۱). همچنین در مزارع گندم مازندران تا قبل از دهه ۱۳۴۰ علف‌های هرز پهن برگ مثل خردل وحشی و شلمی مسأله ساز بود. با رواج مصرف پهن‌برگ کش‌ها، به خصوص توفوردی، جمعیت این نوع علف‌های هرز که اغلب نیز دگر آسیب محسوب می‌شوند، کم شده و صحنه برای گسترش علف‌هرزی نظیر یولاف وحشی خالی شده است. از اوایل دهه پنجاه مصرف باریک‌برگ‌کش‌های اختصاصی مثل دیفنروکوات برای مبارزه با یولاف وحشی رواج یافت، ولی این علفکش‌ها اثری بر علف‌هرز خونی واش (*Phalaris minor*) نداشت و پس از زمان کوتاهی این علف‌هرز اهمیت یافت و امروزه علفکش‌هایی در مزارع گندم مازندران کارآیی دارند که بتوانند این علف‌هرز را

کنترل نمایند (موسوی، ۱۳۸۱).

۶- بروز مقاومت در علف‌های هرز نسبت به علفکش‌ها: علف‌های هرز مقاوم با سرعت هشدار دهنده‌ای در حال گسترش هستند. مقاومت به علفکش پدیده ای خاص نیست و در واقع مقاومت به آفتکش‌ها مشکلی جهانی است که به هیچ دسته خاصی از آفات محدود نمی‌شود. اولین گزارش‌های مربوط به مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها در سال ۱۹۰۸، مقاومت عوامل بیماری‌زا به قارچکش‌ها در سال ۱۹۴۰ و مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌ها (تریازین‌ها) در سال ۱۹۶۸ ثبت شد. مقاومت علف‌های هرز نسبت به علفکش ها به صورت تصاعدی رو به افزایش است و حتی علفکشی مانند گلیفوسیت که از مطمئن‌ترین علفکش‌ها از نظر بروز مقاومت محسوب می‌شد نیز تا سال ۲۰۰۸ شش گونه علف‌هرز نسبت به آن مقاوم شدند (هیپ، ۲۰۰۸). تحقیقات انجام شده در خصوص پدیده مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌ها در ایران، تاکنون منجر به شناسایی مقاومت سه علف‌هرز یولاف وحشی، فالاریس و چچم نسبت به علفکش‌های بازدارنده ACCase در استان‌های خوزستان، فارس، گلستان و کرمانشاه شده است (زند و همکاران، ۱۳۸۷، زند و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷). با وجود تولید روز افزون انواع علفکش‌ها، علف‌های هرز خود را با شرایط مدیریت تطبیق می‌دهند به طوری که مقاومت چشم گیر علف‌های هرز به علفکش‌ها گزارش شده است. از جمله این موارد مقاومت گونه‌ای از تاج ریزی (*Solanum sarachoides*) به علفکش متری بیوزین (سنکور)، که در اثر مصرف زیاد این علفکش بوده است، گزارش شده است (ابرلین و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین درآزمایشی دیگر که در کانادا اجرا شد علفکش‌های تریفلورالین، اتال فلورالین به‌صورت قبل از کشت در مزارع بکار برده شد. در این آزمایش علف هرز دم روباهی به این علفکش‌ها از خود مقاومت نشان داد و کنترل نگردید (مایرایس و بیلت، ۱۹۹۱). موریسون و دویس (۱۹۹۴) و وایز (۱۹۹۴) گزارش دادند کاربرد بی رویه علفکش‌ها از یک سو باعث آلودگی محیط زیست و از طرف دیگر باعث گسترش بیوتیپ-های مقاوم به علفکش‌ها گردیده است. گزارشات دیگری مبنی بر مقاوم شدن علف‌های هرز نسبت به

علفکش‌ها توسط محققین دیگر ارائه شده است (زند و همکاران، ۲۰۰۲؛ کامال مالدونادو و همکاران، ۲۰۰۱؛ داللینگ، ۱۹۹۲).

۲-۲-۵- رویکرد کاهش مصرف علفکش

آنچه که موجب اتکا به علفکش‌ها برای کنترل علف‌های هرز شده است مؤثر بودن، صرفه جویی در وقت و نیروی انسانی و امکان استفاده از سیستم‌های شخم حداقل است. با این همه حذف یکباره‌ی علفکش‌ها چه از لحاظ تکنیکی و چه از لحاظ زراعی به دلیل عدم آمادگی تولید کنندگان برای استفاده از دیگر روش‌ها، معمولا قابل توصیه نمی‌باشد. بنابراین نیاز به روش‌های جایگزینی برای کاهش اثرات مضر و افزایش اثرات مثبت علفکش‌ها ضروری به نظر می‌رسد (ادوارد، ۱۹۸۰). متخصصان علف‌های هرز به دلیل بروز مشکلات علفکش‌ها به دنبال روش‌های جایگزینی می باشند که ضمن به حداقل رساندن مصرف علفکش بازدهی مدیریت علف‌های هرز را به حداکثر برسانند. امروزه بحث کاهش مصرف سموم، به علت مخاطرات زیست محیطی مصرف علفکش‌ها، از جمله آلودگی آب‌های زیر زمینی، بقایای سموم در غذا، تأثیر بر موجودات غیر هدف و نیز شیوع علف‌های هرز مقاوم به علفکش‌ها، به یک امری جدی تبدیل شده است. به دلیل این قبیل مشکلات، تلاش‌های زیادی برای پیدا کردن جایگزینی برای علفکش‌ها صورت گرفته است. از آنجا که علف‌های هرز از نظر محیط رشد و دوره زندگی متفاوت هستند از یک روش خاص نمی‌توان در تمام شرایط برای کنترل مداوم و مؤثر آن‌ها استفاده کرد، ولی در عین حال در بین روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده از علفکش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، جایگاه و یژه‌ای دارد و امروزه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (داتا و همکاران، ۲۰۰۷). معرفی علفکش‌های با طیف کنترل وسیع و به‌ویژه با محل‌های هدف متنوع از جمله ضرورت‌های مدیریت کاربرد علفکش‌ها و به تأخیر انداختن بروز مقاومت جمعیت علف‌های هرز به علفکش‌ها است (موسوی و همکاران، ۲۰۰۵).

روش‌های به حداقل رساندن مصرف علفکش شامل: تکنولوژی جدید علفکش‌ها با دُز مصرف پایین، کاربرد نواری علفکش، تقسیط علفکش، مصرف به موقع علفکش، تولید ایزومرهای خالص یا غنی شده علفکش، مدیریت زمین‌های آیش، تهیّه نقش پراکنش علف‌های هرز و کاربرد علفکش به صورت لکه‌ای، استفاده از مخلوط علفکش‌ها و نیز شیوه‌های مدیریت تلفیقی می‌باشند. راهکارهای سیاسی اقتصادی به کار برده شده در جهان در خصوص کاهش مصرف علفکش‌ها عبارتند از: بالا بردن قیمت نهاده‌ها، سیاست حمایت مالی از برنامه‌های کاهش مصرف سم، ایجاد دوره‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان در بهینه کردن مصرف علفکش‌ها، کاهش تعداد علفکش‌ها، وضع مالیات‌های محیطی (به عنوان مثال در سوئد ۲۰ کرون به ازای مصرف هر کیلوگرم ماده مؤثره سم) و ایجاد واحدهای سیّار کنترل سمپاش و تعلق یارانه به این کار ضوابط و معیارهای اندازه‌گیری میزان کاهش مصرف سموم شامل سطح مزارع تیمار شده، مقدار دُز مصرفی در هکتار، اثرات محیطی، میزان فروش (مصرف) سم و تعداد دفعات سمپاشی می‌باشند. در مجموع امروزه تکنولوژی پیشرفته علفکش‌ها، سبب کاهش مقدار دُز مصرفی از کیلوگرم به گرم در هکتار شده که این امر در کاهش میزان مصرف تأثیر فراوان داشته است (زند و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۶- رویکرد مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

یکی از روش‌های کارساز در حفظ پتانسیل تولید، مدیریت علمی علف‌های هرز است (زیمدال، ۱۹۹۳). روش‌های کنترل علف‌های هرز شامل روش‌های مکانیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی هستند پادهیایا و بلک‌شاو، ۲۰۰۷). کنترل و مدیریت کارآمد علف های هرز برای افزایش تولید غذا و داشتن امنیت غذایی امری اجتناب ناپذیر است. برای این که برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز تا حد امکان مؤثر و کارآمد باشد، باید در مورد عوامل تعیین کننده سرعت گسترش علف‌های هرز و نیز در مورد چگونگی توزیع آن‌ها و روش‌هایی که می‌توان با توسل به آن‌ها جمعیت علف‌های هرز را به حداقل رساند یا ریشه

–کن کرد، اطلاعات کافی و درک صحیحی داشته باشیم (مکاریان، ۲۰۰۸). به‌نظر می‌رسد روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز با تأثیر مستقیم بر جمعیت این گیاهان تأثیر به‌سزایی در توانایی جذب نور گیاه زراعی و علف‌های هرز داشته باشند (پارسا، ۲۰۰۷). یک برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز سازماندهی شده می‌تواند شامل روش‌های زراعی، مکانیکی و شیمیایی باشد که تأثیرگذار باشند و در مجموع چنین برنامه‌ای می‌تواند از ایجاد مقاومت در علفکش‌ها نیز بکاهد (کمبل، ۲۰۱۰). هدف مدیریت تلفیقی علف‌های هرز تلفیق بهترین روش‌ها و ابزارها برای ایجاد نظام‌های زراعی است که ضمن مبارزه برای نابودی علف‌های هرز، اثرات سوء علف‌های هرز باقیمانده را نیز به حداقل می‌رساند. بهترین راهبرد برای مقابله با مقاومت، تناوب گیاهان زراعی و تناوب کاربرد علفکش‌هاست (سیکما، ۲۰۰۹). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز دارای سه اصل (شناخت بیولوژی و اکولوژی علف‌های هرز، پیشگیری و پایش مزارع و رعایت آستانه علف‌های هرز) و چهار روش مبارزه (فیزیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی) است (زند و همکاران، ۱۳۸۷). برای مبارزه تلفیقی با علف‌های هرز تعاریف مختلفی بیان شده است، که در همه‌ی آن-ها سه اصل کلّی: کاربرد چند روش به طور همزمان در کنترل علف‌های هرز، نگهداری تراکم علف‌های هرز در پایین‌تر از آستانه اقتصادی و حفظ محیط زیست به چشم می‌خورد. چنین کنترلی علاوه بر افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز، تا حد زیادی به تولید غذای فراوان و سالم بدون ایجاد خطرات در محیط زیست نیز کمک می‌کند (محمد دوست چمن آباد و اصغری، ۱۳۸۸). چیکوی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که برای کنترل مؤثر علف‌های با استفاده از علفکش‌ها به مقدار بیشتر سم و تکرار سم‌پاشی نیاز می‌باشد، در حالی که تلفیق آن با سایر تکنیک‌های زراعی می‌تواند مقدار سم و تعداد سم‌پاشی را کاهش دهد. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز از طریق استراتژی‌هایی مانند کاهش فاصله بین ردیف‌ها، شخم حفاظتی، استفاده از گیاهان پوششی و غیره موجبات کاهش مصرف علفکش‌ها را فراهم می‌آورد (گودرزی و همکاران، ۲۰۰۶). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز تلفیقی از اصلاح نباتات، حاصلخیزی، تناوب، کنترل

شیمیایی، کنترل مکانیکی، رقابت، مدیریت موفق و مدیریت خاک در قالب یک روش کاهش دهنده تداخل علف‌های هرز می‌باشد که در نهایت منجر به تولید عملکرد قابل قبول می‌شود (سوانتون و ویز، ۱۹۹۱). با استفاده از سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز می‌توان علف‌های هرز را به طور مؤثر در طولانی مدت کنترل کرد (مولوگتا و استولتنبرگ، ۱۹۹۷). تلفیق وجین بین ردیف‌ها و مصرف علفکش نیاز به علفکش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهد. از طرفی به نظر می‌رسد تلفیق کنترل‌های مکانیکی و شیمیایی باعث کاهش یا جلوگیری از ایجاد علف‌های هرز مقاوم به علفکش‌ها، همچنین تأخیر در رشد علف‌های هرز چند ساله می‌شود (بهداروندی، ۱۳۸۰). در پژوهشی برای بررسی تأثیرتلفیق روش‌های کنترل مکانیکی با علفکش‌ها بر روی سویا کاربرد (تریفلورالین+ کولتیواسیون+ بنتازون کاهش یافته) و (آلاکلر+ کولتیواسیون+ بنتازون کاهش یافته) به ترتیب به میزان ۳۹ و ۳۷ درصد نسبت به شاهد دارای علف هرز، بیشترین میزان ماده‌ی خشک (عملکرد بیولوژیکی) را به خود اختصاص دادند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۳- پرایمینگ

به طور کلّی، در بین عوامل مؤثر بر پتانسیل عملکرد گیاهان، بذر یکی از کم هزینه‌ترین ولی عامل بسیار مهّم و مؤثر در افزایش پتانسیل تولید است. کیفیت بذر توسط فاکتورهای متعددی تعیین می‌شود از جمله مهمترین این فاکتورها می‌توان به قابلیّت جوانه زنی و بنیه بذر اشاره نمود. مشخص شده است بنیه بذر بر روی استقرار مناسب گیاهان، می‌تواند اثر قابل توجهی داشته باشد. در چرخه زندگی گیاهان، جوانه زنی یکی از مراحل حساس در نظر گرفته می‌شود (بسرا و همکارن، ۲۰۰۴). در زمین‌های فقیر و شرایط نامناسب، استقرار خوب گیاه زراعی اهمیّت زیادی دارد. مشاهدات و بررسی‌های انجام شده، به ویژه در مناطق حاشیه‌ای و نیمه خشک بیانگر استقرار ضعیف برخی از گیاهان زراعی رایج در این مناطق بوده

است که اصلی ترین عامل کاهش عملکرد محصولات در این مناطق می‌باشد (سومان و همکاران، ۱۹۸۴) و از این‌رو استقرار مناسب گیاهان زراعی از مشکلات بحرانی در این مناطق بوده که اثر زیادی بر تولید محصول کشورهای در حال توسعه دارد (هریس، ۱۹۹۱؛ هوارس و همکاران، ۱۹۹۷). پرایمینگ بذر در مزرعه تکنیکی است که به وسیله آن بذور قبل از کشت در آب و محلول‌های حاوی عناصر کم مصرف و پر مصرف برای مدتی خیسانده و سپس به طور سطحی خشک می‌شوند (هریس، ۲۰۰۶؛ هریس). بذور پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور، سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد (عباس‌دخت، ۲۰۱۱) و سبب رقابت بهتر با علف‌های هرز می‌شود. درواقع چنین گیاهی در مقایسه با گیاهان به وجود آمده از بذور پرایم نشده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. از طرفی تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم شده می‌دهد (دومان ۲۰۰۶).

زرندی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه زنی

و سبز شدن هندوانه بذری بیان نمودند که بذور پرایم شده نسبت به شاهد آن باعث افزایش درصد و سرعت جوانه زنی (در آزمایشگاه) و افزایش سرعت سبز شدن در شرایط گلخانه و زمین زراعی و در نهایت باعث تولید گیاهچه با بنیه قوی گردید. مشکلاتی چون کم بارانی و عدم توزیع مناسب نزولات جوی منطبق با نیازهای آبی محصولات، بالا بودن سطح املاح مولد شوری در مزارع، عدم تهیه مناسب بستر بذر، فقر غذایی مزارع و غیره از مشکلات بسیار شایع در مزارع کشورمان به شمار می‌رود که بر اساس نتایج متعدد حاصل از تحقیقات مستقل دانشمندان یکی از راه‌های مؤثر و بسیار مفید برای جبران اثر بخشی از این عوامل نامساعد می‌تواند استفاده از پرایمینگ بذر باشد (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). بذرهای پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل

از این بذرها سریع تر، بهتر و در؛ عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد (عباس دخت، ۲۰۱۱ ؛ عباس دخت و عدالت پیشه، ۲۰۱۳؛ عباس دخت و همکاران، ۲۰۱۳). علت تسریع جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا -آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری ها، DNA و RNA افزایش سنتز، ATP مقدار باشد (افضل و همکارن، ۲۰۰۲). در بذرهای پرایم شده، عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذرهای شاهد در وضعیت مطلوب تری می باشد .این موضوع از طریق مطالعه هدایت الکتریکی عصاره بذری قابل بررسی است، به طوری که تراوش متابولیت های درون سلولی از غشاء بذرهای پرایم شده کم تر بوده و به تبع آن هدایت الکتریکی عصاره این بذرها نیز کم تر می باشد (هریس و موترام، ۲۰۰۴). در پی اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر بر روی ذرت شیرین، مدت زمان لازم برای رسیدن به مطالعات میدانی در این خصوص نشان داده است که نتایج کاربرد پرایمینگ بذر در کشورهای فقیری چون هندوستان، زیمباوه، پاکستان و نپال بسیار امیدوار کننده بوده است و کشاورزانی که از این روش در تولید محصولات زراعی بهره برده‌اند از نتایج این کار کاملاً رضایت داشته‌اند (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس پژوهش‌های انجام شده روی ذرت توسط مورانگو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است که پرایمینگ سرعت سبز شدن بذرهای ذرت را نسبت به بذرهای غیر پرایم در ۸ سال از ۹ سال آزمایش افزایش داد. هریس و همکاران (۲۰۰۴) نتایج حاصل از ۱۴ آزمایش پرایمینگ بذر ذرت در مزرعه را در پاکستان به مدت ۴ سال بررسی و اظهار داشتند که مدت زمان ۱۶ تا ۱۸ ساعت، مدت زمان مطلوب برای بذرهای ذرت بود که عملکرد دانه را به طور معنی داری بین ۱۷ تا ۷۶ درصد در ۱۱ آزمایش از ۱۴ آزمایش انجام شده افزایش داد. در پرایمینگ بذر نخود با آب افزایش عملکرد دانه گزارش شد (کائور و همکاران، ۲۰۰۵). در این تحقیق آمده است که آنزیم‌های متابولیسم ساکاروز نقش مهمی در افزایش عملکرد بر عهده دارند که در بذور پرایم شده افزایش میزان این آنزیم‌ها مشاهده شده است. در

توجیه افزایش عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ همچنین می‌توان به استقرار سریع مطلوب گیاهان (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵) و استفاده بیشتر آن‌ها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشید اشاره داشت (سوبدی وما، ۲۰۰۵).

۲-۳-۱- تأثیر پرایمینگ بر جوانه زنی بذر

عباس‌دخت (۲۰۱۱) در مطالعه خود روی اثر هیدروپرایم و هالوپرایم بذور گندم اعلام کرد که پرایم کردن باعث افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد. گزارشات بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه-چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذور پرایم شده می‌باشد (یزدانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ افضل و همکاران، ۲۰۰۶؛ رشید و همکاران، ۲۰۰۶؛ دمیرکایا و همکاران، ۲۰۰۶). دلایل مختلفی توسط محققان برای بهبود ویژگی‌های جوانه زنی در اثر پرایمینگ گزارش شده است. پرایمینگ سنتز و فعّال شدن اولیّه آنزیم‌های هیدرولتیک چون α وβ آمیلاز، ایزوسیترات لیاز (واریر و همکاران، ۲۰۱۰) و استروئاز، فسفاتاز، و ۳- فسفوگلیسرید دهیدروژناز (سیوریتپ و دورادو، ۱۹۹۵) را افزایش می‌دهد که این آنزیم‌ها با اکسیداسیون مواد غذایی ذخیره‌ای بذر انرژی مورد نیاز برای جوانه زدن و ظهور گیاهچه را تأمین می‌کنند (گاردنر و همکاران، ۱۹۹۹). پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیّت پراکسیداسیون لیپید را طی جوانه زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه زنی می‌شوند (روحی و همکاران، ۲۰۱۲؛ انصاری و شریف زاده، ۲۰۱۲). مسرت و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند پرایمینگ بذر باعث افزایش میزان اسید نوکلئیک، پروتئین در بذر می‌گردد، در نتیجه بذر سریعتر جوانه زده و رشد می‌کند. همچنین طبق گزارش کوهلر و همکاران (۱۹۹۷)، پرایمینگ بذور از طریق بازسازی پروتئین‌ها، DNA ، RNA باعث افزایش جوانه زنی

می‌گردد. افضل و همکاران (۲۰۰۲) علت تسریع در جوانه زنی بذور پرایم شده را ناشی از فعالیّت آنزیم-های تجزیه کننده مثل آلفا آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقای عملکرد میتوکندری‌ها اعلام کردند.

۲-۳-۲- تأثیر پرایمینگ در مدیریت علف‌های هرز

افزایش سرعت جوانه زنی و رشد گیاه زراعی در ابتدای فصل می‌تواند موجب افزایش قدرت رقابتی گیاه زراعی و کاهش خسارت علفهای هرز گردد (نیسی و همکاران، ۱۳۹۴). افزایش سرعت جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه در مزرعه می‌تواند سبب شتاب بیشتر آن‌ها در جذب آب، عناصر غذایی و نور خورشید شده (فنیچ ساویج و همکاران، ۲۰۰۴) از جمله مهم‌ترین روش‌های افزایش دهنده قدرت جوانه-زنی بذر که منجر به افزایش قابلیت رقابت با علف‌های هرز می‌شود، می‌توان به پرایمینگ اشاره کرد (عباس‌دخت و همکاران، ۲۰۱۲). درواقع گیاهی که بذور آن پرایم شده‌اند در مقایسه با گیاهان به وجود آمده از بذور پرایم نشده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. از طرفی تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیّت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم شده می‌دهد (دومان، ۲۰۰۶). گیاهچه حاصل از بذور پرایم شده نسبت به گیاهچه حاصل از بذور غیر پرایم در جذب آب و املاح از خاک موفق‌تر عمل کرده و به همین دلیل می‌تواند بر علف‌های هرز منطقه نیز غالب گشته و اجازه پیشروی را به آن‌ها نداده و از عوامل محیطی به نحو احسن برای افزایش عملکرد استفاده کند (مهدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج مهدی زاده و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که پرایم کردن بذر باعث کاهش تراکم علف‌های هرز غالب ذرت شد و در سطح عدم کنترل علف‌های هرز، پرایم با آب بیشترین تأثیر را برتراکم علف‌های هرز داشت. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند که چون پرایم کردن، رسیدن به مرحله

اتوتروفی را کوتاه‌تر می‌کند باعث افزایش رقابت گیاه ذرت نسبت به علف های هرز شده و در نتیجه تراکم علف هرز را کم می‌کند. در ابتدای فصل رشد به علت تراکم کم پوشش گیاهی، مقدار تبخیر روزانه از خاک در مقایسه با تعرق بسیار زیاد می‌باشد. در اثر این امر مقدار زیادی از رطوبت خاک بدون اینکه توسط گیاه مورد استفاده قرار گیرد از دسترس خارج می‌شود. در اثر کاربرد بذور پرایم شده مدت زمان جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه به طور قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد. در پی این گسترش تاج پوشش گیاهی در مزرعه حاصل از کاشت بذور پرایم شده سریع‌تر می‌باشد این امر در کنار جوانه‌زنی یکنواخت‌تر این بذور باعث می‌شود سهم تعرق از تخلیه رطوبتی افزایش یابد و از آنجا که بر خلاف تبخیر، تعرق رابطه نزدیکی با تولید آسمیلات و فتوسنتز دارد لذا این امر باعث بهبود بهره برداری از رطوبت توسط گیاهان استقرار یافته از بذور پرایم شده می‌شود (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). شاید بخاطر مزایای ذکر شده گیاهانی که از بذور پرایم شده به دست آمده‌اند بر علف‌های هرز برتری نشان داده و باعث کاهش تراکم علف‌های هرز شده‌اند (مهدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). مطالعات نشان داده است که اگر علف های هرز مزارع ذرت کنترل نشوند، بسته به تعداد و نوع علف هرز می توانند از ۱۵ تا ۱۰۰ درصد عملکرد را کاهش دهند (مکاریان و همکاران، ۲۰۰۳)

۲-۳-۳- انواع پرایمینگ

انواع مختلفی از پرایمینگ معمولاً استفاده می‌شود (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵)

۱-Hydro-priming: خیساندن در آب

۲- Halo-priming: خیساندن در محلول نمک معدنی

۳- Osmo-priming: خیساندن در محلول‌های اسمزی آلی مختلف

۴- Thermo-priming: تیمار بذور با دماهای بالا و پایین

۵- Soild matrix-priming: تیمار بذور با ماتریکس جامد

۶- Bio-priming: هیداراتاسیون با استفاده از روش‌های بیولوژیکی

۲-۳-۴- هیدروپرایمینگ

در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند کنترل می‌شود (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). اعمال تیمار هیدروپرایمینگ یک سری شرایط متابولیکی مناسب را در بذر به وجود می‌آورد که مجموعه آن‌ها علاوه بر تسریع جوانه زنی، توسعه بهتر اندام هوایی و زیر زمینی را موجب شده و سبب استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها می‌شود. بنابراین این تیمار زمان جوانه زنی تا استقرار کامل گیاهچه را کاهش می‌دهد که از این خصوصیت می‌توان در شرایط نامساعد رشدی از جمله شرایط دیم استفاده کرد که پیامد آن تحمل شرایط نامطلوب رطوبتی و دمایی در اوایل فصل رشد و رقابت بهتر با علف‌های هرز می‌باشد (جودی و شریف زاده، ۱۳۸۵). سیاست هیدروپرایمینگ بذور بر مرحله اول جوانه-زنی یعنی مرحله جذب آب می‌باشد. هنگامی که کشت صورت می‌گیرد، بذور مقدار زیادی از زمان را فقط برای جذب آب از خاک صرف می‌کنند. اگر این زمان با خیساندن بذور در آب قبل از کشت (پرایمینگ بذور) به حداقل برسد، جوانه زنی و سبز شدن بذور سریع‌تر اتفاق می‌افتد (هریس، ۲۰۱۲). در طول پرایمینگ، بذور نیمه هیدراته می‌شوند به طوری که فعالیّت‌های متابولیکی قبل از جوانه‌زنی ادامه می‌یابند ولی از بیرون آمدن ریشه‌چه جلوگیری به عمل می‌آید و مجدداً رطوبت به سطح اولیّه خود باز می‌گردد (مک دونالد، ۲۰۰۰). در هنگام جذب آب همانند سازی DNA (جاپ و همکاران، ۱۹۹۶)، تحریک فعالیّت RNA و در نتیجه پروتئین سازی (دیویسون و همکاران، ۱۹۹۱)، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون‌های محرّک جوانه‌زنی از جمله اتیلن (چوجنوسکی و کوم، ۱۹۹۷) صورت گرفته که مجموع این

عوامل مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند و زمانی که این بذور تیمار شده تحت شرایط جوانه زنی قرار می‌گیرند در مقایسه با شاهد پیشی می‌گیرند. آذرنیا و عیسوند (۱۳۹۲) نیز گزارش دادند تیمار هیدروپرایمینگ نسبت به تیمار شاهد (بذرهای پرایم نشده) و سایر تیمارهای پرایمینگ، تعداد شاخه ثانویه، سطح برگ، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت را در گیاه نخود افزایش داد. گزارشاتی که توسط محققین ارائه شده است کارایی تیمار هیدروپرایمینگ را در افزایش کیفیت بذور تأیید می‌کند (لیما و همکاران، ۲۰۰۳؛ آرتولا و همکاران، ۲۰۰۳). اما نتایج متناقضی هم گزارش شده است. برای مثال تیل کوسکا و وان دن بالک (۲۰۰۱) گزارش داده‌اند که هیدروپرایمینگ در دو رقم از هویچ درصد جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری کاهش داده است که علت آن نشت مواد متابولیکی از بذور و گسترش فعالیت ریز جانداران و قارچ‌ها معرفی شدو یا اینکه این تیمار پیری زودرس را در قسمت‌های زنده بذر هویچ تحمیل نموده و اثر منفی روی توده بذری ایجاد می‌کند. اثرات مثبت پرایمینگ بر بنیه بذر به مدّت زمان پرایمینگ بستگی دارد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). مدت زمان پرایم تا یک نقطه‌ای می‌تواند اثر مثبت داشته باشد، در حالی که پرایمینگ طولانی ممکن است تأثیر منفی بر جوانه زنی بذر را تحت تأثیر قرار دهد. پرایمینگ طولانی مدّت همیشه تأثیر مثبت بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ندارد (اسکندری، ۲۰۱۳). خیساندن طولانی مدّت بذور به علت ناتوانی بذور در گرفتن اکسیژن کافی، مضر می‌باشد (خان، ۱۹۹۲). بذور باید قبل از ظهور ریشه‌چه در مرحله فاز انتقال از آب خارج و بلافاصله خشک شوند، تا از نمو و ظهور ریشه‌چه جلوگیری شود. در طول دوره پرایمینگ بذور، اگر ریشه‌چه ظاهر شود، با خشک شدن مجدد، بذور آسیب می‌بینند و سودمندی ایجاد شده به وسیله پرایمینگ به طور چشمگیری کاهش می-یابد (بری و درنان، ۱۹۸۱). یافته‌ها نشان می‌دهد که به منظور استفاده از پرایمینگ بین ارقام مختلف باید در انتخاب مدّت زمان پرایمینگ احتیاط کرد. در مورد سه رقم لوبیا چیتی، قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که بهترین زمان برای تمام ارقام لوبیا چیتی ۷ ساعت می‌باشد.

۲-۴- تابش پلاسما

پلاسمای سرد به گاز یونیزه شده‌ای اطلاق می‌شود که بخش کوچکی از اتم‌های آن یک یا چند الکترون از دست داده و به یون‌های مثبت تبدیل شده باشد. پلاسمای سرد به دلیل ویژگی‌هایی از قبیل دمای پایین و انژی بالا در دامنه‌ی وسیعی از فناوری‌ها مورد توجّه قرار گرفت است. عموماً در تولید پلاسمای سرد از گازهایی نظیر اکسیژن، نیتروژن و آرگون استفاده می‌شود. به طور کلّی پلاسما به دو روش سرد و داغ دسته بندی می‌شود. پلاسمای داغ، پلاسمایی است که دارای الکترون‌ها و اجزای اتمی و مولکولی در دمای خیلی زیاد و یکسان است و با عنوان‌های دیگری چون پلاسما با یونش زیاد، پلاسمای تعادلی و پلاسما با دمای زیاد نیز نامیده می‌شود. در این نوع پلاسما محدوده‌ی دمایی برای تمام اجزا از چند ده هزار تا پنجاه هزار درجه کلوین تغییر می‌کند (ایزدان، ۱۹۹۶). در این نوع از پلاسما درجه‌ی یونیزاسیون نزدیک به ۱۰۰٪ است. در این نوع پلاسما الکترون‌ها، اجزای اتمی و سایر ذرّات در دمای خیلی زیاد و یکسان می‌باشند و با عنوان‌های دیگری چون پلاسما با یونش زیاد، پلاسما با دمای زیاد و تعادلی نامیده می‌شود. این نوع از پلاسما به وسیله‌ی قوس‌های الکتریکی، واکنش‌های هسته‌ای و تحریک لیزری ایجاد می‌شود (صبحت‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ مسائلی و همکاران، ۱۳۸۵؛ باردوس و همکاران، ۲۰۱۰). پلاسمای سرد در واقع سرد نیست بلکه دمای الکترون‌ها در این پلاسما به ۱۰۰۰ درجه سانتی-گراد هم می‌رسد اما در این نوع فقط بخش کوچکی از ذرّات نزدیک به یک درصد یونیزه می‌شوند و به همین دلیل فرکانس برخوردهای الاستیک بین الکترون‌ها و اتم‌ها پایین است، الکترون‌ها فرصت زیادی برای انتقال انرژی خود به گاز را ندارند و نمی‌توانند گونه‌های سنگین را به طور مؤثر گرم کنند. بنابراین گاز زمینه در دمای محیط و یا نزدیک آن باقی می‌ماند، در نتیجه دمای الکترون خیلی بزرگ‌تر از دمای گاز می‌گردد و منجر به یک عدد تعادل حرارتی موضعی می‌شود. به همین دلیل آن را پلاسمای غیرتعادل، پلاسمای با یونش و دمای کم می‌نامند (صحبت‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ مسائلی و همکاران، ۱۳۸۵؛

باردوس و همکاران، ۲۰۱۰). پلاسما جت‌ها شامل دو الکترود متحدالمرکز هستند که در میان آن‌ها مخلوطی از گازها جریان دارند (توپالا و همکاران، ۲۰۱۲). پلاسما به طور کلی از تخلیه الکتریکی در فشار کم یا زیاد ایجاد می‌شود. بر این اساس دو نوع پلاسما کاربرد دارد: پلاسما در فشار کم یا خلأ و پلاسما در فشار جو یا اتمسفری. پلاسمای کم فشار در محفظه‌ای تحت خلأ و فشار بسیار پایین (میلی تور) تولید می‌شود و در محدوده‌های متنوعی کاربرد دارد، در مواردی که چسبندگی بهترین سطوح و یا تغییرپذیری آسان‌تر سطح مورد نیاز باشدپلاسمای کم فشار نقش پررنگ‌تری دارد. فرآیند وکیوم به جریان گاز کمتری احتیاج دارد و لذا انرژی کمتری را مصرف می‌کند، اما از آنجایی که هزینه‌ی بافت و نگهداری سامانه‌های تحت خلأ بالا می‌باشد و نیز به دلیل محدود شدن ابعاد هندسی مواد پردازش به وسیله‌ی حجم محفظه‌ی تخلیه، در سال‌های اخیر انواع مختلف پلاسمای غیر حرارتی فشار اتمسفری توسعه یافته است (صحبت-زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ باردوس و همکاران، ۲۰۱۰). البته لازم به ذکر است که کنترل عملیات در فشار اتمسفری مشکل‌تر می‌باشد زیرا امکان مخلوط شدن گاز مورد استفاده با هوا وجود دارد (کرناکوا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۴-۱- تأثیر تابش پلاسما بر خصوصیّات جوانه زنی

مطالعات نشان داده است که پلاسمای سرد در افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه یولاف نقش مثبت داشت در حالیکه تأثیر معنی‌داری روی ساقه‌چه و ریشه‌چه گندم نشان نداد (سرا و همکاران، ۲۰۱۰). لی و همکاران (۲۰۱۴)، نشان دادند که شاخص جوانه زنی بذور سویا تحت تأثیر پلاسمای سرد ۱۶ تا ۶۶ درصد افزایش داشت. همچنین همین محققین ذکر کردند که جذب آب بذر ۱۴ درصد در بذور تیمارشده افزایش داشت و در نهایت وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه سویا به ترتیب ۲۱/۹ و ۲۷/۵ درصد نسبت به بذور تیمار نشده افزایش نشان داد. تیمار پلاسما به طور قابل توجهی می‌تواند افزایش عملکرد

محصولات را سبب شود. جیانگ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که در تیمار پلاسمای سرد ۸۰ وات به طور قابل توجهی عملکرد گندم افزایش یافته است. همچنین سلوک و همکاران(۲۰۰۸) گزارش کرده‌اند که با پلاسمای سرد ویگور دانه حبوبات به طور قابل توجهی افزایش یافته است. فیلاتوا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که زمان قرار دادن بذر در معرض پلاسمای سرد می‌تواند تأثیر معنی داری بر ویژگی‌های جوانه زنی بذور داشته باشد، بطوریکه همین محققین اعلام کردند که از بین پنج زمان جوانه زنی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه، مدت زمان ۵ تا ۱۰ دقیقه از سایر زمان‌ها تأثیر بیشتری بر جوانه‌زنی بذور گیاه *Lupinus angustifolius* داشت. پلاسمای سرد با تحریک مکانیسم‌های داخل سلول منجر به بهبود کیفیت کاشت شده است، اما پلاسمای بیشتر از ۱۵ دقیقه برای همه‌ی گونه‌های گیاهی مورد آزمایش (سویا، شبدر شیرین گلگا) سبب سرکوب جوانه‌زنی شد بنابراین مدت زمان تابش پلاسما برای جوانه‌زنی بذور حایز اهمیت است (فیلاتوا و همکاران، ۲۰۱۲). سرا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که جوانه‌زنی و رشد دانه تحت تأثیر زمان و نوع پلاسما قرار می‌گیرد. پردازش مواد با دمای پایین پلاسمای غیرتعادلی یکی از مهمترین راه‌های افزایش بازده آن‌هاست. در سال‌های اخیر استفاده از فن‌آوری پلاسما در کشاورزی به چشم می‌خورد. پلاسما سبب رشد سریع‌تر، افزایش در جوانه‌زنی بذر و سرکوب توسعه پاتوژن‌های تهاجمی گیاهی که عامل بیماری در گیاهان در حال رشد است، می‌شود (گوردیو و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین با کاهش مقدار مواد سمی و نیترات در دانه ها سبب بهبود مصرف آن‌ها می‌گردد (فیلاتوا و همکاران، ۲۰۱۳). پژوهشی توسط لی و همکاران (۲۰۱۴) انجام شد که در آن بررسی اثر تیمار پلاسمای سرد در جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه سویا مورد مطالعه قرار گرفت. دانه به مدت ۱۵ ثانیه با پلاسمای سرد ۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ وات پیش تیمار شده بود. نتایج نشان داد که عملیات پلاسما اثرات مثبت بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه داشته و تیمار ۸۰ وات بیشترین اثر تحریک جوانه‌زنی را در پی داشته است. جوانه‌زنی و شاخص قدرت جوانه‌زنی به طور قابل توجهی با ۱۴/۶۶و ۶۳/۳۳ درصد افزایش

یافته بود. ویژگی های رشدی گیاهچه، از جمله طول ساقه، وزن خشک ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه، به‌طور قابل توجهی با ۱۳/۷۷، ۲۱/۹۵، ۲۱/۴۲ و ۲۷/۵۱ درصد به ترتیب در مقایسه با شاهد افزایش یافته است. همچنین وزن دانه نیز در تیمار با پلاسمای سرد بهبود یافته است. علاوه بر این، قند و پروتئین نیز ۱۶/۵۱ و ۲۵/۰۸ درصد بالاتر از شاهد بود. در مقام مقایسه افزایش ۲۱/۹۵ درصدی در وزن ساقه نسبت به افزایش ۲۷/۵۱ درصدی در وزن ریشه پس از تیمار بذور سویا با پلاسما نشان می‌دهد که اثر تحریکی تیمار پلاسما بیشتر بر ریشه‌های گیاه بود. این نتایج نشان داد که تیمار پلاسما سرد ممکن است رشد و حتی عملکرد سویا را بهبود بخشد (لی و همکاران، ۲۰۱۴).

فصل سوم

مواد و روش

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام اجرا شد.

۳-۲- موقعیت شهر بسطام از نظر جغرافیایی

شهر بسطام در ۵۵ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی، واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۲۰ متر است.

۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه

منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدودا ۱۵۴ میلی-متر است (آمار هواشناسی بسطام) و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۴- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از خاک مزرعه نمونه برداری صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده را مخلوط کرده، نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. مطابق اطلاعات به دست آمده بافت خاک لومی

رسی تعیین شد.

جدول ۳-۱- خصوصیات خاک محل آزمایش

اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	کربن آلی	نیتروژن کل	رس	لای	شن	کلاس بافت
	dSm^{-1}	Ppm			%				
۷/۷۹	۱/۳۴	۱۴/۴	۱۸۱/۴	۰/۵۹	۰/۱۰۵	۳۰/۷	۴۹/۲	۲۰/۱	لومی رسی

۳-۵- مشخصات طرح آزمایشی

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورها شامل: پلاسما در شش سطح: شاهد (بدون پیش تیمار)، هیدروپرایم به مدت ۱۰ ساعت، پیش تیمار بذور با تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه، پیش تیمار بذور با تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه، هیدروپرایم بذور به مدت ۱۰ ساعت + تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه، هیدروپرایم بذور به مدت ۱۰ ساعت + تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه و کنترل علف‌های هرز در سه سطح: شاهد (عدم وجین)، وجین تمام فصل، کاربرد علفکش تریفلورالین(۱۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) بودند.

۳-۶- آماده سازی زمین و کاشت

زمین مورد آزمایش در سال قبل به صورت آیش بوده و پاییز همان سال شخم خورده بود. بنابراین عملیات آماده سازی زمین با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و گاورو شدن زمین در اوایل خرداد ماه صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس اقدام به عمل

تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر در جهت شمال به جنوب ایجاد گردید در نهایت توسط نهرکن، جوی آبیاری و زهکشی برای هر تکرار ایجاد شد. برای هر تیمار در هر کرت، ۴ خط کاشت ۴ متری در نظر گرفته شد.

۳-۷- اعمال تیمارها

علفکش ترفلان (تریفلورالین۴۸٪EC) با غلظت (۱۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) قبل از کشت بذور، با سم‌پاش ماتابی شارژی ساخت اسپانیا با دُز ۲/۵ لیتر در هکتار و با حجم محلول ۲۸۰/۲۷ لیتر در هکتار در کرت‌های مربوطه به کار برده شد و بلافاصله تا عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر با خاک مخلوط گردید. برای اعمال تیمار هیدروپرایمینگ، بذور قبل از کشت به مدت ۱۰ ساعت در آب مقطر خیسانده شد سپس در کرت‌های مربوطه کشت گردید. همچنین بذور قبل از تابش‌دهی نیز، به مدت ۱۰ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند. برای اعمال تابش پلاسما با تابش از هد پلاسما مدل Plasma Supply-BK9401 با ولتاژ ۴/۵ کیلوولت، فرکانس ۲۰ کیلوهرتز به مدت ۱۵ ثانیه و ۳۰ ثانیه اعمال گردید. توان تخلیه دستگاه ۸۰ وات و گاز مورد استفاده گاز آرگون بود که سبب ارغوانی شدن رنگ تابش پلاسما شد. فاصله هد پلاسما تا بذر ۷ میلی‌متر بود. اعمال تیمار تابش پلاسما یک روز قبل از کاشت بذور صورت گرفت.

۳-۸- عملیات کاشت

عملیات کاشت بذر آفتابگردان (رقم هایسون) در ۲۲ خرداد با دست و در عمق ۵-۳ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. بذر مورد نظر با همکاری آقای دکتر معظمی رییس اداره بذر و نهال سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان و مدرس پاره وقت در دانشگاه گلستان تهیه شد.

۳-۹- عملیات داشت

عملیات داشت در طی تمام مراحل رشد گیاه به صورت مداوم انجام پذیرفت و نمونه برداری نیز همزمان با آن صورت گرفت. آبیاری به صورت جوی و پشته ای، بدین صورت که آبیاری به طور هفتگی و به مدت هر هفت روز یک بار انجام شد، مقادیر آب مصرفی بر اساس مدت زمان ورود آب برای تمام تیمارها یکسان بود. طی دوران داشت، وجین علف‌های هرز به طور مرتب و هفتگی به صورت دستی در کرت‌های مربوطه انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده، گونه‌ی علف هرز غالب مزرعه آزمایشی سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) بود که بالاترین تراکم نیز مربوط به این علف هرز بود. سایر گونه‌ها شامل: کنف وحشی (*Hibiscus trionum*)، تاج‌خروس (*Amaranthus spp.*)، فرفیون (*Euphorbia rigida*) شلمی(*Rapistrumrugosum spp.*)،سلمه‌تره(*Chenopodium album*)، و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*) نیز در مزرعه وجود داشتند.

۳-۱۰- ارزیابی صفات زراعی

به منظور ارزیابی صفات زراعی، نمونه‌برداری بعد از تشکیل طبق و قبل از باز شدن کامل گل صورت گرفت. نمونه‌برداری با حذف اثر حاشیه و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. سپس ۵ بوته آفتابگردان به نحوی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. در هر نمونه‌برداری قطع بوته‌ها از سطح خاک و از ناحیه انتهای ساقه صورت گرفت. بوته‌ها بلافاصله جهت اندازه گیری صفات مختلف به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه اندام‌های مختلف برگ و ساقه جدا و درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شد سپس در آون به مدت ۷۲ ساعت با دمای ۷۰°C خشک و توزین شدند. به این ترتیب مؤلفه‌های وزن خشک ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. همچنین صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد برگ اندازه گیری شد.

۳-۱۱- عملکرد و اجزای عملکرد

اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. اجزای عملکرد در گیاه آفتابگردان شامل تعداد دانه در طبق، وزن صد دانه است، همچنین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و شاخص برداشت نیز محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد دانه تعداد ۵ بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد. دانه‌های موجود درطبق جداسازی و بعد از سایه خشک شدن دانه‌ها و شمارش تعداد دانه در طبق، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱+ وزن شدند و در نهایت عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

۳-۱۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC)

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ به روش ریچی و نگویان (۱۹۹۰) انجام گرفت. جهت اندازه-گیری محتوای نسبی آب برگ روز قبل از آبیاری نمونه برگ گیاه آفتابگردان در ساعت اولیه صبح گرفته شده و بلافاصله نمونه‌ها در یونولیت حاوی یخ خشک قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل و وزن تر آن‌ها اندازه گیری گردید. جهت محاسبه وزن آماسیده؛ برگ‌ها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و بدون نور غوطه‌ور شدند و پس از خشکاندن آب موجود در سطح برگ با کاغذ صافی، وزن آماسیده به سرعت اندازه گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شده و محتوای نسبی آب برگ طبق معادله‌ی ۳-۱ محاسبه گردید:

$$RWC\% = (Wf - Wd / Wt - Wd) \times 100 \qquad (۱-۳)$$

که در آن:

Wd= وزن خشک برگ

Wf = وزن تر برگ

Wt = وزن اشباع برگ می‌باشد

۳-۱۳- اندازه‌گیری شاخص سطح برگ

صفت شاخص سطح برگ به منظور بررسی نسبت سطح سبز برای تولید مواد فتوسنتزی در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری این صفت در زمان گلدهی صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری سطح برگ بوته‌های نمونه‌برداری شده، پس از جداسازی برگ‌ها، به روش وزنی (هاشمی دزفولی، ۱۳۷۸). شاخص سطح برگ تعیین و سپس بر حسب مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین محاسبه شد.

۳-۱۴- اندازه گیری کلروفیل و رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل قبل از گلدهی و در زمانی که برگها رسیده و شاداب بودند، از هر کرت ۳ بوته بدون قطع گیاه انجام شد، هر بوته به سه لایه بالایی، میانی و زیرین تقسیم شد. سپس محتوای کلروفیل هر لایه با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502, Minolta Konica) اندازه‌گیری گردید. در هرلایه محتوای کلروفیل ۳ برگ اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان عدد SPAD آن لایه در نظر گرفته شد. هنگام نمونه‌برداری از مزرعه نیز رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش آرنون (۱۹۴۹) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری انجام شد. برای این منظور ۰/۲۵گرم وزن تر برگ که از برگ‌های کاملاً توسعه یافته فوقانی برداشت گردیده بود با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. آنگاه در داخل لوله فالکون ریخته و به سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با شدت ۶۰۰۰ دور در دقیقه منتقل شد. فاز بالایی (شفاف) برداشته و به فالکون ۱۵ میلی‌لیتر منتقل گردید. سپس با اسپکتروفتومتر مدل Jenway ۶۳۰۵ ساخت کشور آلمان، میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل در طول موج‌های ۴۷۰،

۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. میزان کلروفیل a ، b و کارتنویید با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید و کلروفیل کل نیز که حاصل جمع کلروفیل a و b می باشد، محاسبه گردید. قبل از قرائت در این طول موج‌ها ابتدا با شاهد (استون ۸۰ درصد) صفر شد.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A663 - 0.86 \times A645)\ V/100W \qquad (۲-۳)$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A645 - 3.6 \times A663)\ V/100W \qquad (۳-۳)$$

$$\text{Carotenoide} = 100\ (A470) - 3.27\ (\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl b})/227 \qquad (۴-۳)$$

$$\text{Total Chlorophyll} = \text{Chlorophyll a} + \text{Chlorophyll b} \qquad (۵-۳)$$

V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

A= جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W= وزن تر نمونه بر حسب گرم

۳-۱۵- اندازه گیری درصد پروتئین دانه به روش کجلدال

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه ابتدا میزان نیتروژن موجود در دانه اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول ۳-۶ پروتئین دانه اندازه‌گیری گردید. مقدار نیتروژن موجود در نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از دستگاه کجلدال نیمه اتوماتیک مدل Vapodest 45S ساخت شرکت Gerhand کشور آلمان انجام شد. این دستگاه از دو بخش هضم و تقطیر تشکیل شده است. بخش هضم در این مدل شامل ۱۲ لوله است. برای انجام هضم نمونه‌ها، ۰/۵ گرم از نمونه خشک و پودر شده گیاه را با ۷ میلی‌لیتر اسید

سولفوریک غلیظ (٪۹۶) و ۱/۱ گرم کاتالیزور (مخلوطی از ۵۴ گرم سولفات پتاسیم و۵/۴ گرم سولفات مس و۰/۵۴گرم سلنیوم) در لوله‌ها ریخته و در جایگاه مربوطه در دستگاه هضم قرار داده شد. درجه دستگاه ابتدا روی ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید و سپس دما به ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و در نهایت به ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و آنقدر حرارت ادامه پیدا کرد تا نمونه‌ها به رنگ سبز شفاف در آمدند و عمل هضم نمونه‌ها کامل شد. این عمل حدود ۳ ساعت و ۴۵ دقیقه به طول انجامید. لازم به ذکر است که در سری اول که نمونه‌ها در دستگاه هضم قرار داده شد احتیاج به نمونه شاهد نیز بود که نمونه شاهد حاوی مخلوط بالا به جز نمونه گیاه می‌باشد. در مرحله بعد نمونه‌ها برای انجام عمل تقطیر، کاملاً سرد گردیدند. بخش تقطیر، دارای دستگاهی با دو جایگاه می‌باشد که در یکی، لوله مربوط به بخش هضم و در دیگری ارلنی حاوی ترکیبی از ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد که برای هر نمونه ۲۴ سی‌سی مورد استفاده قرار می‌گیرد، با شروع کار دستگاه تقطیر، در درون لوله حاوی نمونه هضم شده با اضافه شدن اسید، رنگ سبز لجنی ظاهر شده که این صحت انجام آزمایش را می‌رساند و بعد از اتمام کار دستگاه (حدود ۴ دقیقه)، رنگ محلول داخل ارلن سبز می‌شود که هر چه این رنگ تیره‌تر باشد نشان دهنده غلظت نیتروژن بیشتر در نمونه گیاه است و برای عمل تیتراسیون، ۱سی سی معرف متیل‌رد (حاوی ۶۶ میلی‌گرم متیل‌رد و ۹۹ میلی‌گرم بروموکروزول گرین در ۱۰۰ سی سی اتانول، بارنگ قرمز) و اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال به صورت دستی انجام گرفت، که اضافه کردن اسید سولفوریک تا زمانی که رنگ نمونه آلبالویی شود، ادامه داشت ، حجم اسید مصرفی را یادداشت نموده و از فرمول زیر مقدار کل نیتروژن موجود در نمونه محاسبه گردید. سپس از طریق ضریب تبدیل پروتئین درصد پروتئین به دست آمد (۶/۲۵ ضریب تبدیل پروتئین، که برای تمام گیاهان یکسان است) (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹).

$$\%N = 0.56 \times t \times (a-b) \times V/W \times 100/DM \qquad (۶-۳)$$

درصد پروتئین نمونه = درصد نیتروژن × ضریب تبدیل پروتئین

t= غلظت اسید

a= میزان اسید مصرفی جهت نمونه بر حسب میلی لیتر

b= میزان اسید مصرفی جهت شاهد بر حسب میلی لیتر

V= حجم عصاره حاصل از عمل هضم بر حسب میلی لیتر

W= وزن نمونه گیاه جهت هضم بر حسب گرم

DM= درصد ماده خشک گیاه.

۳-۱۶-شاخص پایداری غشا

جهت محاسبه پایداری غشاء پلاسمایی ۰/۱ گرم نمونه از بافت برگ‌های تازه و همسن به صورت قطعات ریز و یکسان جدا و به لوله‌های آزمایش (شیشه‌ای) حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر منتقل شد. سپس لوله‌ها در دمای ۱۰۰درجه سانتی‌گراد (C_2) به مدت ۱۵ دقیقه و ۴۰ درجه سانتیگراد (C_1) به مدت ۳۰ دقیقه به حمام بن‌ماری منتقل گردید. EC آن‌ها پس از خنک شدن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با دستگاه Ecmeter اندازه‌گیری شد. میزان پایداری غشاء پلاسمایی از رابطه زیر محاسبه گردید (سایرام و سریواساوا، ۲۰۰۱).

$$MSI= 1- (C_1 / C_2) \times 100 \qquad (۷-۳)$$

MSI= شاخص پایداری غشاء پلاسمایی

C1: دمای ۱۰۰درجه سانتی‌گراد

C2: دمای ۴۰درجه سانتی‌گراد

۳-۱۷- درصد و عملکرد روغن

به منظور تعیین درصد و عملکرد روغن، پس از سایه خشک کردن بذور جهت حذف رطوبت بذر مقدار ۵۰ گرم از بذرهای گیاه را آسیاب و سپس در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار دادیم. در مرحله بعد روغن موجود در بذور بوسیله استخراج توسط محلول هگزان با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین شد. بدن منظور مقدار ۵ گرم نمونه بذر آسیاب شده را با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و در داخل کارتوش ریخته شد. کارتوش‌های حاوی نمونه در داخل دستگاه قرار داده شد. ظروف اندازه‌گیری چربی، توزین و سپس ۶۰ میلی‌لیتر هگزان در داخل هر یک از آن‌ها ریخته و جایگاه‌های مخصوص خود در دستگاه قرا داده شد. سپس کارتوش‌های حاوی نمونه در داخل محلول هگزان موجود در ظروف مخصوص اندازه‌گیری روغن قرار گرفتند و عمل استخراج روغن از نمونه‌ها به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. سپس مراحل شستشو و بازیافت حلال مطابق دستورالعمل دستگاه انجام شد. ظروف حاوی روغن پس از سرد شدن از دستگاه جدا شده و جهت تبخیر هگزان باقیمانده به مدت یک ساعت در داخل آون در دمای ۵-۱ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در نهایت ظروف حاوی روغن در داخل دیسکاتور سرد شد و پس از آن توزین گردید. درصد روغن خام از تقسیم کردن تفاوت وزن نهایی ظروف حاوی روغن (وزن ظروف و چربی) از وزن اولیه (وزن ظرف خالی) بر وزن نمونه × ۱۰۰ بدست آمد (هورویتز ولاتیمر، ۲۰۰۵).

۳-۱۸- نمونه برداری از علف‌های هرز

جهت تعیین فلور علف‌های هرز، در هر کرت کوادراتی به مساحت یک متر مربع به طور تصادفی در سه نقطه از هر کرت قرار داده شد و تعداد علف‌های هرز بر حسب گونه های باریک و پهن برگ شمارش و کف‌بر شدند. جهت تعیین ماده خشک، علف‌های هرز مربوط به هر کادر به تفکیک گونه در

پاکت‌های کاغذی مجزا در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده و سپس توزین شدند.

۳-۱۹- درصد دانه های پوک

جهت محاسبه درصد دانه های پوک در هر بوته دانه‌های پوک شمارش و سپس درصد آن در بوته نسبت به دانه‌های پر از طریق تناسب محاسبه گردید.

۳-۲۰- تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. رسم شکل‌ها نیز توسط نرم افزار EXCEL انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- صفات زراعی

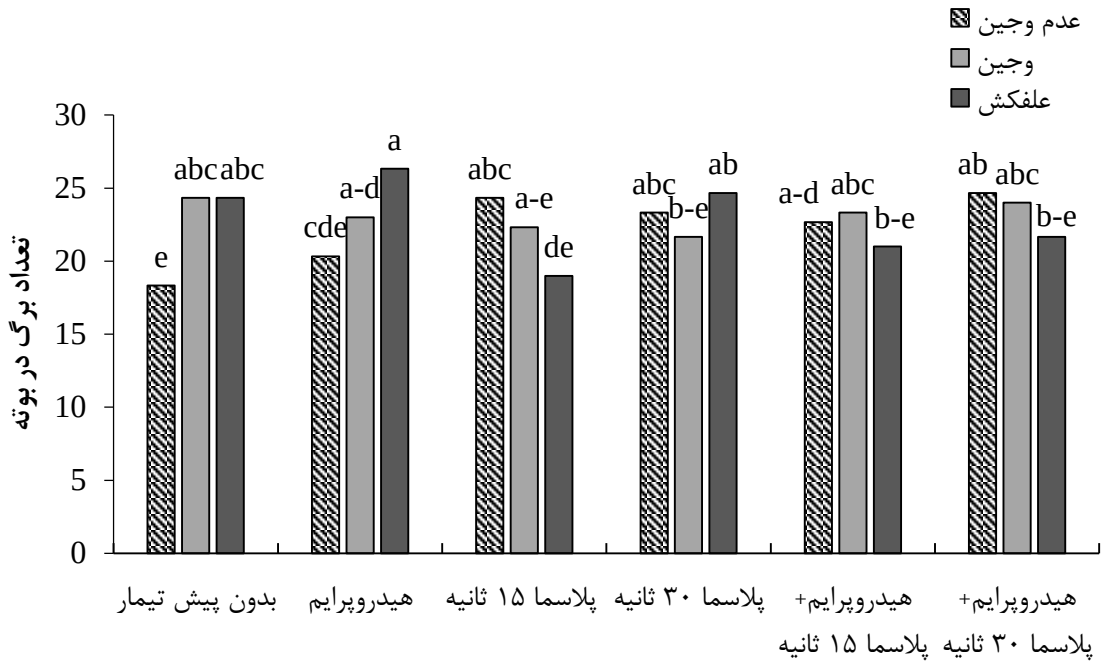
۴-۱-۱- ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع گیاه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش یا اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول۴-۱). از آنجایی که این صفت بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد، لذا به نظر می‌رسد به همین دلیل تیمارهای آزمایش ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار نداده‌اند. در منابع، گزارش-های متناقضی در رابطه با اثر رقابت علف‌های هرز بر ارتفاع گیاهان زراعی وجود دارد. شارتلف و کوبل (۱۹۸۵) کاهش ارتفاع سویا را در رقابت با علف‌های هرز گزارش کردند در صورتی که اتیون و همکاران (۱۹۷۶) اختلاف ارتفاعی را برای سویا در حضور و عدم حضور علف‌های هرز مشاهده نکردند. طلوعی و همکاران (۱۳۹۵) پایین‌ترین ارتفاع بوته ذرت را در تیمار شاهد تداخل تمام فصل علف‌های هرز گزارش کردند.

۴-۱-۲- تعداد برگ

نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد تعداد برگ را تحت تأثیر قرار داد، درحالیکه این صفت تحت تأثیر اثرات ساده آن‌ها واقع نشد (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل کنترل × پلاسما نشان داد، تعداد برگ در تیمار پلاسما در شرایط وجین برتری معنی‌داری نسبت به تیمار هیدروپرایم و تیمار عدم پلاسما در شرایط وجین نداشت، اما در شرایط عدم وجین، تیمارهایی که با پلاسما پرتودهی شده بود بطور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (عدم پیش تیمار در شرایط آلوده به علف هرز) تعداد برگ بیشتری تولید کردند و یا به عبارتی خسارت علف های هرز را روی آفتابگردان کاهش دادند(شکل ۴-۱). کالینین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تابش پلاسما قدرت جوانه‌زنی گیاهان گندم، ذرت، جو و آفتابگردان را افزایش داده است، بنابراین می‌توان استنباط کرد در این پژوهش

بذوری که با تابش پلاسما پیش تیمار شده‌اند با جوانه‌زنی سریع‌تر و جذب آب و مواد معدنی بیشتر نسبت به بذور شاهد توانسته‌اند از منابع نور، آب و عناصر غذایی بهره بیشتری برده و لذا رشد بهتر و افزایش تعداد برگ بیشتری را به همراه داشته باشند. هریس (۲۰۰۶) افزایش تعداد برگ لوبیا چشم بلبلی را در گیاهان پرایم شده در مقایسه با گیاهان پرایم نشده، گزارش نمود. نتایج پژوهش میرشکاری (۱۳۸۶) نشان داد تیمار شاهد دارای علف هرز سبب کاهش معنی‌دار تعداد برگ لوبیا سبز نسبت به شاهد بدون علف هرز در کل فصل گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. می‌توان گفت، با توجه به تأثیر شاخص سطح برگ در نفوذ نور، کمی تعداد برگ‌ها (به عنوان شاخص تعیین کننده LAI) در تیمار عدم وجین علف هرز، موجب نفوذ بیشتر نور به پایین کانوپی و بهبود قدرت رقابت علف‌های هرز شده است. نتایج نشان داد وقتی بذور پرایم شده در معرض تابش پلاسما قرار گرفت و در محیط حاوی علفکش کشت گردید به‌طور معنی‌داری تعداد برگ کمتری نسبت به تیمار هیدروپرایم به تنهایی در شرایط کاربرد علفکش تولید نمود. به نظر می‌رسد نفوذپذیرتر شدن بذور در اثر اعمال تیمارهای پرایمینگ و تابش پلاسما سبب می‌شود جوانه‌زنی تسریع شده و علفکش تریفلورالین سریع‌تر و راحت‌تر جذب این بذور و گیاهچه‌های حاصل از آن‌ها شده و میزان رشد را کاهش داده یا متوقف کند. بنابراین کاهش تعداد برگ در برخی تیمارهای مشاهده شده دور از انتظار نیست. به‌طور کلی می‌توان گفت با توجّه به اینکه اثرات سوء علفکش‌ها حتّی در مقادیر کم هم غیرقابل نادیده گرفتن می‌باشد، جایگزینی علفکش‌ها با تکنیک‌های جدیدی مانند تابش پلاسما می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف علفکش‌ها و بهبود رشد گیاه به همراه داشته باشد.

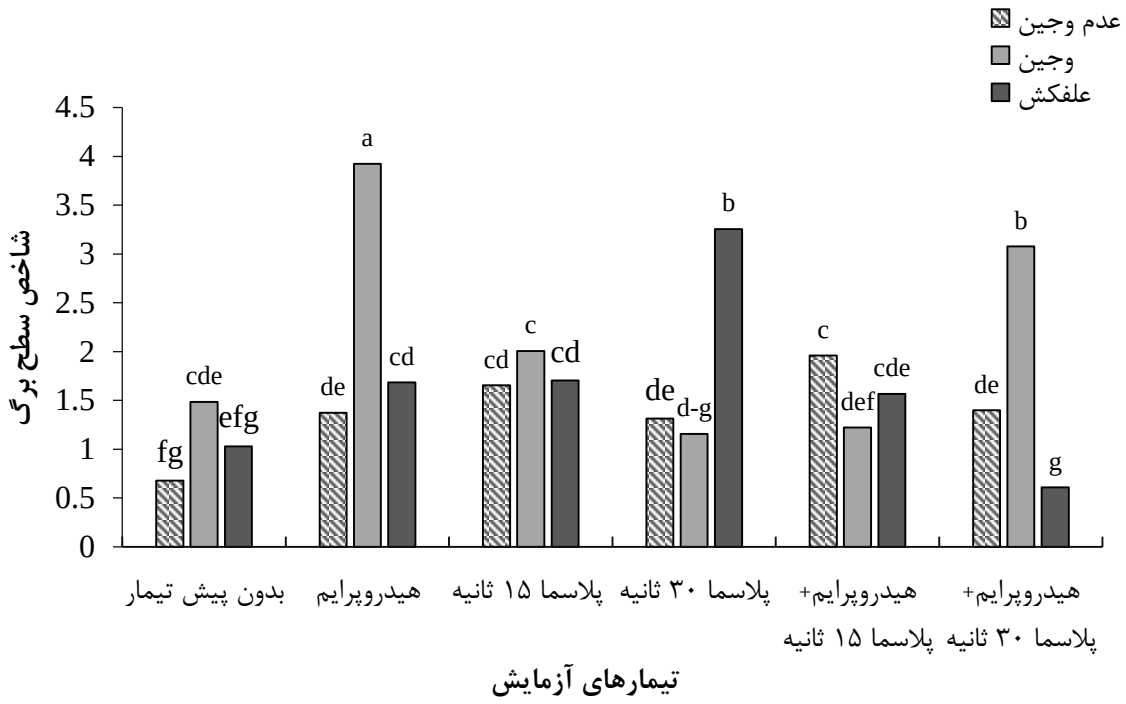


شکل ۴-۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تعداد برگ

۴-۱-۳- شاخص سطح برگ (LAI)

مطابق نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده تیمار کنترل و پلاسما بر شاخص سطح برگ ($p\leq$ ۰/۰۱) معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل تیمارهای پلاسما × کنترل در سطح یک درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد که تیمار هیدروپرایم در شرایط وجین بیشترین میزان شاخص سطح برگ را دارا بود بطوریکه نسبت به شاهد (عدم پیش تیمار) با علف هرز و بدون علف هرز به ترتیب ۸۴/۴۹ و ۶۲/۱۶ درصد افزایش شاخص سطح برگ را نشان داد (شکل ۴-۲). در پژوهشی گزارش شده است که بین شاخص سطح برگ گیاه زراعی و شدت جریان فوتون فتوسنتزی رسیده به علف هرز و ماده خشک علف هرز همبستگی منفی وجود دارد (میرشکاری، ۱۳۸۶). گزارش‌های زیادی مبنی بر کاهش LAI گیاهان زراعی در اثر تداخل علف‌های هرز ارائه شده است

(نصیری دهسرخی، ۱۳۹۴؛ یدوی و همکاران، ۱۳۸۵؛ آزادبخت و همکاران، ۱۳۹۲). محققین نشان دادند پرایمینگ بذور باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ در گیاه ذرت گردید (نیسی، ۱۳۹۴). علت این امر می‌تواند افزایش رشد ریشه‌ها و قابلیّت بیشتر آن‌ها در استفاده از آب و عناصر غذایی، توسعه سریع سیستم فتوسنتز کننده در تیمارهای پرایم شده باشد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). در مورد اثرات مثبت پرایم بر شاخص سطح برگ نیز مرادی و عباس‌دخت (۱۳۸۹) افزایش شاخص سطح برگ در اثر پرایمینگ را در ذرت گزارش کردند. به‌طور کلی نتایج نشان داد که تیمار پلاسما روی بذور خشک یا پرایم شده توانست معادل علفکش یا در مواردی بهتر از آن، شاخص سطح برگ آفتابگردان را نسبت به شاهد دارای علف هرز افزایش دهد. در راستای نتایج این پژوهش فیلاتوا و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که افزایش مدت زمان پلاسما از ۱۰ به ۱۵ دقیقه، بر افزایش قدرت و سرعت جوانه‌زنی بذر مؤثر واقع شده و همچنین در کاهش آلودگی‌های عفونی بذر نیز مؤثر بوده است که این می‌تواند سبب افزایش سرعت و کیفیت رشد گیاه و در نهایت افزایش صفات زراعی از جمله شاخص سطح برگ نیز گردد. در نتیجه می‌توان گفت تسریع سبز شدن گیاه در اثر اعمال تیمار هیدروپرایم می‌تواند افزایش شاخص سطح برگ گیاه را به همراه داشته باشد، به‌طوری که اثبات شده است اگر گیاهان در مراحل اولیه، سرعت رشد بالایی داشته باشند و یا نسبت به سایر گیاهان زودتر سبز شوند، سهم بیشتری از کل کانوپی مخلوط را به خود اختصاص داده و در رقابت برای جذب نور موفق‌تر عمل می‌کنند. می‌توان گفت با افزایش سطح برگ گیاه زراعی در اثر اعمال تیمار پرایمینگ به تنهایی و تیمار پرایمینگ و تابش پلاسما، میزان نفوذ نور به داخل کانوپی و جذب نور توسط علف‌های هرز و در نتیجه رشد آن‌ها کاهش می‌یابد.



شکل۴-۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص سطح برگ

جدول ۴-۱-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	شاخص سطح برگ	تعداد برگ
تکرار	۲	۵۲۶/۵۰۵ ns	۰/۰۱۸ns	۲/۰۷۴ ns
کنترل	۲	۲۱۸/۶۱۶ns	۲/۶۲۱**	۳/۲۴۱ns
پلاسما	۵	۱۵۲/۶۲۷ns	۱/۵۴۲**	۳/۶۳ns
کنترل × پلاسما	۱۰	۲۹۱/۴۳۲ns	۲/۶۱۳**	۲۰/۰۴۱**
خطا	۳۴	۲۰۲/۷۶۰	۰/۱۱۶	۶/۵۰۵
ضریب تغییرات٪		۱۱/۴۰	۱۹/۷۲	۱۱/۲۲

ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

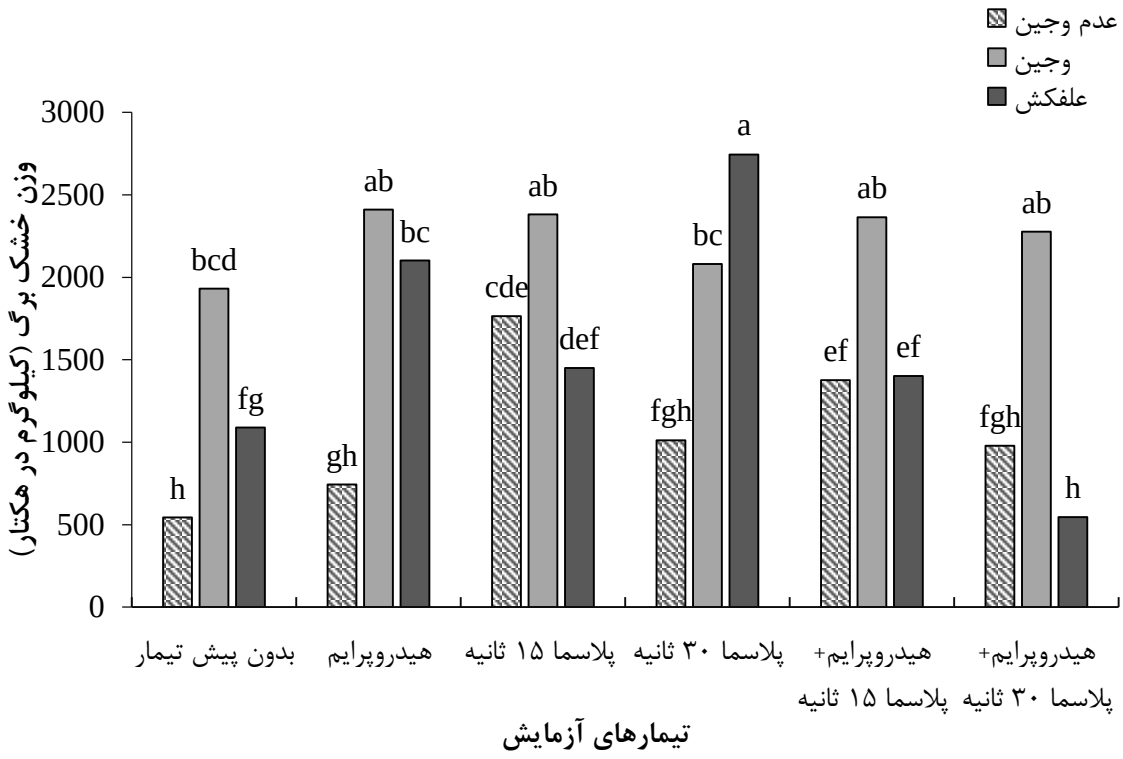
۴-۱-۴- قطر ساقه

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که هیچ یک از تیمارها بر قطر ساقه تأثیر معنی‌داری نداشت

(جدول ۴-۲). در راستای نتایج این آزمایش، آزادبخت و همکاران (۱۳۹۲) بیان داشتند که برخلاف سایر شاخص‌های رشدی، قطر ساقه ذرت تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار نگرفت، به‌طوری‌که بین تیمارهای کنترل علف‌های هرز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتیجه پژوهش حاضر در تناقض با گزارش تتیو و گاردنر (۱۹۸۸) است که اظهار داشتند با افزایش تراکم علف‌های هرز، قطر ساقه در ذرت کاهش می‌یابد. نوع و تراکم علف‌های هرز و نیز نوع گیاه زراعی بر شرایط رقابتی تأثیر گذار می‌باشند، لذا تناقض در گزارشات مختلف به دور از انتظار نمی‌باشد.

۴-۱-۵- وزن خشک برگ

نتایج نشان داد که اثرات ساده پلاسما و کنترل وزن خشک برگ را به‌طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) تحت تأثیر قرار داد. همچنین اثرات متقابل کنترل× پلاسما در سطح احتمال یک درصد بر این صفت تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۴-۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که در میان تیمارهای آزمایش، تیمار تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط علفکش، بیشترین تاثیر را روی میزان وزن خشک برگ داشت، اما این تیمار و تیمارهای هیدروپرایم در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط وجین و تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط وجین در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۴-۳). حضور علف‌های هرز در تیمار شاهد و هیدروپرایم به‌طور معنی‌داری وزن خشک برگ را نسبت به شرایط عدم حضور علف‌های هرز کاهش داد. می‌توان گفت در تیمار تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط علفکش، به‌دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز میزان رقابت با گیاه زراعی کاهش یافته و سبب رشد مناسب و تجمع ماده خشک برگ گردیده است. یکی از واکنش-های مهم گیاهان در برابر کاهش شدید تابش نور، کاهش ذخیره ماده خشک است (مورفی و همکاران، ۱۹۹۶) بنابراین کاهش وزن خشک برگ آفتابگردان درحضور علف‌های هرز دور از انتظار نمی‌باشد.

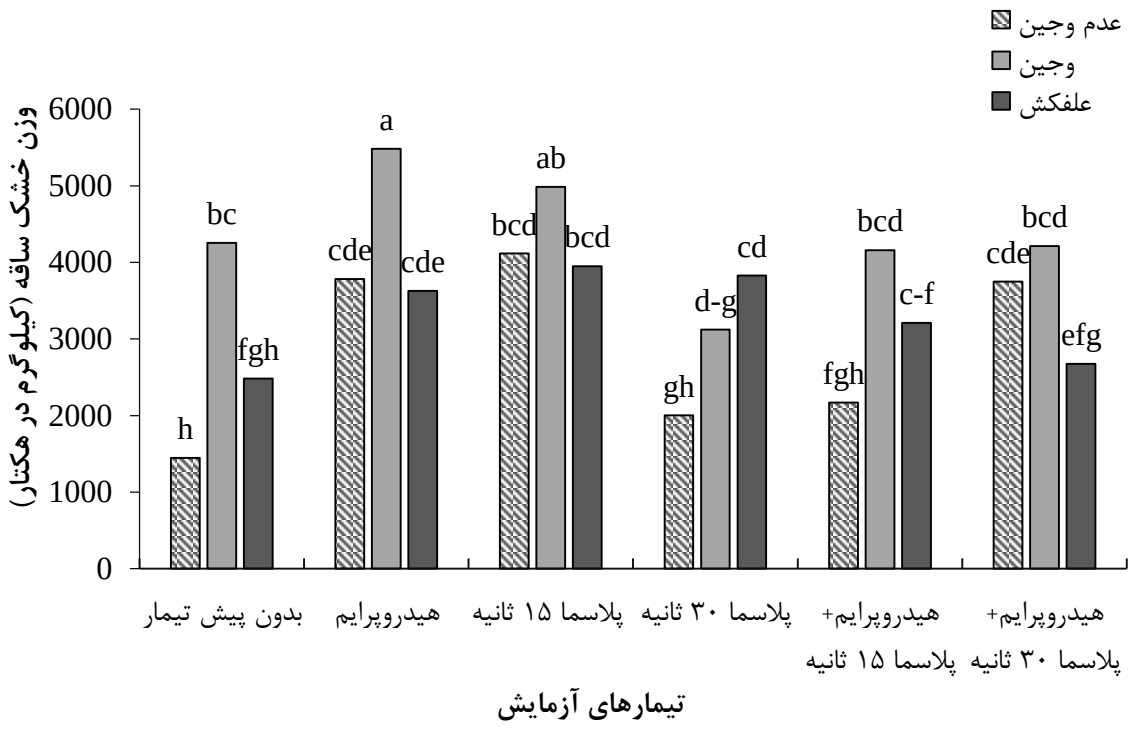


شکل ۴-۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک برگ

۴-۱-۶- وزن خشک ساقه

همانطور که در جدول ۴-۲ مشاهده می‌شود اثرات ساده پلاسما بر وزن خشک ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما اثرات ساده کنترل بر این صفت معنی‌دار نشد. همچنین اثرات متقابل پلاسما × کنترل نیز در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار شد. مطابق مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میزان وزن خشک ساقه در تیمار هیدروپرایم در شرایط وجین مشاهده شد، هرچند این تیمار، از نظر آماری با تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط وجین اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که تیمار شاهد آلوده به علف هرز نسبت به تیمار هیدروپرایم عاری از علف هرز (که بیشترین میزان وزن خشک ساقه را نشان داده است) کاهش ۷۳/۶۲ درصدی وزن خشک را به همراه داشت (شکل۴-۴). کنترل مؤثر علف‌های هرز را می‌توان دلیل افزایش وزن خشک ساقه در این تیمارها دانست. در همین

راستا سالمی‌نسب و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند که هیدروپرایمینگ بذور ذرت به مدت ۱۲ ساعت سبب افزایش ۷۵ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به شاهد گردید. لینگ و همکاران (۲۰۱۴) طی آزمایشی که با تابش پلاسما روی بذور تیمار شده سویا انجام دادند مشاهده کردند که تیمار پلاسما نسبت به شاهد وزن خشک ساقه سویا را ۲۱/۹۵ درصد افزایش داده است.



شکل ۴-۴- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک ساقه

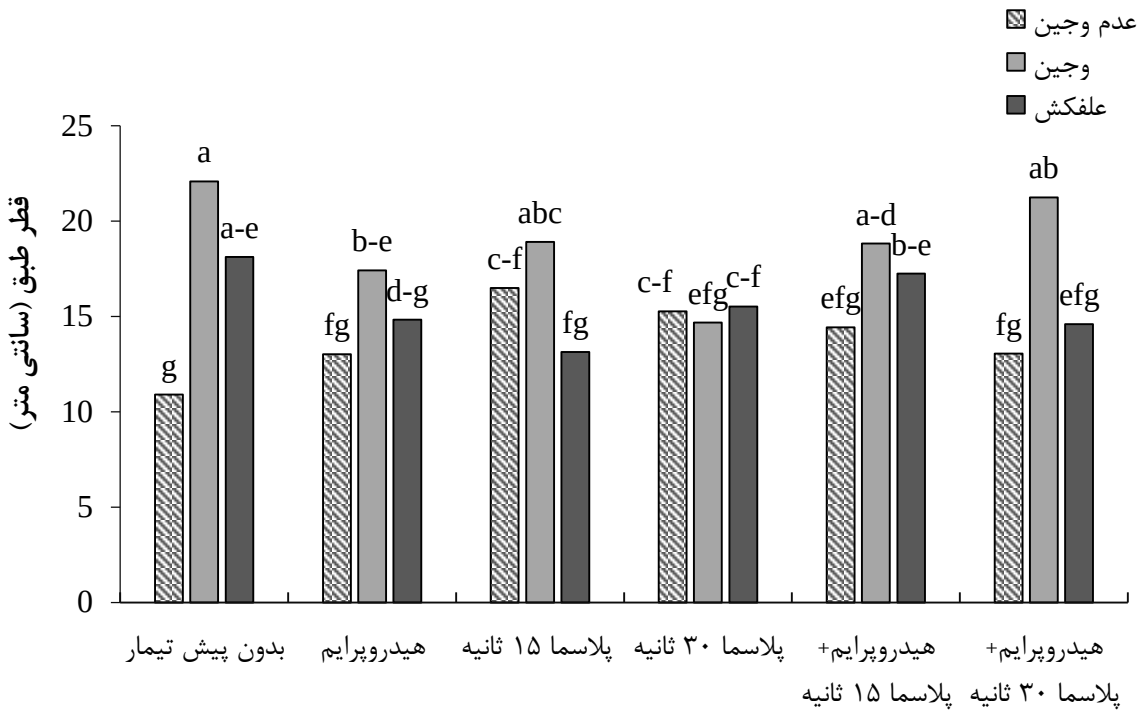
جدول ۴-۲-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
تکرار	۲	۰/۵۸۰ ns	۱۹۰۸۵۵/۳۴۵ ns	۱۸۹۷۸۰/۵۲۰ ns
کنترل	۲	۰/۳۳۴ ns	۶۲۲۹۷۴۶/۹۱۴**	۱۰۶۵۷۲۳۰/۹۸۰**
پلاسما	۵	۰/۱۴۴ ns	۹۰۶۳۶۱/۶۶۳**	۴۱۸۸۹۲۶/۳۲۲**
کنترل× پلاسما	۱۰	۰/۳۲۵ ns	۷۸۹۲۲۳/۸۰۳**	۱۳۷۴۷۰۰/۱۴۸**
خطا	۳۴	۰/۲۰۳	۸۴۱۵۹/۵۵۶	۴۶۵۲۲۲/۴۶۷
ضریب تغییرات٪		۲۶/۱۹	۱۷/۸۹	۱۹/۴۱

ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۱-۷- قطر طبق

مطابق جدول تجزیه واریانس اثرات ساده کنترل در سطح یک درصد بر قطر طبق معنی‌دار شد اما اثرات ساده پلاسما بر این صفت تأثیر معنی‌داری نداشت، همچنین اثرات متقابل تیمارها نیز در سطح احتمال یک درصد بر صفت مذکور معنی‌دار گردید (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات دوجانبه تیمارها نشان داد که قطر طبق در تیمار شاهد عاری از علف هرز بیشترین میزان را داشته است، البته این تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای، عدم پیش تیمار در شرایط کاربرد علفکش، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط وجین و تابش پلاسما به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه روی بذور هیدورپرایم شده در شرایط وجین نداشته است (شکل۴- ۵). نتایج نشان داد که در شرایط حضور علف-های هرز پیش تیمار پلاسما روی بذور خشک توانست به‌طور معنی‌داری قطر طبق را نسبت به شاهد بدون پیش تیمار در حضور علف‌های هرز افزایش دهد. البته پیش تیمار پلاسما وقتی با وجین همراه شد در تیمارهای مختلف تأثیر مطلوبی بر قطر طبق نشان داد (شکل۴- ۵). حجازی و همکاران (۱۳۷۹) اظهار داشتند که رقابت علف‌های هرز با آفتابگردان موجب کاهش قطر طبق و وزن خشک طبق می‌شود.

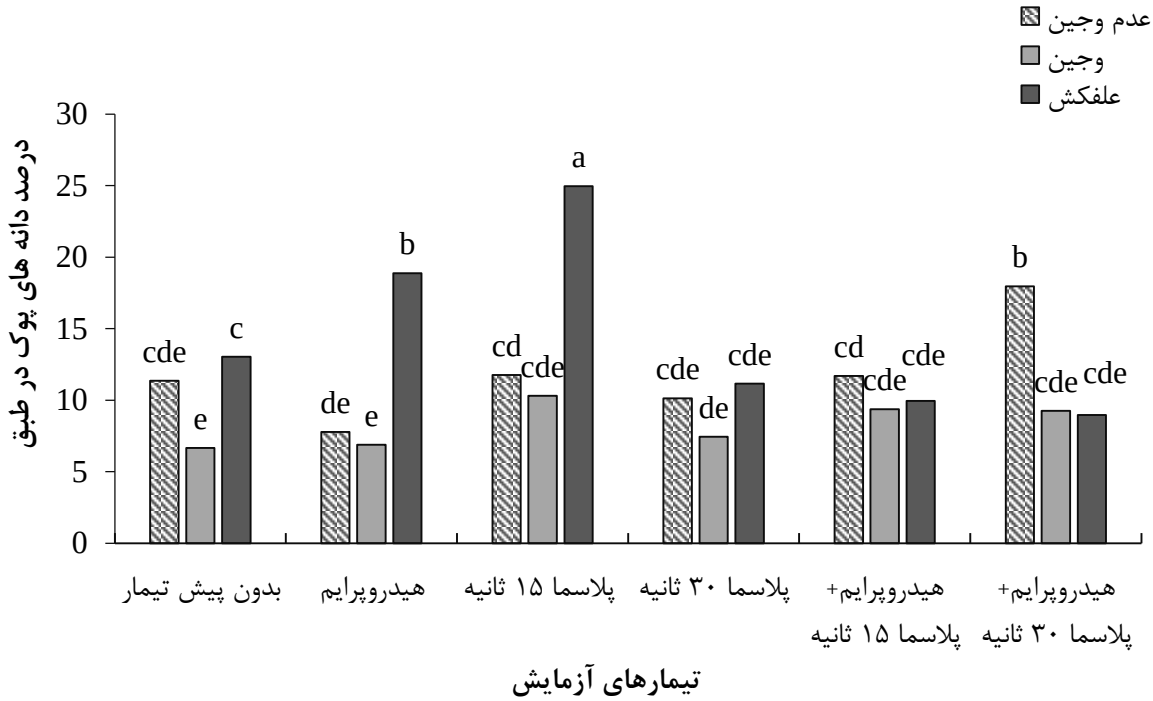


شکل ۴-۵- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر قطر طبق

۴-۱-۸- درصد دانه‌های پوک در طبق

اثرات ساده کنترل و پلاسما بر درصد پوکی دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، همچنین اثرات متقابل تیمارها در سطح یک درصد بر صفت مذکور معنی‌دار شد (جدول ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین درصد پوکی دانه‌ها در تیمار تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط کاربرد علفکش مشاهده شد، همچنین در شرایط عدم پیش تیمار و تیمار هیدروپرایم نیز درصد دانه‌های پوک تحت تأثیر علفکش افزایش نشان داد (شکل ۴- ۶) افزایش درصد پوکی دانه و کاهش تعداد دانه در طبق آفتابگردان به دنبال افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز توسط حجاری و همکاران (۱۳۷۹) گزارش شده است. محصول دانه‌ی آفتابگردان همبستگی تنگاتنگی با تعداد گل‌های تلقیح شده‌ی طبق دارد. عواملی چون گرمای هوا و کمی رطوبت نسبی محیط، رطوبت خاک کمتر از ۶۰

درصد، ظرفیت مزرعه‌ای، کمبود بارندگی، نور شدید آفتاب، وزش بادهای شدید، عدم حاصل‌خیزی خاک، نحوه‌ی کاشت و نبود کندوی عسل با زنبورهای فعال در مزرعه در افزایش پوکی دانه بسیار مؤثر می‌باشند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹). از نتایج بدست آمده چنین می‌توان استنباط کرد که اثرات سوء علفکش در تیمارهای ترکیبی علفکش با پرایمینگ و پرتودهی پلاسما می‌تواند تنش بیشتری به گیاه وارد کند و درصد پوکی دانه‌های آفتابگردان را بیشتر کند.



شکل ۴-۶- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد دانه‌های پوک در طبق

جدول ۴-۳-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر برخی صفات رشدی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر طبق	درصد دانه‌های پوک
تکرار	۲	۴/۶۶۲^{ns}	۴/۶۱۳^{ns}
کنترل	۲	۱۱۶/۱۳۲**	۱۷۲/۱۶۹**
پلاسما	۵	۶/۰۷۷	۴۳/۶۱۷**
کنترل× پلاسما	۱۰	۱۸/۴۷۱**	۵۶/۷۶**
خطا	۳۴	۵/۹۲۴	۸/۲۲۳
ضریب تغییرات٪		۱۵/۱۲	۲۴/۸۶

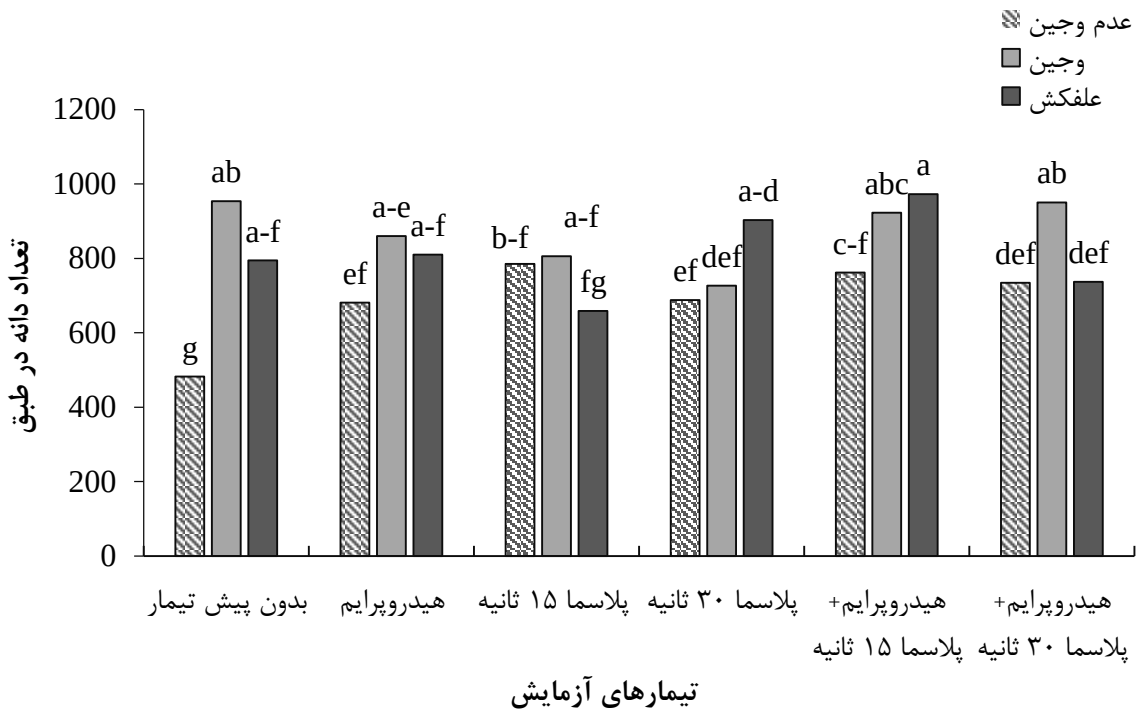
ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۲- اجزای عملکرد

۴-۲-۱- تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق یکی از اجزای تعیین کننده‌ی عملکرد محسوب می‌شود. هر چه تعداد دانه در طبق بیشتر باشد، با در نظر گرفتن وزن مناسب دانه‌ها، مخزن بزرگتری برای فرآورده‌های فتوسنتزی ساخته شده که منجر به افزایش عملکرد می‌شود. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، اثرات ساده تیمار کنترل در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق داشت، اما اثرات ساده پلاسما بر این صفت معنی‌دار نبود، اثر متقابل تیمارهای کنترل× پلاسما نیز در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در طبق مؤثر بود (جدول ۴-۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیمار تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور هیدروپرایم در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور هیدروپرایم در شرایط وجین و کاربرد علفکش، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط علفکش توانسته است تعداد دانه در طبق را نسبت به تیمارهای ذکر شده در شرایط عدم وجین افزایش دهد. همان‌گونه که شکل ۴-۷ نشان می‌دهد تیمارهایی که بذور در آن قبل از کاشت با پلاسما پیش تیمار شده بود و همچنین تیمار هیدروپرایم به تنهایی در شرایط حضور علف‌های هرز، به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در طبق را نسبت به

تیمار شاهد در شرایط عدم وجین افزایش دادند. به‌عبارتی تیمارهای مذکور توانستند فشار رقابتی حاصل از علف های هرز را روی گیاه زراعی کاهش دهند. دلیل اصلی کاهش تعداد دانه در طبق در تیمارهای تداخل علف هرز در مقایسه با تیمارهای کنترل، استقرار طولانی‌تر و تثبیت بیشتر علف‌های هرز در مزرعه و در نتیجه تشدید رقابت با آفتابگردان بر سر منابع رشد به ویژه در دوران پر شدن دانه گزارش شده است. این امر سبب عقیم ماندن تعدادی از دانه‌ها در ابتدای تکامل و در نتیجه کاهش تعداد دانه در طبق گردیده است. یدوی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی تأثیر رقابت تاج خروس بر اجزاء عملکرد ذرت، گزارش کردند که کاهش تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف، مهمترین تأثیری بود که این رقابت بر ذرت تحمیل نمود. علاوه بر این در آزمایش آگویا و همکاران (۲۰۰۳)، بین تعداد دانه تشکیل شده در گیاه و شدت نور رابطه مستقیم و با تراکم علف‌های هرز رابطه عکس وجود دارد، بنابراین در تراکم زیاد علف‌های هرز ممکن است تعداد دانه گیاه زراعی کاهش یابد (بین و جریک، ۲۰۰۰). طی پژوهشی که به منظور تأثیر تابش پلاسما بر بذر گیاه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana* L.) از ابتدای رشد تا برداشت آن صورت گرفت، مشخص شد که پرتودهی پلاسما به مدت ۳ دقیقه روی بذور خشک تمام مراحل رشدی گیاه را سرعت بخشید و مشاهده شد که پلاسما در مقایسه با شاهد، منجر به افزایش ۳۹ درصدی تعداد دانه شده است (کوگا و همکاران، ۲۰۱۶) که با نتایج پژوهش ما مطابقت دارد.

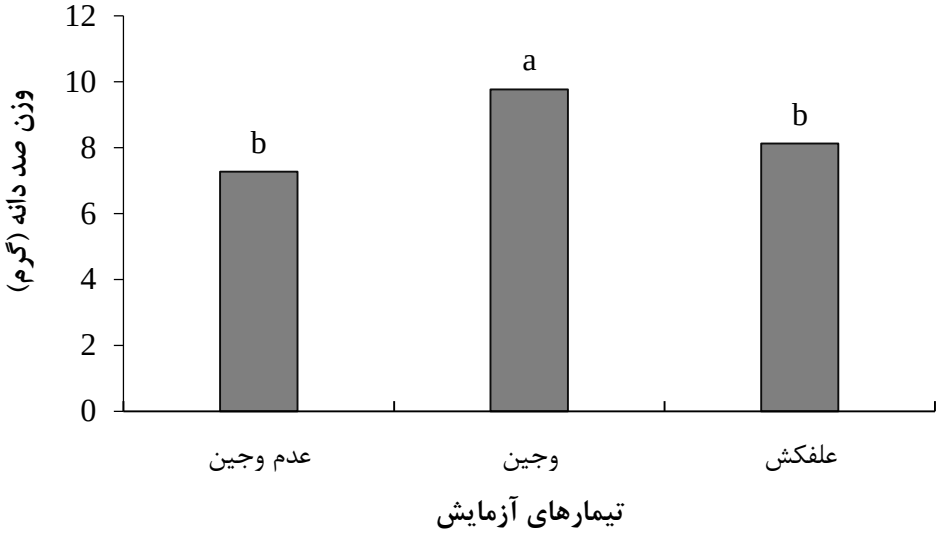


شکل ۴-۷- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تعداد دانه در طبق

۴-۲-۲- وزن صد دانه

همانطور که تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۴- ۴ نشان می‌دهد، اثر ساده تیمارهای کنترل در سطح یک درصد بر وزن صد دانه معنی‌دار شد، اما اثرات ساده پلاسما و اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر این صفت معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار وجین به طور مؤثری وزن صد دانه را نسبت به عدم وجین افزایش داد (شکل ۴-۸)، در آزمایشی نشان داده شد که در تیمار تداخل علف هرز تا پایان فصل رشد، وزن صد دانه کاهش پیدا کرد ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار کنترل کامل نداشت (فرهادی و همکاران، ۱۳۸۷). در بررسی دیگری آمده است که دوره‌های مختلف تداخل علف هرز بر وزن صد دانه ذرت تأثیر معنی‌داری ندارد و تنها تیمار تداخل کامل علف‌های هرز تا پایان فصل رشد باعث کاهش معنی‌داری در وزن صد دانه شده است (عباسپور و رضوانی مقدم، ۱۳۸۳). مکاریان (۲۰۰۲) کاهش

وزن صد دانه ذرت را به دلیل کاهش دوام سطح برگ در اثر تنش رقابت علف‌های هرز روی ذرت در مرحله پر شدن دانه‌ها گزارش کرد. بیات و همکاران (۱۳۸۸) علت کاهش وزن صد دانه ذرت در اثر رقابت تاج خروس را، کاهش توان فتوسنتزی و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های ذرت بیان کردند.



شکل ۴-۸- اثر تیمارهای کنترل بر وزن صد دانه

جدول ۴-۴-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر اجزای عملکرد آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در طبق	وزن ۱۰۰ دانه
تکرار	۲	۲۰۲۶۰/۳۶^{ns}	۰/۸۶۳ ^{ns}
کنترل	۲	۱۳۹۲۸۷/۵۰**	۲۸/۹۵۹**
پلاسما	۵	۱۵۸۳۵/۰۷^{ns}	۲/۷۳۹ ^{ns}
کنترل× پلاسما	۱۰	۴۶۷۵۱/۷۴**	۴/۸۶۴^{ns}
خطا	۳۴	۱۲۰۶۹/۷۹	۴/۰۸۱
ضریب تغییرات٪		۱۳/۶۰	۱۴/۰۸

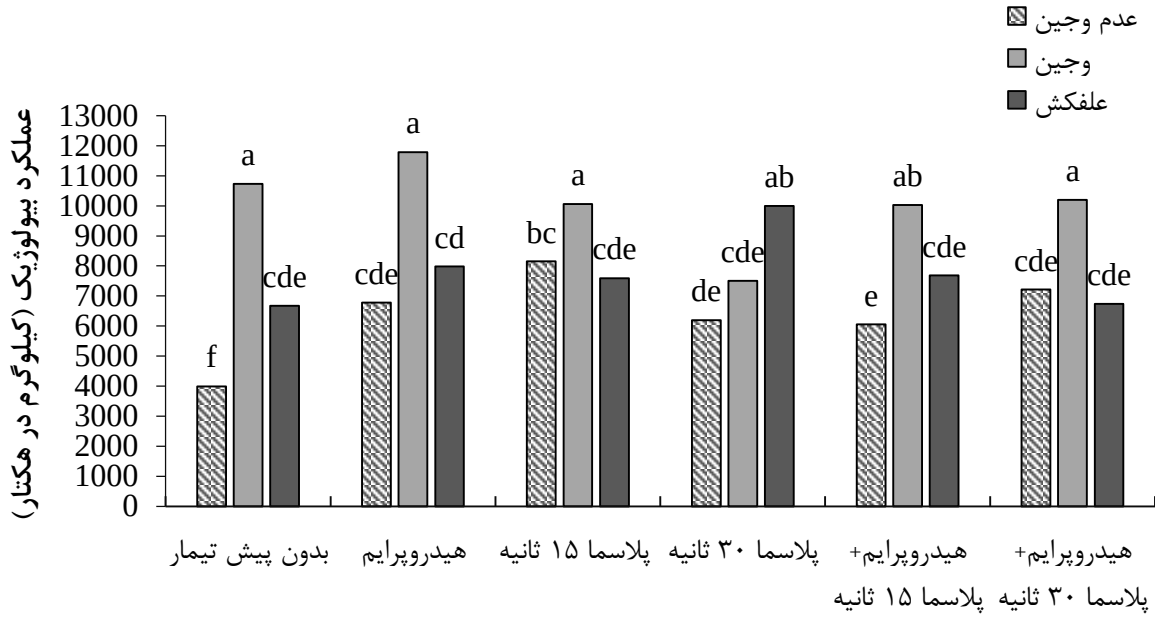
ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۳- عملکرد

۴-۳-۱- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کنترل در سطح یک درصد عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار داد، در حالی‌که اثر ساده تیمار پلاسما در سطح ۵ درصد این صفت را تحت تأثیر قرار داد. اثرات متقابل تیمارهای کنترل × پلاسما بر عملکرد بیولوژیک نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۵). عملکرد بیولوژیک در تیمار هیدروپرایمینگ + وجین نسبت به تیمارهای دیگر برتری معنی‌داری داشت، هرچند که از نظر آماری با هیدروپرایم + ۳۰ و ۱۵ ثانیه پرتودهی با پلاسما و شاهد بدون پیش تیمار در شرایط وجین در یک گروه آماری قرار داشت. کنترل مؤثر علف‌های هرز را می‌توان دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک در این تیمارها دانست. تیمارهای هیدروپرایم+ تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه و تابش پلاسما روی بذور خشک به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه در حضور علف هرز نسبت به شاهد (بدون پیش تیمار) آلوده به علف هرز عملکرد بیولوژیک بیشتری داشتند و همین تیمارها معادل تیمار کاربرد علفکش عملکرد بیولوژیک تولید کردند (شکل ۴- ۹). تی‌واری و همکاران (۲۰۰۱) افزایش عملکرد بیولوژیک نخود در شرایط کنترل علف‌های هرز را گزارش کردند. همچنین، گزارش شده است که کنترل مطلوب علف‌های هرز می‌تواند تولید محصول لوبیا را بهبود بخشد (ابراهیمی، ۲۰۱۲). افزایش عملکرد بیولوژیک بوته‌های پرایم شده ذرت توسط نیسی (۱۳۹۴) نیز گزارش شده است. در واقع گیاهانی که بذور آن‌ها قبل از کاشت پرایم شده است در مقایسه با گیاهان به وجود آمده از بذور پرایم نشده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. از طرفی تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم شده می‌دهد (دومان، ۲۰۰۶). این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را برای گیاه فراهم می‌کند. همینطور در اثر این شرایط، روابط

رقابتی آفتابگردان و علف هرز به سود گیاه تغییر می‌یابد. برآیند این موارد در نهایت می‌تواند منجر به افزایش مدت و سطح فتوسنتز کننده در این گیاهان گردد که متعاقب این امر میزان تثبیت دی-اکسیدکربن و طبعاً آسمیلات تولیدی و ذخیره هیدروکربن‌های غیر ساختاری در قسمت‌های مختلف گیاه افزایش یافته و در نتیجه بیوماس تولیدی بیشتر خواهد شد. مرادی و عباس‌دخت (۱۳۸۹) در تحقیقات خود نشان دادند که پرایمینگ بذر به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل گیاه را در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد. نتایج پژوهشی روی بذر گیاه آرابیدوپسیس نشان داد که تابش پلاسما می‌تواند تمام مراحل رشدی گیاه را تسریع بخشد. همچنین اشعه ماوراء بنفش نیز نه تنها رشد ساقه این گیاه را افزایش می‌دهد بلکه سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نیز می‌شود. بدین ترتیب تابش پلاسما روی بذور می‌تواند یک روش امیدوار کننده برای کاهش دوره‌ی برداشت و بهبود عملکرد بیولوژیک باشد (کوگا و همکاران، ۲۰۱۶).

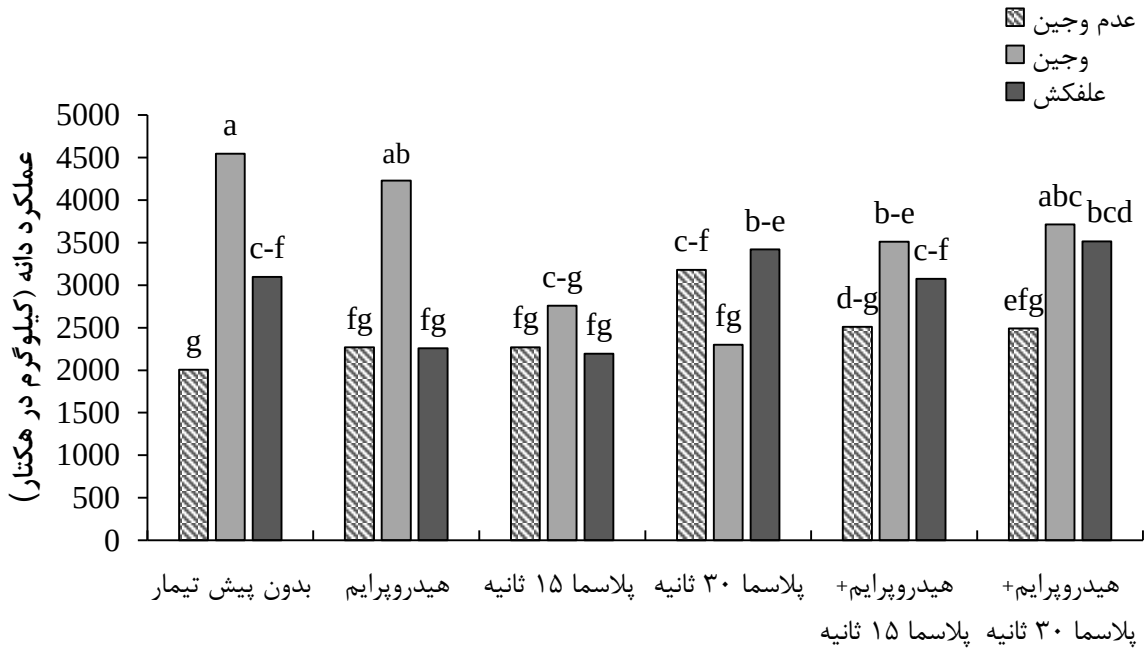


شکل ۴-۹- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد بیولوژیک

۴-۳-۲- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده کنترل در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه تأثیر داشت. اثر متقابل تیمارهای کنترل× پلاسما نیز بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۵). براساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین عملکرد دانه متعلق به شاهد بدون پیش تیمار در شرایط وجین بود که البته با تیمارهای هیدروپرایم در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط وجین و علفکش در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۴-۱۰). همچنین نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور پرایم شده با پلاسما سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط وجین و علفکش نسبت به شرایط عدم وجین در همین تیمارها گردید. از طرفی تیمار عدم وجین تمام فصل سبب کاهش عملکرد دانه آفتابگردان به میزان ۴۵/۹۴ درصد نسبت به تیمار وجین تمام فصل در شاهد (بدون پیش تیمار) گردید. در همین راستا در پژوهشی گزارش شده است که عدم کنترل علف-های هرز موجب کاهش ۴۱/۲ درصدی عملکرد دانه لوبیا قرمز نسبت به کرت‌های وجین شده، گردید (قنبری و طاهری مازندرانی، ۱۳۹۲). در مطالعه بنچ و همکاران (۲۰۰۲) حضور ۱۵ بوته تاج خروس ریشه قرمز در هر متر از ردیف کاشت آفتابگردان موجب کاهش ۱۲ درصدی عملکرد دانه گردید. در پژوهشی دیگر کمترین عملکرد دانه آفتابگردان در تیمار تداخل تمام فصل علف هرز معادل ۱۷۵۹ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (میرشکاری و همکاران، ۱۳۸۷) در مقام مقایسه افزایش ۲۱/۹۵ درصدی در وزن ساقه نسبت به افزایش ۲۷/۵۱ درصدی در وزن ریشه پس از تیمار بذور سویا با پلاسما، نشان می‌دهد که اثر تحریکی تیمار پلاسما بیشتر بر ریشه‌های گیاه بود. همین محققین نشان دادند که تیمار پلاسمای سرد می‌تواند رشد و حتی عملکرد سویا را بهبود بخشد (لی و همکاران، ۲۰۱۴). طی پژوهشی اثر پلاسما بر بذر گیاه آرابیدوپسیس از ابتدای رشد تا برداشت آن بررسی شد، پرتودهی پلاسما به مدت ۳ دقیقه روی بذور خشک تمام مراحل رشدی گیاه را سرعت بخشید و مشاهده شد که پلاسما در مقایسه با شاهد، منجر

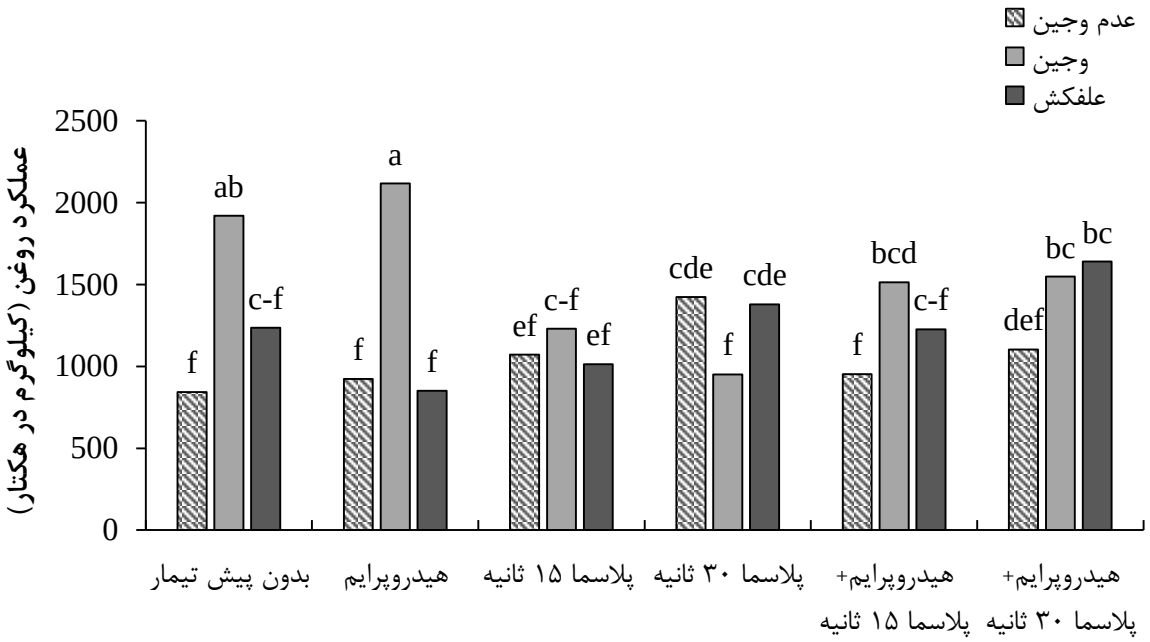
به کوتاه‌تر شدن ۱۱ درصدی دوره‌ی رشد و افزایش ۵۶ درصدی عملکرد دانه و همچنین افزایش ۱۲درصدی وزن هر دانه گردید (کوگا و همکاران، ۲۰۱۶). سرا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که در گندم و جو محتوای برخی از متابولیت‌ها پس از تیمار با پلاسمای سرد تغییر یافت این تغییرات از این فرضیه پشتیبانی می‌کند که رادیکال‌های پلاسما به دانه‌ها نفوذ کرده و بر متابولیسم‌های گیاه مؤثر است. به نظر می‌رسد که تدوام رقابت علف‌های هرز با آفتابگردان در تمام دوره رشد گیاه منجر به کاهش عملکرد در تیمار عدم وجین علف‌های هرز گردیده است. در حالی که وجین سبب حذف اثرات رقابتی علف‌های هرز بر روی گیاه آفتابگردان شده و در نتیجه عملکرد افزایش پیدا کرده است، در نتیجه همراه با تیمار تابش پلاسما، کنترل صحیح علف‌های هرز برای حصول عملکرد بالا نیز ضروری است.



شکل ۴-۱۰- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه

۴-۳-۳- عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای کنترل در سطح احتمال یک درصد بر صفت عملکرد روغن معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کنترل × پلاسما در سطح احتمال یک درصد بر صفت مذکور مؤثر واقع شد (جدول ۴-۵). همانطور که در شکل ۴-۱۱ مشاهده می‌شود تیمار هیدروپرایم در شرایط وجین بیشترین عملکرد روغن را به همراه داشت که البته با شاهد (بدون پیش تیمار) در شرایط وجین تفاوت آماری نداشت. همچنین در شرایط عدم پیش تیمار پلاسما (تیمارهای شاهد و پرایمینگ) عملکرد روغن در شرایط وجود علف هرز به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار وجین کاهش نشان داد. با کاربرد پلاسما روی بذور هیدروپرایم شده به مدت ۱۵ و۳۰ ثانیه، عملکرد روغن در تیمار وجین به‌طور معنی‌داری از تیمار عدم وجین بیشتر بود (شکل ۴-۱۱). وثوق‌پور و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در گیاه کنجد عملکرد روغن در تیمار دوبار وجین نسبت به شاهد آلوده به علف هرز افزایش داشت. سرا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که در بذور خیس شده به مدت ۱۰ دقیقه و پرتودهی پلاسما جوانه‌زنی بذر سویا نسبت به بذور خشک سریع‌تر و با قدرت بیشتری اتفاق افتاده است. از نتایج چنین استنباط می‌شود که حضور علف‌های هرز از طریق جذب منابع مورد نیاز گیاه مانند، آب، نور و عناصر غذایی سبب کاهش رشد و عملکرد آفتابگردان شده‌اند. همچنین افزایش سرعت جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها در تیمارهای هیدروپرایم و پلاسما نیز توانسته است منجر به عملکرد بالاتر روغن در آفتابگردان شود.

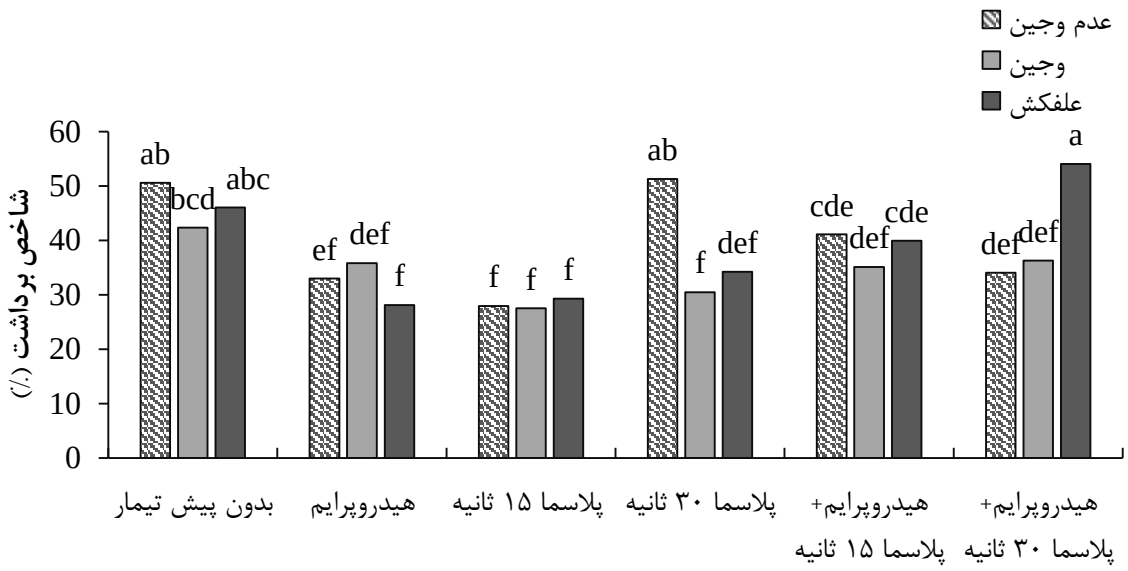


شکل۴-۱۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر عملکرد روغن

۴-۳-۴- شاخص برداشت

شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیک است که بیان‌گر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست. نتایج حاصل از تجزیه واریانس، معنی‌دار بودن اثرات ساده تیمار پلاسما بر شاخص برداشت را در سطح یک درصد نشان داد اما اثرات ساده کنترل بر صفت مذکور معنی‌دار نشد، همچنین اثرات متقابل تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش حاکی از آن بود که تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط علفکش بهترین تیمار برای افزایش شاخص برداشت بوده است اما از نظر آماری با شاهد (بدون پیش تیمار) در حضور علف هرز و کاربرد علفکش و شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط عدم وجین و تابش

پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در حضور علف هرز در یک کلاس آماری قرار داشت (شکل ۴-۱۲). یدوی و همکاران (۱۳۸۵) و ایوانز و همکاران (۲۰۰۳) کاهش شاخص برداشت ذرت را با افزایش دوره‌های تداخل علف هرز گزارش نمودند. نتایج پژوهش پاک‌مهر و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد پرایمینگ بذور سبب افزایش شاخص برداشت گیاه لوبیا نسبت به شاهد گردید. در مجموع با در نظر گرفتن مشکل کاربرد علفکش تریفلورالین که کشت بعدی را در معرض خطر قرار می‌دهد (فرجی و امیری، ۱۳۸۹) و همچنین با توجه به اینکه وجین دستی علف‌های هرز به دلیل هزینه زیاد کارگری محدودیت کاربردی در سطح وسیعی از مزارع دارد (هدایتی پور و همکاران، ۱۳۹۲) استفاده از پیش تیمارهای بذری مانند پرایمینگ و تابش پلاسما در تلفیق با علفکش تریفلورالین برای دستیابی به عملکرد و شاخص برداشت بیشتر، مؤثر و کارآمد به‌نظر می‌رسد. می‌توان شاخص برداشت پایین را به پایین‌تر بودن اجزای عملکرد در این سیستم گزارش کرد، و این امر را بعلت کمبود مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه که همان مقصد اقتصادی است نسبت داد.



شکل ۴-۱۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص برداشت

جدول ۴-۵-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد آفتابگردان

منابع تغیرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۳۲/۱۶۷ ns	۶۷۲۳/۹۶۱ ns
کنترل	۲	۱۲۸/۲۴۸*	۶۱۲۵۴۴۱۲/۰۳۳**
پلاسما	۵	۳۷۶/۲۵۴ **	۳۲۸۲۴۱۲/۴۸۶ *
کنترل× پلاسما	۱۰	۱۴۶/۲۱۱ **	۶۵۰۲۶۴۱/۰۱۰**
خطا	۳۴	۳۰/۸۹۹	۱۳۰۳۹۵۲/۴۹۸
ضریب تغیرات٪		۱۴/۷۸	۱۴/۴

ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

ادامه جدول ۴-۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد آفتابگردان

منابع تغیرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۸۴۷۵۴/۵۵۶ ns	۵۶۶۳۲/۶۱۱ ns
کنترل	۲	۵۰۱۶۱۱۶/۱۳۳**	۱۱۳۲۰۷۸/۰۱۹**
پلاسما	۵	۸۲۱۳۰۷/۰۴۷ ns	۱۰۷۱۷۸/۹۲۵ns
کنترل× پلاسما	۱۰	۱۴۱۵۵۶۳/۰۹۴**	۳۹۹۹۳۶/۲۱۵**
خطا	۳۴	۳۷۸۴۸۹/۴۹۰	۶۴۱۱۶/۲۸۴
ضریب تغیرات٪		۱۷/۲۳	۱۹/۸۶

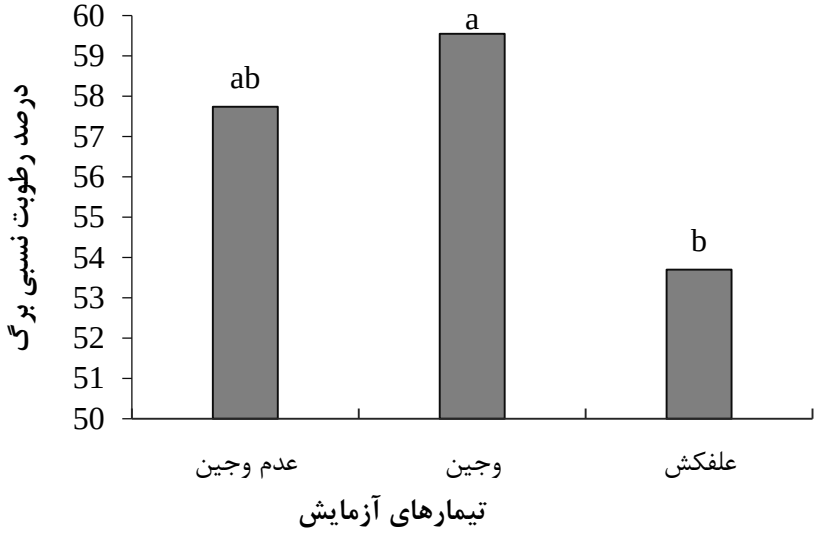
ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۴- صفات فیزیولوژیک

۴-۴-۱- رطوبت نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کنترل بر رطوبت نسبی برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۶). مطابق شکل ۴-۱۳ کاربرد علفکش کاهش معنی‌دار رطوبت نسبی را نسبت به تیمار وجین نشان داد که می‌تواند بیانگر تأثیر سوء علفکش بر میزان رطوبت نسبی برگ باشد. نصیری و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که تیمار وجین علف‌های هرز باعث افزایش رطوبت نسبی شد، اما در

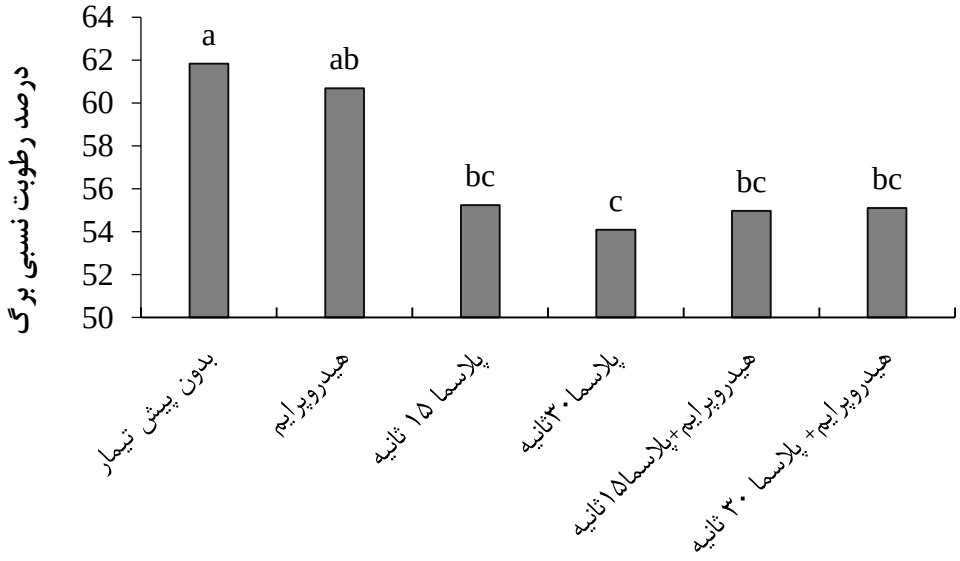
آزمایش ما هرچند تیمار وجین بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ را به همراه داشت، اما از نظر آماری با تیمار عدم وجین در یک گروه قرار داشتند. به نظر می‌رسد علف هرز با تخلیه سریعتر آب خاک سبب نوعی تنش خشکی در گیاه می‌گردد. در همین راستا احمدی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند علف‌های هرز از جمله عوامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی هستند که برای منابعی همچون رطوبت، عناصر غذایی، نور و فضا به رقابت با گیاهان زراعی می‌پردازند. عبادی و همکاران (۲۰۰۲) کاهش میزان آب نسبی برگ را در اثر تنش خشکی (کمبود آب) گزارش کردند. علفکش تری‌فلورالین از خانواده علفکش‌های بازدارنده تقسیم سلولی می‌باشد که منجر به کاهش طول ریشه‌ها و کوتوله شده ریشه‌ها می-گردد (اشتون و کرافتز، ۱۹۹۳). بنابراین کاهش رطوبت نسبی برگ در تیمار حاوی علفکش تریفلورالین به دور از انتظار نمی‌باشد.



شکل۴-۱۳- اثر تیمارهای کنترل بر رطوبت نسبی برگ

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمار پلاسما بر رطوبت نسبی برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۶). پیش تیمار پلاسما به‌طور معنی‌داری درصد رطوبت نسبی برگ را ۱۲/۵۴ درصد نسبت به

شاهد بدون پیش تیمار کاهش داد (شکل ۴-۱۴). تأثیر مثبت پرایمینگ در افزایش محتوای نسبی آب برگ در گیاهان ذرت (نیسی، ۱۳۹۴) و گندم (سینگ و اوشا، ۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. به نظر می-رسد که علفکش و پلاسما اثر منفی روی گیاهچه و ریشه‌چه داشته‌اند که سبب کاهش دسترسی گیاه به آب شده و در پی آن رطوبت نسبی برگ کاهش یافته است، همچنین بذور هیدروپرایم شده نسبت به سایر تیمارها تولید ریشه‌های بلندتری کرده که این امر منجر به افزایش کارایی ریشه‌ها، جذب آب بیشتر و در نهایت افزایش محتوی نسبی آب برگ گیاه شده است.

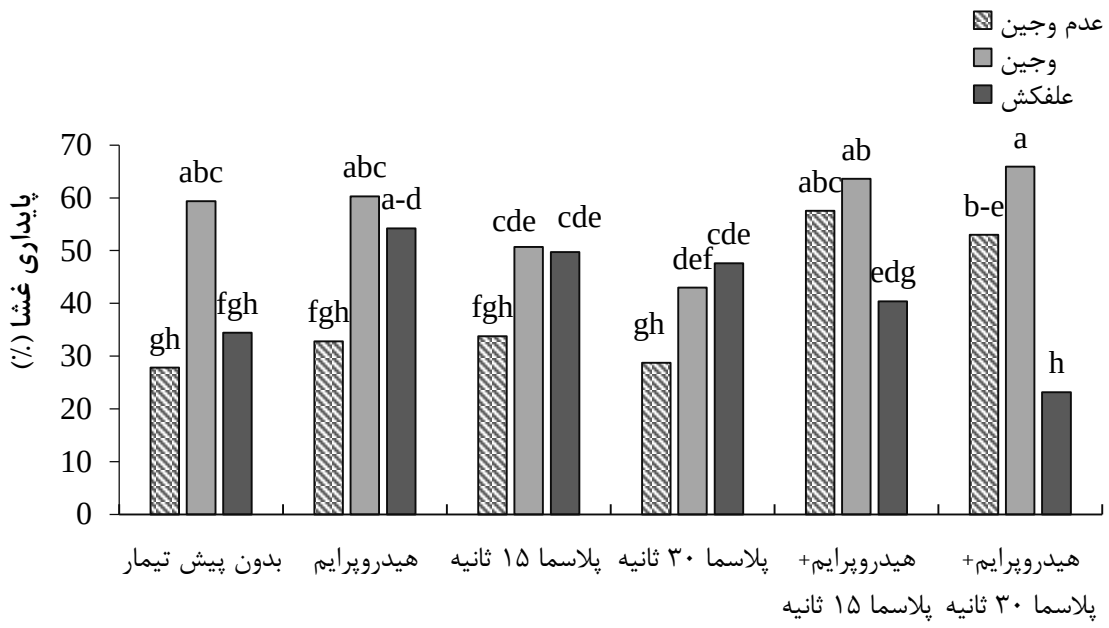


شکل۴-۱۴- تأثیر تیمار پلاسما بر رطوبت نسبی برگ

۴-۴-۲- شاخص پایداری غشاء

طبق نتایج به دست آمده اثرات یک‌جانبه تیمارهای کنترل و پلاسما در سطح احتمال یک درصد بر صفت شاخص پایداری غشاء معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل تیمارهای آزمایش نیز در سطح احتمال یک درصد بر شاخص پایداری غشا معنی‌دار شد (جدول ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان

داد که پایداری غشا در تیمارهای پرایمینگ + سطوح تابش پلاسما در شرایط حضور علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری از تیمارهای هیدروپرایم و شاهد (عدم پیش تیمار) در شرایط حضور علف‌های هرز بیشتر بود. برعکس در تیمارهای مذکور شاخص پایداری غشا در حضور علفکش تریفلورالین کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار هیدروپرایم در حضور علفکش نشان داد (شکل ۴-۱۵). در نتیجه در شرایط حضور علفکش تأثیر پلاسما روی بذور هیدورپرایم شده برای صفت پایداری غشاء مطلوب نبود. به‌عبارتی بذور مرطوب در شرایط علفکش با وجود پلاسما کاهش پایداری غشاء را نشان داد. پایداری غشاء تحت تنش‌های خشکی و شوری کاهش می‌یابد (عبادی و همکاران، ۲۰۰۲). طی پژوهشی بیان شد که بذوری که بعد از ده دقیقه خیس کردن در آب با پلاسما پرتودهی شدند نسبت به بذوری که خیسانده نشده بودند تغییراتی در پوسته و ساختار غشای آن‌ها صورت گرفت (سرا و همکاران، ۲۰۱۰)، در آزمایش دیگری انرژی الکترومغناطیسی روی حبوبات آزمایش شد که این انرژی سبب کاهش سختی پوسته دانه طی جوانه‌زنی شد. مشاهدات نشان می‌دهد که انرژی الکترومغناطیسی روی حبوبات سبب ایجاد خواص حمل و نقلی بیشتری در غشای پلاسمایی سلول می‌شود (آژاونوک و همکاران، ۲۰۰۹)، در نتیجه می‌توان گفت تغییر ساختار پوسته بذر در اثر پرایمینگ و پرتودهی با پلاسما سبب افزایش جذب علفکش گردیده و تأثیر منفی جذب آن را بر غشاهای سلولی افزایش داده است.

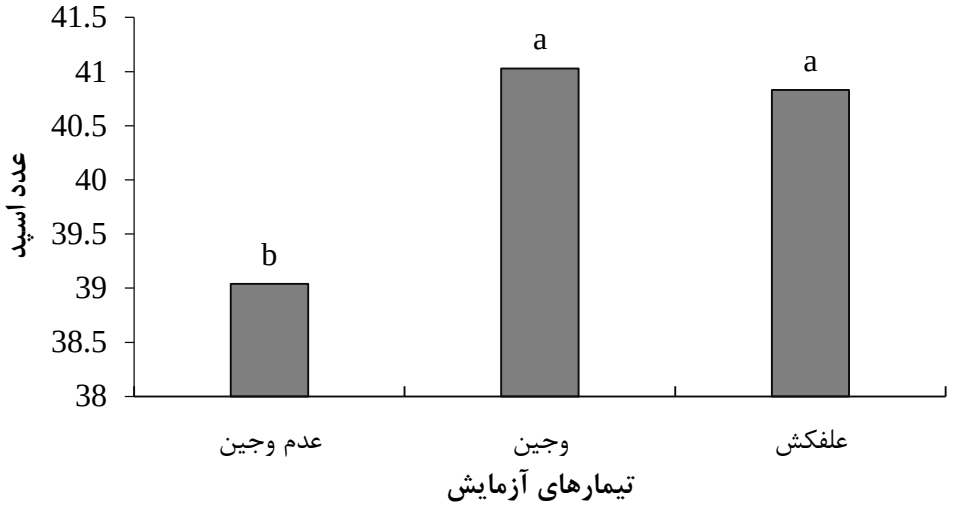


شکل۴-۱۵- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر شاخص پایداری غشاء

۴-۴-۳- محتوای کلروفیل برگ (عدد اسپد)

اثر تیمارهای کنترل در سطح پنج درصد عدد اسپد را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴-۶). اما اثر ساده پلاسما و اثر متقابل تیمارهای پلاسما × کنترل بر این صفت معنی‌داری نبود. طبق مقایسه میانگین تیمارها، عدد اسپد (کلروفیل برگ) در شرایط حضور علف هرز نسبت به وجین و کاربرد علفکش به ترتیب ۴/۸۵ و ۴/۳۴ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد (شکل ۴-۱۶). گزارش شده است که رقابت علف‌های هرز سبب کاهش عدد اسپد در چاودار شد (وربنیکانین و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین، گزارش شده است که افزایش در مدت زمان رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی باعث کاهش میزان کلروفیل برگ گردید اما در مقابل با کنترل علف‌های هرز به تدریج بر مقدار کلروفیل افزوده شد (قمری و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین انور و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که رقابت علف‌های هرز سبب کاهش عدد اسپد در برنج گردید. تیمار وجین توانسته است همانند کاربرد علفکش میزان کلروفیل برگ را افزایش دهد و این موضوع نشان

دهنده‌ی اهمیت وجین در کشت و کار آفتابگردان است. در راستای نتایج این پژوهش، نصیری دهسرخی (۲۰۱۶) نیز گزارش داد که بیشترین محتوای کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی در تیمارهایی مشاهده شد که در آن‌ها وجین تمام فصل علف هرز صورت گرفته بود.



شکل ۴-۱۶- تأثیر تیمارهای کنترل بر محتوای کلروفیل برگ (عدد اسپد)

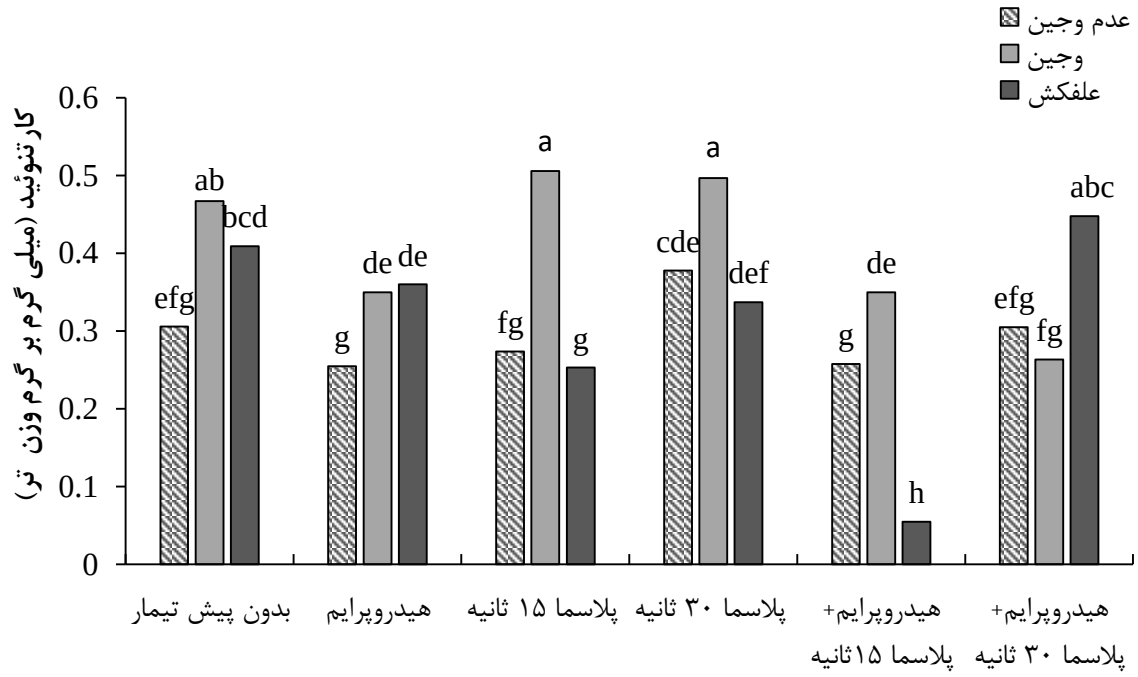
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر صفات فیزیولوژیک آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص پایداری غشاء	رطوبت نسبی برگ	عدد اسپد
تکرار	۲	۲۸۴/۷۰۸ *	۲۳/۹۹۲ ns	۶/۱۹۱ ns
کنترل	۲	۱۷۴۱/۹۴۵**	۱۶۱/۸۳۳*	۲۱/۶۳۶*
پلاسما	۵	۲۵۷/۳۰۴**	۱۰۱/۴۹۴*	۲/۳۰ ns
کنترل× پلاسما	۱۰	۴۳۰/۴۲۵**	۵۶/۱۹۲ ns	۷/۲۴۲ ns
خطا	۳۴	۵۹/۰۷۱	۳۸/۲۴۸	۵/۳۶۷
ضریب تغییرات ٪		۱۶/۷۵	۱۰/۸۵	۵/۷۵

ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۴-۴- کارتنوئید

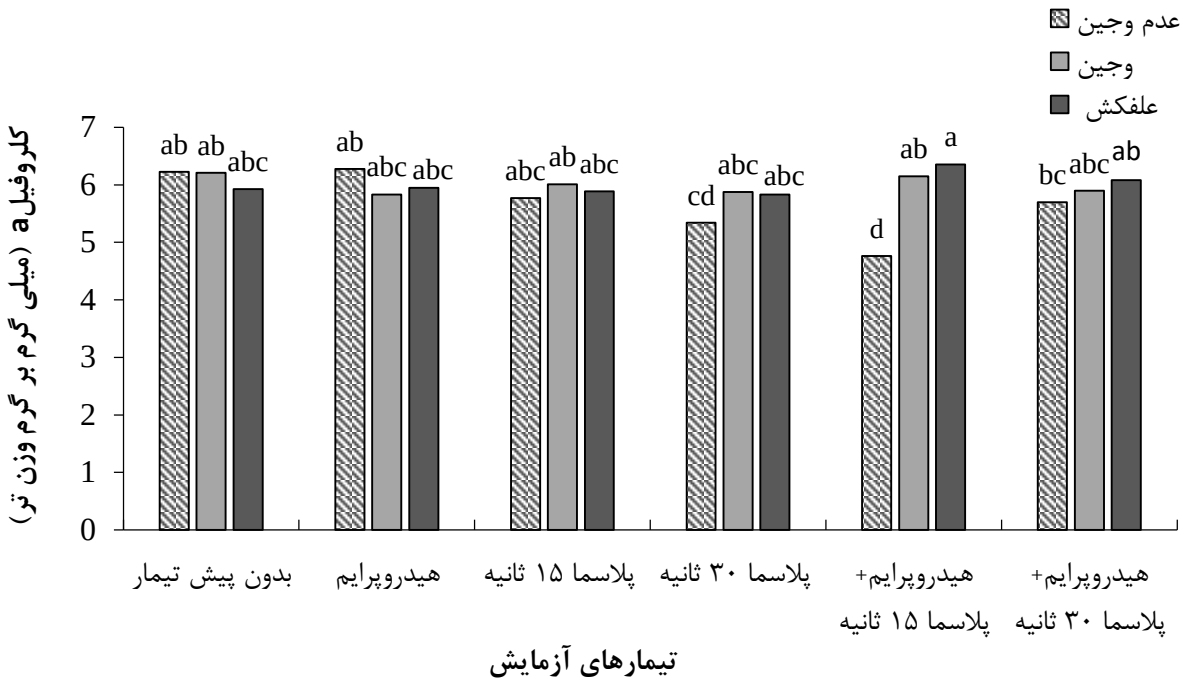
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده و اثرات متقابل تیمارهای کنترل × پلاسما بر کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۷). طبق نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، میزان کارتنوئید در تیمارهای مختلف به استثنای تیمار هیدروپرایم+ پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه، در شرایط وجین نسبت به شرایط عدم وجین افزایش معنی‌داری نشان داد که این افزایش در تیمارهای تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه و تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط وجین نسبت به عدم وجین در همین تیمارها بیشتر بود (شکل ۴-۱۷). نصیری و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که کاربرد علفکش روی بذور هیدروپرایم شده لوبیا نسبت به بذور هیدروپرایم نشده تأثیر منفی بیشتری روی رنگیزه کلروفیل داشت. تحقیقات نشان داده است که پلاسما می‌تواند فعالیت‌های آنزیمی و آنتی اکسیدانی و همچنین رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش دهد (وو و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل۴-۱۷- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان کارتنوئید

۴-۴-۵- کلروفیل a

نتایج نشان داد که اثر ساده تیمار کنترل و اثر متقابل تیمارهای کنترل × پلاسما بر کلروفیل a در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، اما اثرات ساده پلاسما تأثیر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد که میزان کلروفیل a در شرایط کاربرد پلاسما روی بذور خشک به مدت ۳۰ ثانیه و کاربرد پلاسما روی بذور هیدروپرایم شده به مدت ۱۵ ثانیه در حضور علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد پلاسما و عدم هیدروپرایم) در حضور علف‌های هرز کاهش معنی‌داری نشان داد. به عبارتی تیمار پلاسما در حضور علف‌های هرز تأثیر منفی معنی‌دار بر کلروفیل a نسبت به عدم پیش تیمار بذور در حضور علف‌های هرز داشت (شکل ۴-۱۸). گزارش شده است که تنش‌های محیطی سبب کاهش غلظت کلروفیل و هدایت روزنه‌ای ارقام سویا شد و این فرآیند کاهش فتوسنتز سویا را در پی داشت (اوهاشی و همکاران، ۲۰۱۲). سرا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که در دوازدهمین روز کاربرد تابش پلاسما به مدت ۱۲۰۰ ثانیه، طول ریشه‌چه گندم نسبت به شاهد ۵۱/۹۲ درصد کاهش داشته است. به‌نظر می‌رسد تیمار پلاسما از طریق تأثیر بر طول ریشه سبب کاهش دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن شده و میزان کلروفیل را کاهش داده است، از طرفی حضور علف هرز نیز از طریق تخلیه نیتروژن خاک بر کاهش میزان کلروفیل برگ آفتابگردان اثر مضاعف ایجاد کرده است. در همین راستا نصیری دهسرخی (۲۰۱۶) نیز گزارش داد که بیشترین محتوای کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی در تیمارهایی مشاهده شد که در آن‌ها وجین تمام فصل علف‌هرز صورت گرفته بود. میزان کلروفیل در گیاه به قابلیت دسترسی نیتروژن خاک و توانایی جذب نیتروژن توسط گیاه وابسته است پس با کاهش رقابت بین گیاه زراعی و علف هرز میزان نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه زراعی قرار گرفته و کلروفیل برگ افزایش می‌یابد (جانگز چاب و بویج، ۲۰۰۴).



شکل ۴-۱۸- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان کلروفیل a

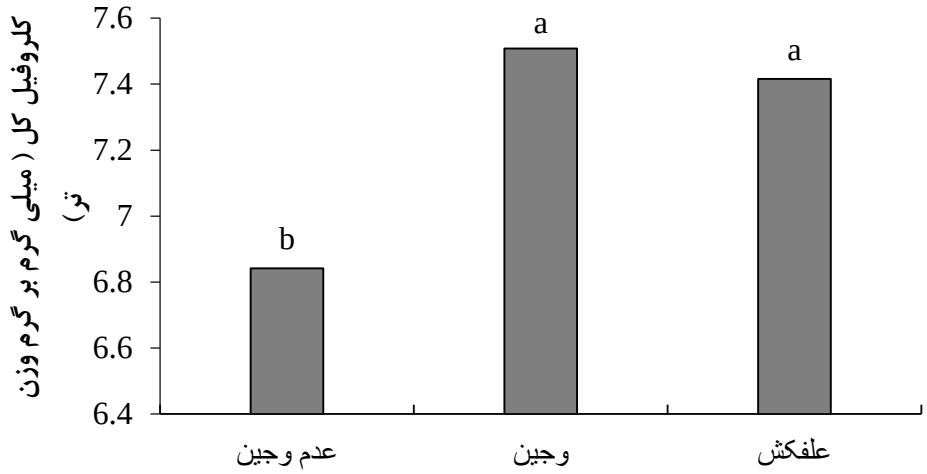
۴-۴-۶- کلروفیل b

همانطور که در جدول ۴-۷ مشاهده می‌شود تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایش بر کلروفیل b معنی‌دار نشد. برخی محققان گزارش کرده اند که در شرایط تنش (مانند تنش علف هرز)، محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد و مقدار کاهش در این صفت بسته به نوع گونه، مدت زمان و سطح تنش متفاوت است (حسنی و امیدبیگی، ۲۰۰۲). در گزارشی دیگر بیان شد که تنش سبب تخریب کلروپلاست-ها و کاهش میزان کلروفیل شد (میسرا و اسریکاستاتوا، ۲۰۰۰).

۴-۲-۷- کلروفیل کل

رنگیزه‌های درون غشای کلروپلاست عمدتاً از دو نوع کلروفیل (a و b) و دو نوع رنگیزه نارنجی و زرد به نام کارتنوئید (کاروتن و گزانتوفیل) تشکیل شده است (سرمدنیا و همکاران، ۱۳۷۲). نتایج تجزیه

واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر ساده تیمارهای کنترل بر کلروفیل کل در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کلروفیل کل در شرایط عدم وجین نسبت به وجین و کاربرد علفکش به‌ترتیب ۸/۸۷ و ۷/۷۴ درصد کاهش یافت (شکل ۴-۱۹). با افزایش مقدار نور و عناصر غذایی به سبب کنترل علف‌های هرز، مقدار کلروفیل که در گیاه وابستگی مستقیمی با جذب نیتروژن دارد، افزایش می‌یابد که این با نتایج گاستل و لیمایر (۲۰۰۲) مطابقت دارد.



شکل ۴-۱۹- تأثیر تیمارهای کنترل بر میزان کلروفیل کل

جدول۴-۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بررنگیزه‌های فتوسنتزی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارتنوئید	کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۲	۰/۰۰۸*	۰/۱۹۸^{ns}	۰/۳۵۳^{ns}	۱/۴۵۳^{ns}
کنترل	۲	۰/۰۶۴**	۰/۶۱۸*	۰/۴۶۷^{ns}	۲/۳۴۵*
پلاسما	۵	۰/۰۳۹**	۰/۲۳۶^{ns}	۰/۲۷۸^{ns}	۰/۸۲۷^{ns}
کنترل× پلاسما	۱۰	۰/۰۲۸**	۰/۴۵۷**	۰/۰۷۸^{ns}	۰/۶۵۳^{ns}
خطا	۳۴	۰/۰۰۲	۰/۱۳۸	۰/۱۶۹	۰/۶۶۹
ضریب تغییرات ٪		۱۲/۸۳	۶/۳۱	۱۹/۴۱	۱۱/۲۷

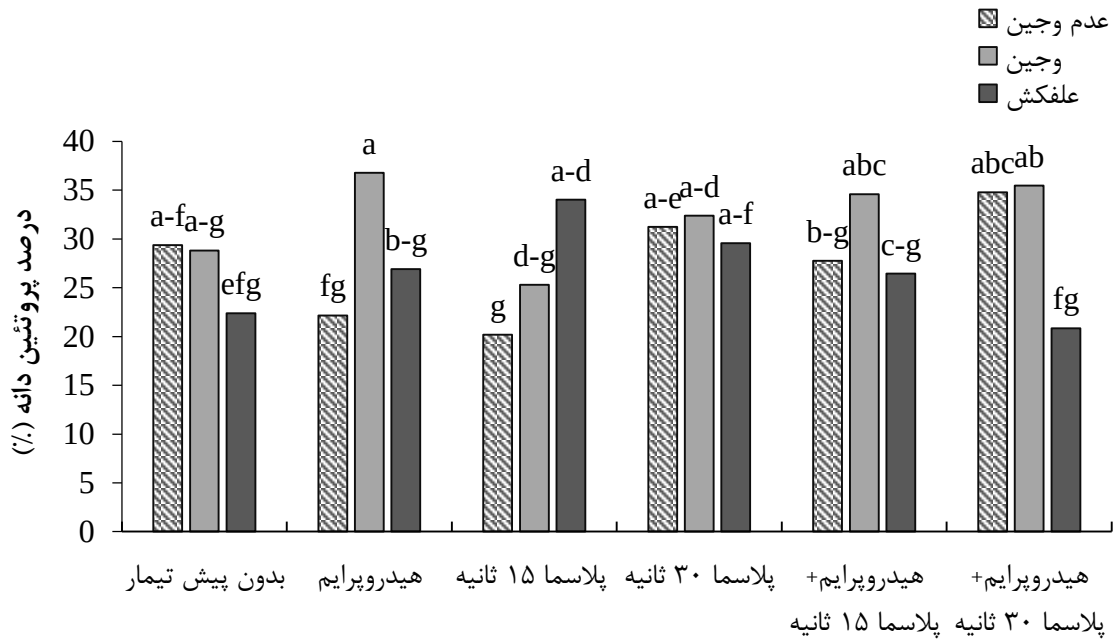
ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۵- صفات کیفی

۴-۵-۱- درصد پروتئین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده کنترل در سطح پنج درصد بر درصد پروتئین مؤثر بود، همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد پروتئین دانه را تحت تأثیر قرار داد، اما اثر ساده تیمار پلاسما بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴-۸). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان می‌دهد، بیشترین درصد پروتئین دانه آفتابگردان در تیمار هیدورپرایم در شرایط وجین مشاهده شد، اما با تیمارهای شاهد (عدم پرایم، عدم پلاسما) در حضور علف هرز، شاهد (عدم پرایم، عدم پلاسما) در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور خشک در شرایط علفکش، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور خشک در شرایط عدم وجین، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور خشک در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور خشک در شرایط علفکش، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ و۳۰ ثانیه روی بذور هیدورپرایم شده در شرایط وجین و عدم وجین در یک گروه آماری قرار داشت، کمترین درصد پروتئین نیز مربوط به تیمار تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور خشک در شرایط عدم وجین بود که با تیمارهای، بدون پیش تیمار در شرایط علفکش، هیدروپرایم در شرایط عدم وجین و علفکش، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط وجین، تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط عدم وجین و علفکش و تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط علفکش در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۴-۲۰). نتایج نشان داد که پیش تیمار پلاسما در تداخل با علف هرز به اندازه علفکش پروتئین دانه تولید کرد. طی آزمایشی در محیط آزمایشگاه گزارش شده است که میزان پروتئین دانه در بذور گیاه سویا که توسط پلاسمای سرد تیمار شده‌اند نسبت به شاهد ۲۵/۸ درصد افزایش داشته است (لینگ و همکاران، ۲۰۱۴). طی یک گزارش، کنترل شیمیایی و دوبار وجین دستی

سبب افزایش میزان پروتئین و روغن در سویا گردید (عبدالحمید و متوالی، ۲۰۰۸). راندهاوا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که عملکرد پروتئین دانه در پاسخ به تراکم بالای علف هرز خرفه‌سا (ویزاخ) دچار کاهش می‌شود که به دلیل کاهش رشد گیاه و محتوای پایین پروتئین دانه ذکر شده است. موحدپور و همکاران (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند که با افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز و کاهش رقابت علف‌های هرز با سویا فضا برای رشد این گیاه زراعی بیشتر شده و فرصت کافی برای سنتز روغن و پروتئین ایجاد می‌شود، بدین صورت عملکرد روغن و پروتئین به شکل معنی‌داری علاوه بر عملکرد دانه افزایش می‌یابد. این محققین علت اُفت عملکرد پروتئین در حضور تراکم و وزن خشک نسبی بالای علف‌های هرز را رقابت بین علف‌های هرز و سویا در جذب نیتروژن از خاک اعلام کردند. به هرحال کیفیت بذور و تغییرات آن تحت تأثیر گیاهان مجاور است، حتی اگر تداخل آن‌ها عملکرد کلی محصول را کاهش ندهد (میلار و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین تأثیر مثبت پرایمینگ در افزایش پروتئین دانه در گیاهان ذرت (نیسی، ۱۳۹۴) و گلرنگ (اشرفی و رزمجو، ۱۳۸۸) نیز گزارش شده است.

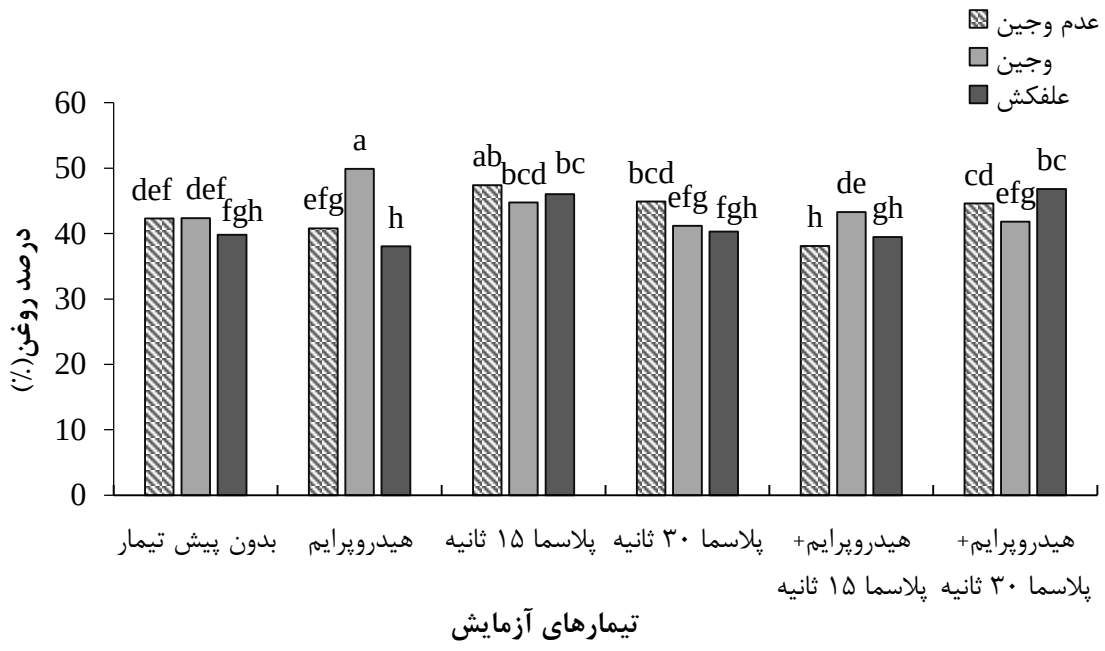


شکل ۴-۲۰- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد پروتئین گیاه

۴-۵-۲ درصد روغن

همانطور که در جدول ۴-۸ نشان داده شده است اثرات ساده کنترل و پلاسما بر درصد روغن مؤثر واقع شد($p\leq$ ۰/۰۱) و اثر متقابل تیمارها نیز در سطح یک درصد بر صفت مذکور معنی‌دار گردید. نتایج بررسی اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کاشت بذور هیدروپرایم شده در شرایط وجین بیشترین درصد روغن را تولید کرد، هرچند این تیمار با تیمار تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه در شرایط عدم وجین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت اما نسبت به شاهد آلوده به علف هرز (عدم پیش تیمار) ۷/۶ درصد افزایش نشان داد. کمترین درصد روغن نیز در تیمار تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط حضور علف هرز و هیدروپرایم در شرایط کاربرد علفکش مشاهده شد که با تیمارهای شاهد(عدم پرایم ، عدم پلاسما) در شرایط علفکش، تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط

علفکش و تابش پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه روی بذور هیدروپرایم شده در شرایط علفکش در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۴-۲۱). اشرفی و رزمجو (۱۳۹۳) گزارش کردند که درصد روغن در بذور هیدروپرایم شده گلرنگ نسبت به بذور هیدروپرایم نشده آن افزایش یافته است. بذور خشکی که با پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه در شرایط وجین پرتودهی شدند نسبت به بذور خشکی که به مدت ۱۵ ثانیه با پلاسما در شرایط وجین تابش داده شده بودند کاهش معنی‌دار درصد روغن را نشان داد.



شکل۴-۲۱- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر درصد روغن

جدول ۴-۸-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر صفات کیفی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد پروتئین	درصد روغن
تکرار	۲	۱/۹۵۴^{ns}	۲۰/۵۹۰ **
کنترل	۲	۱۲۲/۸۱۷*	۲۱/۰۱۱**
پلاسما	۵	۶۶/۶۵۸^{ns}	۳۸/۸۷۶**
کنترل× پلاسما	۱۰	۱۲۱/۱۸۳**	۳۲/۹۴۲**
خطا	۳۴	۲۸/۶۷۹	۲/۶۱۷
ضریب تغییرات٪		۱۸/۱۳	۳/۷۷

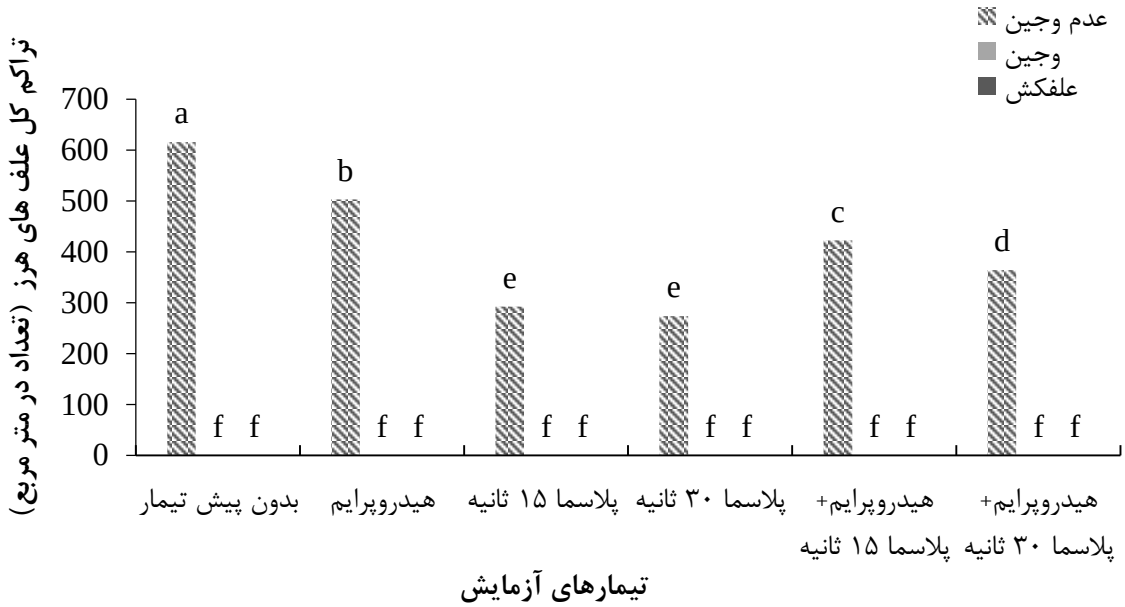
ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

۴-۶- تراکم و وزن خشک علف های هرز

۴-۶-۱-تراکم کل علف‌های هرز

نتایج نشان داد علف هرز غالب مزرعه آزمایشی سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) بود به طوری‌که در تیمارهای عدم وجین تعداد آن به بیش از۵۰۰ بوته در متر مربع نیز می‌رسید. سایر گونه‌های علف هرز از قبیل تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، فرفیون (*Euphorbi sp.*) شلمی (*Rapistrum rugosum*)، کنف‌وحشی (*Hibiscus trionum*) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*) نیز در مزرعه با تراکم اندک وجود داشتند. همان‌طور که نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثرات ساده تیمارهای کنترل و پلاسما در سطح یک درصد بر تراکم علف‌های هرز معنی‌دار شد همچنین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش نیز در سطح یک درصد بر تراکم علف‌های هرز معنی‌دار گردید (جدول ۴-۹). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که کمترین تراکم علف هرز مربوط به تیمار علفکش و وجین تمام فصل بود. همچنین بیشترین تراکم علف هرز در تیمار شاهد در شرایط عدم وجین و سپس هیدورپرایم در شرایط عدم وجین مشاهده شد (شکل ۴-۲۲). تیمارهای تابش پلاسما به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه، پرتودهی بذور هیدروپرایم شده به مدت ۱۵ و ۳۰ ثانیه تراکم علف‌های هرز را

نسبت به شاهد به ترتیب، ۵۲/۵۴، ۵۵/۵۱، ۳۱/۳۶ و ۴۰/۸۴ درصد کاهش داد. در راستای نتایج این پژوهش شاه بیگی و همکاران (۱۳۹۴) نیز اظهار کردند که کمترین تراکم سوروف در تیمارهای وجین و علفکش تریفلورالین مشاهده شد که نزدیک به صفر بود. نتایج پژوهشی نشان داد که علفکش تریفلورالین (۲ لیتر در هکتار) به طور مؤثرتری علف‌های هرز باریک برگ را کنترل کرد، به‌طوری‌که این تیمار توانست به اندازه وجین تمام فصل، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ را کاهش دهد (نصیری دهسرخی، ۲۰۱۶). همچنین، گزارش شده است که علفکش تریفلورالین توانسته است به‌خوبی علف هرز سوروف (علف هرز غالب مزرعه ما) را در مزرعه نخود کنترل نماید (عباسیان و همکاران، ۱۳۹۲). نصیری و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که علفکش تریفلورالین در تلفیق با امواج فراصوت توانست به اندازه وجین تمام فصل، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ را کاهش دهد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد عاری از علف هرز نداشت.

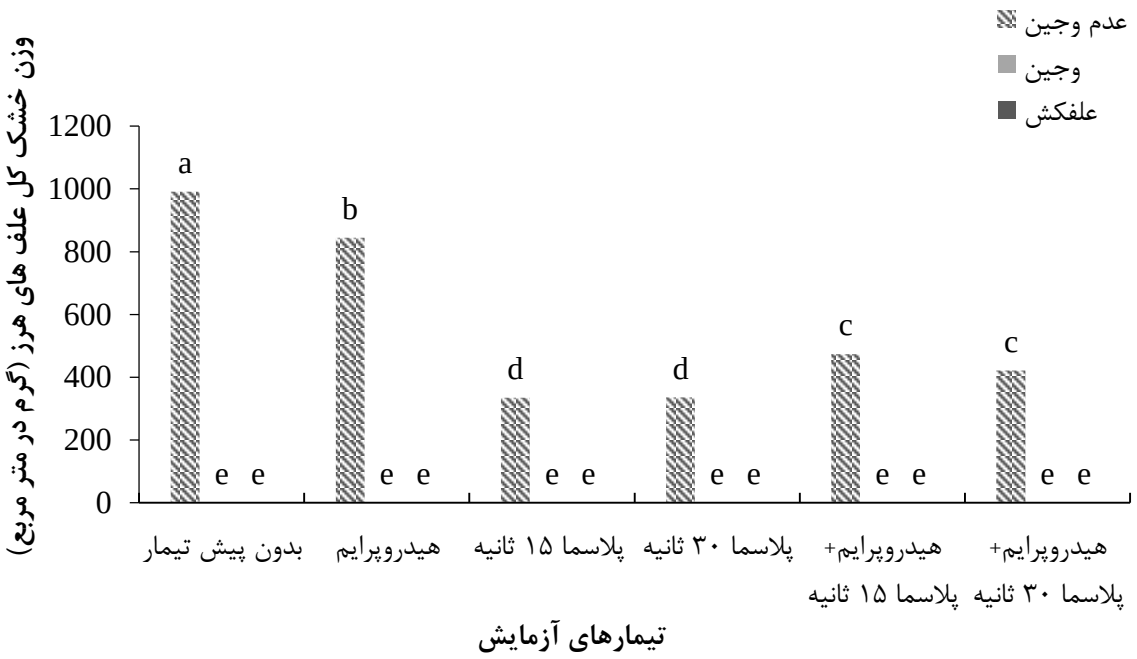


شکل ۴-۲۲- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تراکم کل علف‌های هرز

۴-۶-۲- وزن خشک کل علف‌های هرز

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثرات ساده و اثرات متقابل تیمارهای آزمایش در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). همانطور که در شکل ۴- ۲۳ مشاهده شد، بیشترین وزن خشک علف‌های هرز مربوط به عدم پیش تمیار در شرایط عدم وجین بود. تریفلورالین پر مصرف‌ترین علفکش خانواده دی‌نیتروآنیلین‌ها بوده که تقریباً بذر همه علف‌های هرز باریک برگ و نیز تعداد زیادی از علف‌های هرز پهن برگ را کنترل می‌کند (زند و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد که مکانیسم عمل علف‌کش تریفلورالین، مهار تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها در ناحیه مریستمی ریشه می‌باشد. کاهش تقسیم سلولی باعث کاهش رشد ریشه و به دنبال آن موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی در اثر کاهش جذب و انتقال مواد غذایی می‌شود (کاست و استراکمیر، ۱۹۷۱). مارنکو و لوپز (۱۹۹۴) گزارش دادند علف‌کش تریفلورالین با اختلال در رشد ریشه‌های جانبی، سرعت جابجایی یا جذب سطحی عناصر غذایی ضروری از جمله نیتروژن، فسفات و سولفات را کاهش می‌دهد و باعث ایجاد عدم تعادل در مواد معدنی گیاه می‌شود. تلفیق روش‌های غیر شیمیایی با یکدیگر یا تلفیق آن با علفکش تریفلورالین می‌تواند گامی در جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف علفکش‌ها و حصول عملکرد مطلوب باشد. توانایی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی توسط عوامل رایج مانند: آب، اکسیژن، دما و نور تحت تأثیر قرار می‌گیرند، همچنین تأثیر مثبت عوامل مختلف فیزیکی بر جوانه‌زنی بذر مانند تابش اشعه لیزر، میدان مغناطیسی، فشار کم، تیمار پلاسما، اشعه گاما و اشعه ماوراء بنفش گزارش شده است همچنین بر اساس نظر فردمن (۲۰۰۹) تعامل سلول‌ها با پلاسما ممکن است سبب آسیب به DNA، شکستن دیواره سلول و تحریک سیگنال طبیعی (مثلا تحریک عامل رشد، باز کردن کانال کلسیم و یا تغییر فعالیت آنزیمی در ساختار پروتئین) شود، بنابراین می‌توان انتظار داشت که تیمار تابش پلاسما از طریق تأثیر بر فرایندهای جوانه‌زنی و بهبود وضعیت رشد می‌تواند بر رقابت گیاه آفتابگردان با علف‌های

هرز مؤثر واقع شود. در پژوهشی دیگر که به منظور مقایسه تأثیر علفکش‌های مختلف در کنترل علف‌های هرز پهن برگ لوبیا انجام شد، بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کاربرد علفکش تریفلورالین گزارش گردید (فرجی و امیری، ۱۳۸۹). نصیری و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که تسریع در جوانه‌زنی بذور در اثر پرایمینگ و امواج اولتراسونیک باعث افزایش زیست توده لوبیا چشم بلبلی و قابلیت رقابت آن می‌گردد که در نهایت می‌تواند کاهش بیوماس علف‌های هرز را به دنبال داشته باشد. با توجه به تأثیر مثبت پلاسما و پرایمینگ در افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور، به نظر می‌رسد گیاهانی که زودتر سبز می‌شوند با استفاده بهتر از منابع محیطی از وضعیت رشد بهتری برخوردار شده و می‌توانند قابلیت رقابت بیشتری با علف‌های هرز داشته باشند.



شکل ۴-۲۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر وزن خشک کل علف‌های هرز

جدول ۴-۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم کل	وزن خشک کل
تکرار	۲	۲۹۵/۹۰۷^{ns}	۴۸۷۱/۰۵۶**
کنترل	۲	۱۰۱۷۰۹۱/۱۳۰**	۱۹۲۷۸۰۰/۱۶۷**
پلاسما	۵	۱۷۱۱۴/۳۷۴**	۷۸۸۴۸/۱۶۷**
کنترل× پلاسما	۱۰	۱۷۱۱۴/۳۷۴**	۷۸۸۴۸/۱۶۷**
خطا	۳۴	۶۷۰/۵۳۵	۱۸۴۰/۶۴۴
ضریب تغییرات٪		۱۸/۸۷	۲۲/۷۱

ns غیر معنی داری * و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

نتیجه‌گیری کلی

در بسیاری از صفات مانند تعداد برگ، کلروفیل a ، تعداد دانه در طبق کاربرد پلاسما توانست در شرایط عدم وجین، این صفات را بهبود بخشد که هدف اصلی ما نیز بود. طبق نتایج به‌دست آمده تابش پلاسما به مدت ۳۰ ثانیه روی بذور هیدورپرایم شده در شرایط وجین و همچنین هیدروپرایمینگ در شرایط وجین مناسب‌ترین تیمار برای افزایش و رشد عملکرد آفتابگردان و همچنین بهبود رقابت آن با علف‌های هرز مزرعه بود از طرفی در شرایط عدم وجین پلاسما به مدت ۱۵ ثانیه توانست قابلیت رقابت گیاه با علف هرز را افزایش دهد و از اُفت عملکرد آن در رقابت با علف‌های هرز جلوگیری کند. می‌توان استنباط کرد که استفاده از تابش پلاسما و هیدورپرایمینگ با بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور آفتابگردان موجب سرعت بهره‌مندی گیاه نسبت به علف‌های هرز از منابع موجود در ابتدای فصل شده، همچنین علفکش تریفلورالین نیز موجب کاهش رشد و جوانه‌زنی علف‌های هرز شده است و تلفیق آن با تکنیک تابش پلاسما و هیدروپرایمینگ می‌تواند با کنترل علف‌های هرز مزرعه، سبب فراهم شدن شرایط رشد و عملکرد گیاه آفتابگردان گردد. در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد که بهره‌مندی از تابش پلاسمای سرد و هیدروپرایمینگ بذور در ترکیب با وجین تمام فصل علف‌های هرز و یا کاربرد علفکش، از طریق بهبود

رشد و افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌تواند ضمن کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از کاربرد علفکش‌ها، موجب افزایش عملکرد گیاه نیز شود.

پیشنهادات

۱-برای کنترل علف‌های هرز بهتر است مدیریت تلفیقی اعمال شود.

۲- آزمایش با تابش پلاسما به مدت ۱۰ و ۲۰ ثانیه نیز تکرار شود.

۳- برای تابش پلاسما به مخزن تعبیه گاز احتیاج است که در آزمایش ما گاز آرگون مورد استفاده قرار گرفت پیشنهاد می‌شود با گازهای دیگر مانند نیتروژن نیز آزمایش تکرار شود.

منابع

آذرنیا، م. و عیسوند، ح. ۱۳۹۲. بررسی اثر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود در شرایط دیم و آبی. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۶ (۴): ۱-۱۸.

آلیاری، ه. و شکاری. ف. ۱۳۷۹. زراعت و فیزیولوژی دانه‌های روغنی. انتشارات عمیدی. تبریز. ۱۸۲ صفحه.

آزادبخت، ا.، اسماعیلی، ا. و سوری، ف. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کاربرد کود زیستی فسفات دار و کنترل علف های هرز بر ویژگی های زراعی و عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در کوهدشت لرستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال پنجم. شماره سیزدهم. ۴۹-۶۳.

اشرفی، ا.، رزمجو، خ. ۱۳۸۸. بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمایی گلرنگ تحت تنش خشکی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۱، شماره۱. ۳۴-۴۳.

اشرفی، ا.، رزمجو، خ. ۱۳۹۳. اثر هیدروپرایمنگ بذر و رژیم آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی درصد روغن و پروتئین دانه ارقام مختلف گلرنگ (*Carthamas tinctorius* L.). نشریه زراعت. شماره ۱۰۳، تابستان ۱۳۹۳.

اصغری، ج.، واحدی، ع. و خوش قول، ح. ۱۳۹۰. دوره بحرانی کنترل علف های‌هرز آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) در غرب استان گیلان. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی) دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ۲۵. شماره۲. تابستان ۱۳۹۰.

زرندی، م.، خواجه حسینی، م.، منظری توکلی، ا. و حسینی، م. ۱۳۹۳. تأثیر پرایمینگ و تداخل علف‌های هرز روی عملکرد توده‌های هندوانه بذری (*Citullus Lumatus*). اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات.

زند، ا.، باغستانی، م. ع.، شیمی، پ. و فقیه، ا. ۱۳۸۱. تحلیلی بر مدیریت سموم علفکش در ایران. نشر آموزش کشاورزی. مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی. صفحه ۴۳.

زند، ا.، باغستانی، م. ع.، عطری، ع. و رمضانی، م. ک. ۱۳۸۷. کاهش رویکردهای جدید جهانی در استفاده از علفکش‌ها، الگویی برای مصرف بهینه و مخاطرات علفکش‌ها در ایران. مقالات کلیدی دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۸ تا ۳۰ مرداد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ۶۳-۸۲.

بهداروندی، ب. ۱۳۸۰. بررسی اثرات کنترل مکانیکی و شیمیایی و تلفیق آن‌ها بر کنترل علف‌های هرز کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در شرایط آب و هوایی خوزستان ملاثانی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

پاک مهر، آ.، راستگو، م.، شکاری، ف.، صبا، ج.، وظایفی، م.، زنگانی، ا. ۱۳۹۰. تاثیر پرایمینگ

سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی در مرحله زایشی. نشریه پژوهش های حبوبات ایران. ۲(۱): ۶۴-۵۳.

جودی، م.، شریف‌زاده، ف. ۱۳۸۵. بررسی اثر هیدروپرایمینگ در ارقام جو. مجله بیابان. ۱۱ (۱) : ۱۰۹-۹۹.

حجازی، ا.، رحیمیان مشهدی، ح.، ترکمانی، ع. و شاهوردی، م. ۱۳۷۹. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در آفتابگردان. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه بابلسر. ص ۵۷۲.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۹. گیاهان صنعتی. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

صحبت‌زاده، ف.، حسین‌زاده، ا.، میرزانژاد، س.، حاجی احمدی، س.، طالب‌زاده، م. و قاسمی، م. ۱۳۹۰. مقاله نامه کنفرانس فیزیک ایران فیزیک پلاسما، ۴۸۹- ۴۹۲.

سالمی‌نسب، م.، قلی پور، م.، مکاریان، ح. آریانی محمدی، ح. ۱۳۹۴. تاثیر فراصوت، پرایمینگ و دما بر جوانه زنی ذرت. نخستین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در علوم زیستی و کشاورزی. ۳۱ اردیبهشت ماه، دانشگاه شهید بهشتی تهران. ۱-۶.

سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، صفحات ۱۶۹-۱۵۷.

شاه‌بیکی، م.، مکاریان، ح.، عباس دخت، ح. و نصیری دهسرخی، ع. ۱۳۹۴. اثر دگر آسیبی بقایای گندم و جو بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی لوبیا چشم بلبلی و کنترل علفهای‌هرز .دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهشهای محیط زیست و کشاورزی ایران.

طلوعی، م.، یوسفی، ع.، پوریوسف، م.، صبا، ج. و لطیفی، ص. ۱۳۹۵. کاربرد تلفیقی مالچ زنده و بستر کهنه در مدیریت علفهای هرز ذرت (*Zea mays* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۶. شماره ۱. بهار ۱۳۹۵.

عباسی، ر.، علیزاده، ح.، زینالی خانقاه، ح. و طالبی جهرمی، خ. ۱۳۸۹. تأثیر تلفیق روش‌های گیاهی کنترل مکانیکی با علفکش‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه کرج. مجله علوم گیایی زراعی ایران. ۴۱(۲)، ۳۰۳- ۲۹۱.

عباسپور، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۳. دوره بحرانی کنترل علفهای هرز ذرت در شرایط مشهد. پژوهش‌های زراعی ایران. جلد۲. شماره ۲. صفحه ۱۹۴-۱۸۲.

عباسیان، ع.، راشد محصل، م. ح.، نظامی، ا.، ایزدی دربندی، ا. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف علف کش های ایمازتاپیر و تریفلورالین بر ترکیب و تنوع گونه ای علف های هرز نخود. پنجمین همایش علوم علف های هرز ایران. ۵۶۲-۵۶۷.

عرشی، ی. ۱۳۷۶. علوم و تکنولوژی آفتابگردان، (ترجمه)، نشر اداره کل پسته و دانه‌های روغنی ایران.

فرهادی افشار، ح. ر.، شیرازی، م. ح. و نجفی، ا. ۱۳۸۷. مطالعه اثرات هیبرید، علف‌های هرز و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی هرمزگان. یافته های نوین کشاورزی. جلد۳. شماره ۲. صفحه. ۱۶۷-۱۵۶.

فرجی، ه. و امیری، خ. ۱۳۸۹. مقایسه علفکش‌های شیمیایی مختلف در کنترل علف‌های هرز پهن برگ زراعت لوبیا در یاسوج، استان کهگیلویه و بویراحمد. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۲): ۱۲۳-۱۳۰.

فریدونی، ن.، رفیعی، م. و خورگامی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر آرایش کاشت، کاربرد کود نیتروژن و تداخل علف هرز بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال۲، شماره۲. ۹۹-۸۵.

قمری، ح. و احمدوند، گ.۱۳۹۱. اثر رقابت علف‌های هرز بر پروتئین بذر، هدایت الکتریکی بذر و کلروفیل نسبی برگ در لوبیا. نشریه زراعت. شماره ۱۰۷. تابستان ۱۳۹۴.

قنبری، ع. ا. طاهری مازندرانی، م. ۱۳۹۲. اثر آرایش کاشت و کنترل علف های هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا قرمز رقم اختر. نهال و بذر. ۱۹(۱): ۴۷-۳۷.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، تبریزی، ل.، عزیزی، گ.، و جهان، م. ۱۳۸۵. ارزیابی تنوع گونه-ای کارکردی و ساختار علف‌های هرز مزارع گندم و چغندر قند استان‌های مختلف کشور. مجله پژوهش-های زراعی ایران، جلد ۴، شماره۱، صفحه ۱۲۹-۱۰۵.

کوچکی. ع. ۱۳۸۷. زراعت نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

لطیفی، ص.، یوسفی، ع. و جمشیدی، خ. ۱۳۹۴. اثر کاربرد مالچ زنده بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و کنترل علف‌های هرز. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۵. شماره ۲. تابستان ۱۳۹۴.

محمددوست چمن آباد، ح. ر. و اصغری، ع. ۱۳۸۸. تأثیر تناوب زراعی، کاربرد کود شیمیایی و علفکش بر کنترل علف‌های هرز چاودار زمستانه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال سیزدهم، شماره چهل و هفتم (ب). ۶۰۹-۶۰۱.

مرادبیگی، ه. و خارا، ج. ۱۳۹۰. اثرات سمیت تریفلورالین بر روی برخی پارامترهای رشدی و همزیستی ریشه در گیاهان آفتابگردان همزیست با قارچ میکوریزای (*Glomus etunicatum*). مقالات کامل همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. ارومیه. دوم مرداد ماه. ۱۳۲۳-۱۳۲۸.

مرادی، ع. ر.، راشد محصل، م. ح. و پارسا، م. ۱۳۸۸. ارزیابی کارآیی علفکش‌های ایمازاتاپیر، اکسی فلورفن، ترفلان، پندی متالین و وجین دستی روی عملکرد نخود رقم ILC482 در منطقه مشهد. مجموعه مقالات سومین همایش علوم علفهای هرز ایران. جلد ۲. بابلسر. ۴۵۸-۴۶۰.

مرادی، ع. و عباس دخت، ح. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گیاه ذرت متأثر از هیدروترمال پرایمینگ بذر. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی.، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

مسائلی، ا.، برهانی، ص.، ۱۳۸۵. بررسی اثر پلاسمای سرد و کم فشار بر خواص رطوبتی پارچه پلی استر. مجله علوم و تکنولوژی پلی‌مر سال بیستم. شماره ۲، ۱۵۵- ۱۶۳.

مسرت، ن.، سیادت، ع.، شرفی‌زاده، م.، حبیبی خانیانی، ب. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بر جوانه و رشد گیاهچه ذرت هیبرید SC704 در شرایط تنش شوی و خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال پنجم، شماره پانزدهم. ۲۵-۱۳.

مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

موحد پور، ف.، دباغ محمدی نسب، ع.، شکیبا، م. ح.، اهری زاد، س.، صفری قلعه، س. احمدی، ا. ۱۳۹۰. استفاده از مدلهای تجربی جهت ارزیابی افت عملکرد سویا در روش های مختلف کنترل علف های هرز. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱(۲): ۱۱۶-۱۰۳.

موسوی، س. ک. ۱۳۸۹. کنترل شیمیایی علف‌های هرز کشت زمستانه نخود (*Cicer aretinum* L.) در استان لرستان. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۲): ۱۳۱-۱۴۲.

موسوی، م. ر. ۱۳۸۱. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، اصول و روش‌ها .نشر میعاد.

مهدی‌زاده ، ا.، ابوطالبیان، م. ع.، حمزه یی، ج.، احمدوند، گ. و قمری رحیم، ن. ۱۳۹۰. تأثیر پرایم کردن بذر در مزرعه بر تراکم علف‌های هرز ذرت در همدان. چهارمین همایش علوم علف‌های هرز ایران. ۹۳۱-۹۲۹.

میرشکاری، ب.، دباغ محمدی، ع. و پوریوسف، م. ۱۳۸۶. تعیین آستانه اقتصادی خسارت علف هرز تاج خروس ریشه قرمز(*Amaranthus retroflexus* L.) در مزرعه لوبیا سبز (*Phaseolus Vulgaris* L.). مجله دانش نوین کشاورزی- سال سوم، شماره ۶، بهار ۱۳۸۶.

میرشکاری، ب.، حسین‌زاده بقلی، ا. ه. و شاهرخی خانقاه. ش. ۱۳۸۷. اثر دوره‌های مختلف رقابت علف‌های هرزبر عملکرد آفتابگردان رقم آلستار. مجلهپژوهش در علوم زراعی، سال اول، شماره ۲. زمستان ۱۳۸۷.

میرشکاری، م. ۱۳۸۶. تأثیر تداخل زمانی علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.). مجله دانش نوین کشاورزی. ۴(۱۱): ۸۱-۷۱.

نصیری دهسرخی، ع.، مکاریان، ح.، قلی پور، م. و عباس دخت، ح. ۱۳۹۴. تأثیر امواج اولتراسونیک و پرایمینگ بذر بر میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*) در

شرایط رقابت با علف‌های هرز، نخستین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در علوم زیستی و کشاورزی، تهران، دانشگاه زابل.

نصیری دهسرخی، ع.، مکاریان، ح.، و نیسی، ع. ۱۳۹۴. تأثیر پرایمینگ بذر و امواج اولتراسونیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) در شرایط کاربرد علفکش تریفلورالین. نخستین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در علوم زیستی و کشاورزی. اردیبهشت ماه، دانشگاه شهید بهشتی.

نصیری دهسرخی،ع. ۱۳۹۴. تأثیر امواج اولتراسونیک، پرامینگ بذر و کاربرد علفکش بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) و کنترل علف‌های هرز. پایان نامه کارشناسی ارشد از دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود.

نیسی، ع. ۱۳۹۴. تاثیر مدیریت خاکورزی همراه با پیش تیمار بذری سالسیلیک اسید بر خصوصیات زراعی و عملکرد ذرت در شرایط همزیستی میکوریزایی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود.

نیسی، ع.، غلامی، ا.، نصیری دهسرخی، ع. ۱۳۹۴. تاثیر پیش تیمار بذر توسط سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه ذرت (*Zea Mayz* L.). نخستین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در علوم زیستی و کشاورزی. اردیبهشت ماه، دانشگاه شهید بهشتی.

نوروززاده، ش.، راشدمحصل، م. ح.، نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع. و عباس‌پور، م. ۱۳۸۷. ارزیابی تنوع گونه‌ای، کارکردی و ساختار جوامع علف‌های هرز مزارع گندم در استان‌های خراسان شمالی، جنوبی و رضوی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲):۴۷۱-۴۸۵.

وثوق‌پور، ا.، مدندوست، م. و مهاجری، ف. ۱۳۸۹. بررسی کنترل مکانیکی بر علف‌های هرز کنجد زراعی.

هدایتی پور، ا.، لک، م. ح. و مصطفوی راد، م. ۱۳۹۲. اثر علفکش‌های تریفلورالین و اتالفلورالین و ادوات خاکورزی بر علف‌های هرز، عملکرد و برخی صفات زراعی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۱، صفحه: ۹۹-۸۷.

یدوی، ع.، قلاوند، ا.، آقاعلیخانی، م. و زند، ا. ۱۳۸۵. تأثیر آرایش فضایی کانوپی ذرت بر شاخص‌های رشد علف هرز تاج خروس ریشه قرمز در اصفهان. نهمین کنگره علوم زراعت واصلاح نباتات ایران، تهران .ص ۴۸۴.

یدوی، ع.، آقاعلیخانی، م.، قلاوند، ا.، و زند، ا. ۱۳۸۵. اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و شاخص‌های رشد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) تحت رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retoflexus* L.). پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۶(۳): ۴۶-۳۱.

یوسفی، ع. و بش، ز. ۱۳۹۳. ارزیابی واکنش آفتابگردان به تداخل علف‌های هرز در شرایط کم آبیاری. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۸. شماره۲. ۱۳۹۳.

Abbasdokht, H. 2011. The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert, 16: 61-68.

Abbasdokht, H. 2011. The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert. 16: 61-68.

Abbasdokht, H., and Edalatpisheh, M. R. 2013. The effect of priming and salinity on physiological and chemical characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert. 17: 183-192.

Abbasdokht, H., Makarian, H., Ahmadisharaf, H., Gholami, A., and Rahimi, M. 2013. The study of integrated weed management (IWM), emphasizing the effect of seed priming on yield and yield components of maize (*Zea mayz* L.). Weed Sci. J. 2: 63-76.

Abdelhamid, M. T., El-Metwally, I. M. 2008. Growth, nodulation, and yield of soybean and associated weeds as affected by weed management. Planta Daninha 26: 855-863.

Afzal, I., Ahmad, N., Basra, S. M. A., Ahmad, R., and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays L.*). Pak. J. Agri. Science. 39: 109-112.

Afzal, I., Ahmad, N., Basra, S. M. A., Hameed, A., and Farooq, M. 2006. Physiological enhancements for alleviation of salt stress in Wheat, Pakistan Journal Bot. 38(5):1649-1659.

Ahmadi, A., Bazgir, E. and Mousavi, S. K. 2008. Sowing date and crop density effects on weed interference in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Lorestan province. Proceeding of the 2nd National Weed Sci. Congress. (Vol. 1: Weed Management and Herbicides). 29-30 Jan. Mashhad. p: 15-18.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2012. Osmo and hydro priming improvement germination characteristics and enzyme activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 8 (4): 253-261.

Anwar, P., Juraimi, A.S., Puteh, A., Selamat, A., Man, A. and Hakim, A. 2001. Seeding method and rate influence on weed suppression in aerobic rice. African Journal of Biotechnology. Vol, 10, pp: 15259-15271.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment ashotgum ashotgum approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advan. Agronomy. 88,271-223.

Aguyoh, J., and N. J. B. Masiunas. 2003. Interfrence of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) with snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 51:202-207.

Artola, A., Carrillo-Castaneda G. and Santos, G. D. 2003. Hydropriming: a straregy to increase Lotus corniculatus L. seed vigor. Seed Science and Technology. 31: 455-463.

Auskarniene, O., Psibisauskiene, G., Auskalnis, A. and kadzys, A. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. Zemdirbyste Agricult.

Azharonok, V. V., Goncharik, S. V., Filatova, I. I., Shik, A. S. and Antonyuk, A. S. 2009. The Effect of the High Frequency Electromagnetic Treatment of the Sowing Material for Legumeson Their Sowing Quality and Productivity. Surface Engineering And applied Electrochemistry Vol. 45 No. 4 2009.

Bárdos, L., Baránková, H.2010. Cold atmospheric plasma: Sources, processes, and applications. Thin solid films, 518, 6705–6713. 2010.
Bamgboye, A. and Adejumo, A. 2007. Development of a Sunflower Oil Expeller. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript EE 06 015. Vol IX.
Bastawesy, F. I., EL-Bially, M. E., Gaweesh, S. S. M. and EL-Din, M.S. 1991. Effect of selectedherbicides on growth and yield components of rape seed (*B. napus*) plants and associated weeds. Egyption Journal of Agronomy. Special issue, 1-8.
Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of presowing heat stress on cottonseed. Seed Science and Tecnology 32:765-774.
Bauman, D. T. 2001. Competitive suppression of weeds in a leek-celery intercropping system. Ph.D. Thesis.Wageningen Agricultural University. The Netherlands.
Bean, B., and T. Gerik, 2000. Evaluating corn, row spacing and plant density in the Texas panhandle A. and M.university system. SCS-2000-28. 1-11.
Blackshaw, R. E., lemerle, D., Mailer, R. and Young, K. R. 2002. Influence of wild radish on yield and quality of canola. Weed Science. 50: 344-349.
Blackshaw, R. E., Molnar, L. J., Muendel Aindon, H. H., X.Gjuli, GS. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improve weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technol.

Blackshaw, R. E., O'Donovan, J. T., Harker, K. N., Clayton, G. W., and Stougaard, R. N. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biology and Management. 6: 10-17.

Bradford, K. j. 1995. Water relations in seed germination. In: Seed development and germination (J. Kigel and G. Galili, Eda.). pp. 351-396. Marcel dekkerince. New York.
Buhler, D. D., D. Dell, T. Proost and Visocky, R. (1995). Integration mechanical weeking with reduced herbicide use in conservation tillage corn production systems. Agronomy Journal. 87:507- 512.

Bayyat, S., Sepehry, S. H., abianeh, Z. and Abdollahi, M. 2010. Effect of salicylic Acid andBioelectromagnetics, 223- 214, 28.congress. Shahid Beheshti University. Tehran. July 24-26. (In Persian

Caamal-Maldonado, J. A., Jimenez-Osornio, J. J., Torres-Barragan. A., Anaya, A. L. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. J of Agron. 93: 27-36.

Campbell, M.L. 2010. UCIPM online. 3443.Dogan, M.N, Boz, O.Unay. (2005). J. Agronomy 4: 44-48.

L. Cernakova, P. Stahel, C. Kovacik, K. Johansson, M. 2006. Cernak in: proceedings of the9th TAPPI advanced coating fundamentals symposium, turku, finland, February 8th–10th pp. 7–17 .2006.

Chi, L. H., Wu, Z. H., Bian, S. F. and Xu, K. Z. 2007. Effects of plasma treatment on maize seeding resistance. J Maize Science. 15: 111–113.

Chikoy, D., U. E. Udensi and S. Ogunyemi. 2005. Integrated management of cogongrass (*Imperata cylindrical* L.) in corn using tillage, glyphosate, cultivar and cover cropping. Agronomy Journal. 97: 1164-1171.
Chojnowski, F. C. and Come, D. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed science research. 7: 323- 331.
Cooper, J. and Dobson, H. 2007. The benefit of pesticide to mankind and the environment. Crop Production. 26: 1337-1348.
Cupples, A. M., Sima, G. K., Hultgren, R. P. and Hart, S. E., 2000. Effect of soil conditions on the dissipation of coransulam-methyl. Journal of Environmental Quality. 29, 786-794.
Dalling, M. J. 1992. Developments of crop resistant to herbicides. Proceeding of International Weed Control Congress. Melbourne, Australia, Vol. I. pp. 320-324.
Datta, A. Sindel, B.M. Jessop, R.S. Kristiansen, P. and Felton, W.L. 2007. Phytotoxic response and yield of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes with pre-emergence application of isoxaflutole. Aust. J. Exp. Agric. 47: 1460-1467.
Davison, P. A., Taylor, R. M., Bray, C. M. 1991. Changes in ribosomal RNA integrity in leek (*Allium Porrum* L.) seeds during osmopriming and drying-back treatments. Seed science research. 1: 37-44.
Decontamination, Medicine and Food Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology, Springer pp. 469–480.
Demir Kaya, M., Okeu. G., Atak, M. A. and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments. Seed science research. 1: 37-44.
Dhayal, M. Lee, S-Y. and Park, S-U.2006. Vacuum, 80: 499–506.
Dubinov, A., Lazarenko, E., and Selemir, V. 2000. IEEE Trans. Plasma Science., 20: 180-183.
Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEGand K3PO4 on germination and seedling growth in Lettuce. Pakistan J of Biol Sci. 9(5): 923-928.

Eaton BJ, Russ OG and Feltner KC, 1976. Competition of velvetleaf, prickly side and Venice mallow in soybean. Weed Science, 24: 224-228.
Eberlein, C. V., Patterson, P. E., Guttiri, M. J. and Stark, J. C. 1997. Efficacy and economics of cultivation for weed control in potato (*Solanum tuberosum*)Weed techno logy. 11: 257- 264.
Ebrahimi, F., Majnoun Hossieni, N., Hossirni, M, B., (2012). The effect of extracts of medicinal plants weed control (*Amaranthus retroflexus* L.) and (*Chenopodium album* **L.)** in beans. Iranian Journal of Field Crop Science 4: 757-765. (In Persian with English summary).
Edward, W. M. 1980. Effects of weed density, herbicide antidots and soil adsorption on herbicide bioactivity. Weed Technology. 10:554-559.
Eisvand, H. R., Alizadeh, M. and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and non- aged seeds of bromegrass affects seedling physiological characters. Journal of New Seeds11:52-64.
Eskandari, H. 2013. Effects of priming technique on seed germination properties, emergence and field performance of crops: A review. International journal of Agronomy and Plant Production. 4(3): 454-458.

Evans, S. P., Knesvic, S. Z., Lindquist, J. L. and Shapiro, C. A. 2003. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. Weed Sci. 51: 546- 556.
FAOSTAT Agriculture Data, 2011. Retrieved August 3, 2013.http://faostat.fao.org.
Farooq, M., Basra, S. M. A., Warraich, E. A. and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science Technology. 34: 507-512.
Fernandez, A., and Thompson, A. 2011. The inactivation of salmonella by cold atmospheric plasma treatment. Food research international, 45: 678–684.
Fernandez-Gutierrez, S. A., Pedrow, P. D., Pitts, M. J. and Powers J. 2010. Cold atmospheric- pressure plasmas applied to active packaging of apples. IEEE transactions on plasma science, VOL. 38, NO. 4.
Filatova, V., Azharonok, M., Kadyrov, V., Beljavsky, A., Gvozdov, A., Shik, A. 2011. The Effect Of Plasma Treatment Of Seeds Of Some Grain And Legumes On Their Sowing Quality And Productivity. Received January 24, 2011.
Filatova, I., Azharonok, V., Shik, A., Antoniuk, A. and Terletskaya, N. 2012. Plasma for Bio.
Filatova, I., Azharonok, V., Lushkevich, V., Zhukovsky, A., Spasić, K., Živković, S., Puač, N., Lazović, S., Malović, G. and Petrović, Z. Lj. 2013. Abstr. 31st ICPIG, July 14–19, 2013, Granada, Spain PS4-105; http://icpig2013.net/papers/127_2. pdf.
Finch-Savage, W. E., K. C. Dent., and L. J. Clark. 2004. Soak conditions temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming core – sowing seed soak. Field Crops Research. 90: 361-374.
Gardner, P., Brent Pearce, R. & Mitchell, R. L. 1999. Physiology of crop plants. Jahad Mashhad University Press.
Gastal, F., and Lemaire, G. 2002. N uptake and distribution in crops: An agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Theoreti19cal Biology*. 53: 789-799.

Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-Jeddi, A., Nasrollahzadeh, S., and Moghaddam, M. 2010 b. Effects of hydro-priming duration on seedling vigour and grain yield of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, Notylae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(1): 109-113.
Gordeev, Yu. A. and Yuldashev, R. Z. 2011. Vestn. Tadzhik. Tekhn. Univ., 15, No. 3: 56–61.
Goodarzi, A. B., Fathi, G. H. and Golabi, M. 2006. Evaluation the effect of mixing double-purpose herbicides with surfactant in comparison with single-purpose herbicides on weed control in wheat. In: proceedings of the 2nd national weed science, 29 & 30 January, Mashhad, Iran.1:348-353.
Gupta, R. K., and Prakash, S. 1992. The efect of seed moisture content on the physical properties of JSF-1 safflower. Journal of Oilseeds Research, 9, 209-216.
Gupta, R. K., Arora, G. and Sharma, R. 2007. Aerodynamic properties of sunflower seed (*Helianthus annuus* L.). Journal of Food.
Hall, J. C., Vaneerd, L. L., Miller, S. D., Owen, M. D. K., Prather, T. S., Shaner, D. L., Singh, M., Vaughn, K.C., and Weller, S.C. 2000. Future research direction for weed science, Weed Technology. 14: 647-658.

Harris, D. 1991. Seedbeds and crop establishment. In Proceedings of the Second Annual Research Programme.
Harris, D., Pathan A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, w. And Nyamudeza, p. 2001. On- farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agriculture. System. 69: 151-164.
Harris, D., Rashid, A., Ali, S. and Hollington, P. A. 2004. On-farm. Seed priming with maize in Pakistan. In proccedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for the New Millennium.
Harris, D., and Mottram, A. 2004. Practical hydration of seed of tropical crops:on-farm' seed priming. In "Seed Science and Technology: Trends andAdvances", ed. A.S. Basra. The Howarth Press.
Harris, T. D. 2006. Development and testing of on-farm seed priming. Advances in Agronomy. 90: 129-178.
Harris, D. 2012. An Old Technique – A Bucket of Water - Increases Crop Yields. <www.dfid-psp.org> d.harris@bangor.ac.uk .
Hassani A., and Omidbaigi R. 2002. Effect of water stress on some morphological, physiological and metabolic characteristics of basil. Agricultural Science, 12(3): 47-59 (in Persian).
Hartwig, N. L., and Ammon, H. U. 2002. 50th Anniversary-invited article cover crops and living mulches. Weed Science. 50: 688-699.
Heap, I. 2008. International survey of herbicide resistance weeds. Online Internet. 20 April 2001. http://www. weedscience. com.
Hes, D. and Bayer, D. 1984. The effect of trifluralin on the ultrastructure of dividing cells of the root meristems of cotton (*Gossypium hirsutum L*.) (Acala 4-42). J Cell Science.15: 429-411.
Hiltbrunner, J., Jeanneret, P., Liedgens, M., Stamp, P. and Streit, B. 2007. Response of weed communities to legume living mulches in winter wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 193: 93-102.
Howarth, C. J., Weltzien Ratunde, E., Bidinger, F. R., and Harris, D. 1997. Seedling survival of abiotic stress: Sorghum and pearl millet. In Proceeding of the International Conference on Genetic Improvement Of Sorghum and Pearl Millet, pp. 379.399. ICRISA/ INTSORMIL, September 22.27, 1996, Lubbock, Texas.
Izadan H. 1996. Application of Plasma in Textile Industry, MSc Seminar, Textile Department, Isfahan University of Technology.
Jaap, G. V. P., Groot, S. P. C., Kraak, H. L., Bergervoet, J. H. V., Bino, R. J. 1996. Effects of pre-storage hydration treatments on germination performance, moisture content, DNA synthesis and controlled deterioration tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*.) seeds. Seed science research. 6: 57-63.
Jongschaap, R.E.E. and Booij, R. 2004 . Spectral measurements at different spatial scales in potato: Relating leaf, plant and canopy nitrogen status. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information, 5: 205-218.
Jiang, J. F., Lu, Y. F., Li, J. G., Li, L., He, X., Shao, H. L. and Dong, Y. H. 2014. Effect of seed treatment by cold plasma on the resistance of tomato to Ralstonia solanacearum (bacterial wilt). Plos one 9: 1–6.

Kalinin, N. G., Boshkova, I. L., Panchenko, G.I. and Kolomiichuk, S.G. 2005. Effect of Low Frequency and High-Frequency Electromagnetic Field on Seeds, Biofizika. vol. 50, issue 2, pp. 361–365.

Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-87.

Khajeh pour, M. R. 2008. Industrial plants. Jahad daneshgahi, Esfahan industrial branch. 571pp. (In Persian).

Khajepour, M. R. 1990. Industrial Crops. Isfahan University of Technology Press, Isfahan, Iran.

Khan, R. U. and Mumtaz, N. A. 1995. Performance of Treflan, a pre-plant applied herbicide.

Koehler, K. H., Voigt, B., Spittler, H. and Schelenz, M. 1997. Biochemical events after priming and priming of seeds. In Ellis, R. H., Black, M., Murdoch, A. J. and Hong, T. D. (eds). Basic and Applied Aspects of seed Biology. Proc. 5th Int. Workshop on Seeds, Reading, pp. 531-536.

Kudsk, P. and Streibig, J.C., 2003. Herbicide, a two-edgeds word. Journal of Weed Research. 43, 90-102.

Kust, C. A. and Struckmeyer, B. E. 1971. Effects of trifluralin on growth, nodulation, and anatomy of soybeans. Weed Science.19:147-152.

Kutnzova, G. P., and Truzina, A. A. 1990. Chemical weeding of rape crops. Zashechita Rastenii Moskva, 2: 21 - 22.

Lignowski, EM. and Scott, EG. 1981. Trifluralin and root growth. Plant and Cell Physiology. Vol. 12, No. 5 701-708.

Li Ling, Jiang Jiafeng, Li Jiangang1, Shen Minchong1,4,He Xin1,4, Shao Hanliang3&Dong Yuanhua. 2014. Effects of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of Soybean. SCIENTIFIC REPORTS | 4: 5859 | DOI: 10.1038/srep05859.

Lima, W.A.A., Dias D.C.F.S. and Cecon, P.R. 2003. Controlled hydration for priming in coffee (*Coffea arabica* L.) seeds. Seed Science and Technology. 31: 29-37.

Majna, K. M., Alizadeh, H. M., Majnoon Hosseini, N., and Paghambari, S. A. 2005. Effect of separate and combined use of different herbicides on yield, yield components and agronomic traits of lentil in expectations and spring cultivation. Iranian J. of Agric. Sci. 36: 209-218.

Makarian, H. 2002. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mayz* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

Makarian, H., Banaian, M., Rahimian, H., and Isadi Darbandi, E. 2003. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.).

Makarian, H. 2008. Investigation of spatial and temporal dynamic of weed seed bank and seedling populations and its effect on saffron (*Crocus sativus* L.) leaf dry weight under different weed management conditions. Ph.D. Thesis in weed Science. Ferdowsi University of Mashhad, 193p. (In Persian).

McDonald, M. B. 2000. Seed priming. (eds.M.Black and J.D.Bewley). Sheffield Academic Press.pp: 287-325.
Marenco, R. A. and Lopes, N. F. 1994. Leaf chlorophyll concentration and nitrogen content in soybean plants treated with herbicide, Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, 6(1): 7-13.
Maurice, D. and Billett, D. 1991. Herbicide resistance. Agriculture. 640-704 pp.
Millar, K., Gibson, D. J., Young, B. G. and wood, A. J. 2007. Impact of interspecific competition on seed development and quality of five soybean cultivars. Australian Journal Experimental Agriculture. 47: 1455-1459.
Misra A. and Sricastatva N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 7:51-58.

Mohler, C. L. 2001. Enhancing the competitive ability of crops. In: Ecological Management of Agricultural Weeds (ed. by M. Liebman, C. L. Mohler. and C. P. Staver). Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 269-322.
Monaco, T. J., Weller, S. C. and Ashton, F. M. 2002. Weed Science: Principles and Practices (4th edi). John Wiley & Sons, Inc., New York.
Morrison, I. N. and M. D. Devine. (1994). Herbicide resistance in the Canadian Prairie Provinces: Five years after the fact. Phytoprotection 75: 5-16.
Moschner, C. R. and B. Biskupek-Korell. 2006. Estimating the content of free fatty acids in high-oleic sunflower seeds by near- infrared spectroscopy. European Journal Lipid Science and Technology 108: 606-613.
Mulugeta, D. and Stoltenberg, D.E. 1997. Weed and seed bank management methods as influenced by tillage. Weed science. 45: 706- 715.
Murphy, S. D., Yakubu, Y., Weise, S. F., Swanton, C. J. 1996. Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays* L.) and late emerging weeds. Weed Science. 44: 856-870.
Murungu, F. S., Chiduza, C., Nyamugafata, P., Clark, L. J., and Whalley, W. R. 2004. Effect of on- fatm seed priming on emergence, growth and yield of cotton and maize in a semi- arid area of Zimbabwe. Exp. Agriculture. 40, 23-36.
Mussavi, M.R. 2001. Integrated Weed Management. Miaad Press, Tehran, Iran.
Mussavi, S. H., Fathi, G. A., and Dadgar, A. 2005. Effect of sowing dates and plant density on Growth.
Mousavi, S.K. Zand, E. and Saremi, H. 2005. Physiological Function and Application of Herbicides. Zanjan University Press. 286 p.
Nasiri Dehsorkhi, A. 2016. Effects of ultrasonic waves, seed priming and herbicide application on growth and yield of cowpea (*Vigna sinensis*) and weeds control. MSc Thesis, University of Shahrood.
Niknam, A., Kazemi, S. and Ghadiri, H. 2013. Effect of levels of nitrogen, seed rate and weed interference on growth and yield of wheat. J. Weed Sci ence. 9(3): 174-159. (In Persian).
Parsa S., Koochaki A., Nassiri Mahallati M., Ghaemi A. 2007. Seasonal variation of radiation interception and radiation use efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Iranian Field Crop Research. 5:229-239. (In Farsi).
Rahman, A. H., Wells, R., and Isleib, T. G. 2001. Reproductive allocation on branch of Virginia tape peanut cultivars bred for yield in north Carolina. Crop Science. 41: 72-77.

Ramezani, M. K., Sadri, A., and Ghanbari, A. A. 2002. Effect of row spacing and herbicides on weed control of bean. Fifteenth Iranian Plant Protection Congress. p. 171.

Randhawa, M. A., Khan, MAJ., Khan, N. H. and Asif, M. 2009. Influence of *Trianthema portulacastrum* infestation and plant spacing on the yield and quality of maize grain. International Journal Agriculture. Biol. 11: 225- 227.

Rashed mohassel, M. H., Najafi, H. and Akbarzadeh, M. D. 2001. Weed Biology and Management. Ferdowsi University of Mashhad Press. 404 pp.

Rashid, A., Hollington, P. A., Harris, D. and khan, P. 2006. On- farm seed priming for barley on normal, saline sodic soils in NWEP, Pakistan. European journal of agronomy, 24(3): 276-281.

Rouhi, H.R., Aboutalebian, M.A., Moosavi, S.A., Karimi, F.A., Karimi, F., Saman, M., and Samadi, M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. International Journal of AgriScience. 2(3): 237-243.

Selcuk Selcuk, M., Oksuz, L. and Basaran, P. 2008. Decontamination of grains and legumes infected with Aspergillus spp. and Penicillum spp. by cold plasma treatment. Bioresource Technolgy. 99: 5104–5109.

Sera, B., Strana´k, V., S ery, M., Tichy, M. and Spatenka. 2008. P. Germination of *Chenopodium Album* in response to microwave plasma treatment. Plasma Sci.Technol. 10: 506–511.

Sera, B., Spatenka, P., Sery, M., Vrchotova, N. and Hruskova, I. 2010. Influence of plasma treatment on wheat and oat germination and early growth. IEEE Transactions on Plasma Science 38: 2963–2968.

Šerá, B., Gajdová, I., Černák, M., Gavril, B,. Hnatiuc, E., Kováčik, D., Kříha, V., Sláma, J., Šerý, M., Špatenka, P. 2012. How various plasma sources may affect seed germination and growth. 978-1-4673-1653-8/12/$31.00 '2012 IEEE.

Sikkema, P.H., Soltani, N., Nurse, R.E., Vyn, R.J., Van, L., Shropshire, C. (2009). J. weed science.455.

Singh, B., and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul., 39: 137-141.

Sivritepe, H. O., and Dourado, A. M. 1995. The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany. 75:165-171.

Shurtleff JL and Coble HD, 1985. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). Weed Science, 33: 654-657.

Sosulski, F. W. 1979. Food uses of sunflower proteins. Journal of the American Oil Chemists Society 56(3): 438-442

Subedi, k. D. and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agronomy Journal. 97: 211-218.

Swanton, C. J. and Waise, S. F. 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. Weed Control. P. 652.

Tetio- Kagho, F. and Gardner, F. P. 1988. Responses of maize to plant population density. I. Canopy development light relationship and Vegetative growth. Agronomy Journal. 8: 930- 935.

Tewari, A. N., Tiwari, S. N., Rathi, J. P. S., Verama, R. N. and Tripathi, A. K., (2001). Crop weed competition studies in chickpea having *Asphodelus tenuifolius*-dominated weed community under rainfed condition. Indian Journal of Weed Science 33:198-199.
Trebbi, G., Borghini, F., Lazzarato, L., Torrigiani, P., Calzoni, G. L., and Betti, L. 2007. Bioelectromagnetics, 223- 214, 28.
Thomas, A. G. and Wise, R. F. 1987. Saskatchewan cereal and oilseed crops weed survey questionnaire. Weed Survey Series Agriculture. Canada. 87.117pp.
Thomaso, J., Weller, S. and Ashton, F. 2002. Weed Science. Principles and Practices, 4th ed United States of America and in rapeseed mustard. Sarhad J. Agricultre. 11 (5) 647-655.
Tong, J. Y., Zhang, He. R., Zhan, X. L., Chen, R. T. and Yang, S. Z. 2014. Effects of atmospheric pressure air plasma pretreatment on the seed germination and early growth of Andrographis paniculata. Plasma Science. Technology. 16, 260.
Topala, I. Nastuta, A. 2012. Helium atmospheric pressure plasma jet: Diagnostics and application for burned wounds healing. Chemistry and Biology; 335-45.
Tylkowska, K. and Van Den Bulk, R.W. 2001. Effects of Osmo- and hydropriming on fungal infestation levels and germination of carrot (*Daucus carota* L.) seeds contaminated with Alternaria spp. Seed Science and Technology. 29:365-375.
Varier, A., Vari, A. K. & Dadlani, M. 2010. The subcellular basis of seed priming. Current Science, 99, 450-456.
Vrbnicanin, S., Kresovic, M., Bozic, D., Simic, A., Maletic, R. and Uludag, A. 2012. The effect of ryegrass (*Lolium italicum*L.) stand densities on its competitive interaction with cleavers (*Galium aparine* L Turkey Journal of Agriculatural and Forestry. Vol, 36, pp: 121-131.
Wu, Z. H., Chi, L. H., Bian, S. F. and Xu, K. Z. 2007. Effects of plasma treatment on maize seeding resistance. J Maize Sci. 15, 111–113.
Wyse, D. L. 1994. New technologies and approaches for weed management in sustainable agricultural systems. Weed Technol. 8: 403-407.
Yancy, J. and Cecil, H. 1998. Study touts herbicide benefits, Vol. 32 (no11). Southest Farm Press, P. 16.
Yazdani, M., Ahmadinasab, F., and Bagheri, H. 2011. Effect of Hydropriming on Germination and Some Related Characters of Seedling on Lentil, Soja Bean, Green Bean and brod Bean. Research Journal of Fisheries and Hydrobioligy, 6(4): 587-591.
Zand, E., Baghestani, M. A., Shimi, P. and Phaghih, S. A. 2002. Analysis on management of herbicides in Iran, Issue of Agriculture Education, 44 pp.
Zand, E., Bena Kashani, F., Baghestani, M. A., Maknali, A., Minbashi, M. and Soufizadeh, S. 2007. Investigating the distribution of resistant wild oat (*Avena ludoviciana*) populations to clodinafop-propargil herbicide in south western Iran. Environmental Science 3: 85-92.
Zand, E., Bena Kashani. F., Alizadeh. M., Soufizadeh, H. S, Ramezani, K., Maknali, A. and Fereidounpoor, M. 2006. Resistance to Aryloxyphenoxypropionate herbicides in wild oat (*Avena ludoviciana*). Iranian Journal of Weed Science 2:17-31.
Zhou, Z. W., Huang, Y. F., Yang, S. Z. and Chen, W. 2011. Introduction of a new atmospheric pressure plasma device and application on tomato seeds. Agriculture. Science. 2: 23–27.
Zimdahl, R. L. 1999. Fundamentals of Weed Science, (2nd ed.), Academic Press. 586 p.
Zimdahl, R. L. 2007. Fundamentals of weed science. Elsevier Publishing. 689 pp.

Zivkovic. S., Puac, N., Giba, Z., Grubišic, D., and. Petrovic, Z. Lj. 2004. Seed Science. Technology., 32: 693–701.

Abstract

Improving the rate of germination and crop growth in early season via increasing crop competitiveness can increase the competitive ability of crops with weeds and reduce weed damage. Thus, in order to evaluate the effect of plasma radiation, priming and herbicide application on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and weed control, a factorial experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at the research field of Shahrood University of Technology in 2016. Experimental factors were including cold plasma at six levels: control (no treatment), hydro-priming of seeds with distilled water for 10 hours, pretreatment of seeds with plasma radiation for 15 seconds, pretreatment of seeds with plasma radiation for 30 seconds, hydro-priming of seeds for 10 hours + plasma radiation for 15 seconds and hydro-priming of seeds for 10 hours + plasma radiation for 30 second and weed control at three levels: control (no weeding), weeding all season and application of trifluralin(1200 g ai/ha). Results showed that, pre-treatment of seeds by cold plasma increased leaf number per plant, leaf area index, seed number per head and biological yield of sunflower in the presence of weeds than control (no pre-treated seeds) significantly. Leaf and stem dry weight, membrane stability index, carotenoid and seed yield increased by cold plasma and hydro-priming treatments in weed free than weed infest conditions. Total chlorophyll increased by 8.87 and 7.74% in weeding and herbicide application than no weeding treatments respectively. Weed density and biomass decreased significantly by plasma than control treatment and the most decrease was observed in cold plasma radiation treatment for 15 and 30 seconds. Based on the results of this study, pre-treatment of seeds by cold plasma could significantly increase the growth characteristics and yield of sunflower through increasing of the crop competitive ability.

KeyWords: Integrated weed management, hydro-priming, non-chemical control, trifluralin

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

MSc thesis in of Agroecology

Effect of seed pre treatment with cold plasma on the growth and yield of sunflower (*Helianthus annus* L.) in competition with weeds

By: Mojgan Khakian

Supervisor:

Dr. Hassan Makarian

Dr. Mehdi Baradaran Firoozabadi

Advisors:

Dr. Hosein Mirzaii Moghadam

Dr. Mehdi Momeni

July 2017