

تعیین برنامه مناسب آبیاری منطبق بر فنولوژی گیاه برای تولید بذر شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) در شمال استان خوزستان

احمدعلی شوشی دزفولی^{۱*}، محمد خرمیان^۲، سید احمد کلانتر احمدی^۱ و سید حسین محمودی نژاددزفولی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹

چکیده

شبدر برسیم یکی از گیاهان علوفه‌ای است که می‌تواند نقش مهمی در اصلاح الگوی کشت و تناوب زراعی داشته باشد. منطقه شمال خوزستان، مهم‌ترین ناحیه تولید بذر شبدر برسیم در ایران است و مدیریت آبیاری نقش مهمی در تولید بذر و علوفه شبدر برسیم دارد. به‌منظور تعیین برنامه آبیاری منطبق بر فنولوژی شبدر برسیم و تأثیر آن بر عملکرد بذر، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. تیمارها بر اساس آبیاری یا قطع آبیاری در مراحل شروع گلدهی و حداکثر گلدهی و سپس اعمال آبیاری‌ها از زمان حداکثر گل‌دهی تا رسیدگی دانه براساس ۸۰ یا ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A اعمال شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر وزن کل ماده خشک علوفه تولیدی (مجموع چهار چین)، عملکرد کاه شبدر (زمان برداشت بذر)، وزن هزار دانه، تعداد گل آذین در مترمربع، عملکرد بذر و بهره‌وری آب شبدر برسیم دارد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار اعمال تنش خشکی در شروع مرحله گل‌دهی و آبیاری در زمان حداکثر گل‌دهی و سپس آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله زمانی مرحله حداکثر گل‌دهی تا رسیدگی بذر، مناسب‌ترین برنامه آبیاری برای دستیابی به میزان مطلوب بذر شبدر برسیم (۱۲۳۷ کیلوگرم در هکتار) و همچنین مصرف بهینه آب آبیاری (۳۵۲۱ متر مکعب در هکتار) می‌باشد. همچنین مشخص شد که مرحله حداکثر گل‌دهی در شبدر برسیم، مرحله بحرانی از نظر آب در مزرعه‌های تولید بذر است و حذف آبیاری در این مرحله باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد بذر شبدر برسیم می‌شود.

واژگان کلیدی: بذرگیری، شبدر برسیم، کم آبیاری، گیاهان علوفه‌ای

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

نگارنده مسئول

aashoushi@gmail.com

مقدمه

شبدر برسیم یا مصری (*Trifolium alexandrinum* L.) گیاهی یک ساله و دیپلوئید است و کشت آن در سطح وسیعی از مناطق جنوب غرب آسیا انجام می‌شود (Pacetti et al., 2012). استان خوزستان با سطح زیرکشت در حدود ۱۰۰۰ هکتار شبدر برسیم بذری، در مقایسه با سایر مناطق کشور عملکرد بالاتری داشته و به دلیل کیفیت بالای بذرها تولیدی، از دیرباز، بذر مورد نیاز مناطق مختلف ایران را تأمین کرده است (Shoushi Dezfuli et al., 2019). مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد بذر گیاهان علوفه‌ای مانند شبدر برسیم، مدیریت آبیاری در زمان بذری، حشرات گرده‌افشان و کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز است (Hanson et al., 1988). شبدر برسیم، بمانند یونجه (*Medicago sativa* L.) نسبت به خشکی مقاوم است (Taylor, 1985). بررسی‌ها نشان داده که بهترین برنامه زمانی برای افزایش تولید بذر شبدر برسیم، زمانی است که رشد رویشی مطلوب و حداکثر گل‌دهی تأمین شود و برای تأمین این شرایط باید از تنش آبی در مرحله گل‌دهی شبدر جلوگیری کرد (Taylor, 1985). سینه‌ها و سینگ (Sinha and Singh, 1986) برای تعیین مراحل فیزیولوژیکی بحرانی گیاه شبدر برسیم، برنامه‌های مختلف آبیاری را براساس مراحل فنولوژیکی شامل مرحله رشد دوباره (بازروی)، شروع گل‌دهی، حداکثر گل‌دهی، تشکیل و رسیدگی بذر بررسی کرده و نشان دادند که آبیاری در سه مرحله رشد دوباره، حداکثر گل‌دهی و تشکیل بذر برای دست یافتن به حداکثر پتانسیل بذر شبدر برسیم ضروری است. بررسی اثر رطوبت خاک و آب بر عملکرد و اجزاء عملکرد بذر شبدر سفید

(*Trifolium repens*) نشان داد که شرایطی که سبب رشد رویشی بیش از حد می‌شود، از طریق کاهش تراکم گل، باعث کاهش عملکرد بذر می‌شود (Oliva et al., 1994 a,b). لانوسی و مارتینلو (Lannucci and Martinello, 1997) با مقایسه چهار گونه شبدر یک‌ساله به نام‌های شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.)، کریمسون (*Trifolium alexandrinum* L.)، اسکوارسم (*Trifolium incarnatum* L.) و اسکوآرسم (*Trifolium squarrosum* L.) در دو حالت آبیاری و بدون آبیاری در یک دوره دو ساله نشان دادند که بین گونه‌های مورد بررسی، شبدر برسیم بیشترین دوره رشد رویشی را داشته است و عملکرد بذر آن در اثر تنش خشکی در زمان تشکیل و پر شدن دانه به شدت کاهش یافت. از طرفی نتایج آزمایشی در جنوب ایتالیا نشان داد که عملکرد ماده خشک و عملکرد بذر در شبدر برسیم در کرت‌های آبیاری نشده به ترتیب ۴۰ و ۴۹ درصد کمتر از کرت‌های آبیاری شده است (Martiniello, 1999). اعمال چهار تیمار آبیاری براساس ظرفیت مزرعه روی پنج رقم شبدر برسیم نشان داد که تنش خشکی، میزان تحمل به تنش خشکی را از طریق حفظ شرایط آبی برگ‌ها افزایش می‌دهد و پنج کولتیوار شبدر برسیم از نظر عوامل رشدی با هم تفاوت داشتند، ولی عکس‌العمل فیزیولوژیکی آن‌ها به کمبود آب مشابه بود (Lannucci et al., 2000). مارتین و همکاران (Martin et al., 2003) در آزمایشی در نیوزیلند به بررسی تأثیر زمان و شدت تنش خشکی بر عملکرد بذر شبدر سفید پرداختند. تیمارها شامل تنش خشکی در زمان‌های مختلف رشد گیاه از پایان فصل زمستان تا قبل از برداشت بذر بود. نتایج نشان داد که بین عملکرد ماده

شبدر برسیم یکی از گیاهان مهم علوفه‌ای است و نقش مهمی در الگوی کشت مزرعه‌های زیر شبکه آبیاری سد دز دارد، لذا این پژوهش با هدف افزایش میزان عملکرد بذر شبدر برسیم از طریق اعمال برنامه مناسب آبیاری در شرایط آب و هوایی خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای تعیین مناسب‌ترین برنامه آبیاری بر اساس مراحل فنولوژی گیاه و تأثیر آن بر عملکرد و اجزا عملکرد بذر شبدر برسیم، این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۶ تیمار در اراضی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول در ۲۰ شهریورماه سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. رقم شبدر برسیم مورد استفاده رقم کارمل در طبقه مادری و تولید شده توسط کشت و صنعت شهید رجایی دزفول در سال ۱۳۹۷ بود. در جدول ۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نشان داده شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی سیلتی با زهکشی طبیعی بود. پس از تهیه زمین (شامل گاوآهن، دو دیسک عمود برهم و ماله در شهریور ماه)، بر اساس نتایج آزمون خاک مقدار ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار (به‌منظور تجزیه بقایای گیاهی بجامانده از کاه کلش گندم مربوط به کشت قبل ۵۰ کیلوگرم اوره بیشتر از توصیه کودی استفاده شد) در محل آزمایش پخش و با دیسک با خاک مخلوط شد و سپس با دستگاه فاروئر، پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد. عملیات کاشت بذر شبدر برسیم در ۲۰ مهر با استفاده از بذرکار آزمایشی به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. هر کرت شامل ۱۴

خشک و میزان آبیاری یک رابطه خطی وجود داشته و با افزایش مقدار آب آبیاری میزان ماده خشک تولیدی نیز افزایش می‌یابد، در حالی‌که کمترین عملکرد بذر مربوط به تیمار با حداکثر مقدار آبیاری بود و بیشترین عملکرد بذر از آبیاری با فواصل ۳ تا ۴ هفته‌ای به دست آمد. کلینتون و همکاران (Clinton et al., 2007) برای اعمال کم‌آبیاری یونجه از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده کردند. به این‌شکل که قبل از گل‌دهی تمام مزرعه به صورت یکنواخت آبیاری شد و پس از گل‌دهی، چهار سطح آبیاری ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه را اعمال کردند. این پژوهش‌گران با استفاده از بهینه‌یابی تابع تولید آبیاری بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی را برای تولید بذر یونجه پیشنهاد دادند. ضمن آنکه نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش مقدار آب آبیاری سبب تولید بذر سخت و نامرغوب شد. بررسی‌های خرمیان و شوشی‌دزفولی (Khorramian and Shoushi, 2008) برای تعیین رژیم آبیاری و فاصله ردیف مناسب برای بذرگیری یونجه بغدادی در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان نشان داد که از بین چهار رژیم آبیاری پس از ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و فواصل ردیف ۵۰، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر، آبیاری براساس ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر به دلیل بالا بودن کارایی مصرف آب آبیاری (۵۹۸/۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر به دلیل عملکرد بذر بیشتر (۱۷۸/۷ کیلوگرم در هکتار) و درصد جوانه‌زنی بالاتر (۸۰/۵ درصد) بهتر از تیمارهای دیگر بود. نتایج پژوهش‌های بالا نشان می‌دهد که مدیریت مناسب آبیاری یکی از عوامل مؤثر در جهت افزایش عملکرد بذر شبدر و دیگر گیاهان علوفه‌ای است. از طرف دیگر با توجه به اینکه

پشته به طول ۱۰ متر بود که در آن فاصله بین تکرارها ۵ متر و فاصله بین تیمارها ۲ متر در نظر گرفته شد. غالب علفهای هرز مزرعه آزمایشی شامل کاسنی (*Cichorium intybus*) و چچم (*Lolium temulentum*) بود. جهت کنترل علفهای هرز از سموم علفکش بازآگران (به میزان ۲ لیتر در هکتار) و سوپرگلانت (به میزان ۱ لیتر در هکتار) در مرحله ۴ تا ۵ برگی شیدر استفاده شد. چین برداری ها در سه نوبت به ترتیب در اول دی ماه، ۱۵ بهمن ماه و ۲۵ اسفند ماه (چین مختص بذر) انجام شد. پس از چین برداری سوم، برای فراهم نمودن رشد رویشی مناسب، تمام کرت ها به صورت یکسان آبیاری شدند و سپس براساس سه مرحله فنولوژیکی دوره زایشی گیاه شامل زمان شروع گلدهی، زمان اوج گلدهی و دوره زمان اوج گلدهی تا زمان رسیدگی، آبیاری ها انجام شد. تیمارهای آبیاری براساس آبیاری و عدم آبیاری در زمان شروع گلدهی و اوج گلدهی و از زمان حداکثر گلدهی تا زمان رسیدگی بذر بر اساس تبخیر از تشتک تبخیر اعمال شد (جدول ۱). برای تعیین مقدار آب مورد نیاز رطوبت خاک قبل از هر نوبت آبیاری تا عمق ۶۰ سانتی متر به روش وزنی اندازه گیری شد. آبیاری های مرحله شروع تا اوج گلدهی بر مبنای تخلیه آب سهل الوصول صورت گرفت (Allen et al., 1998). به این صورت که در تیمار T₁ و T₂ در مراحل شروع و حداکثر گلدهی آب مورد نیاز را دریافت نموده، اما در مراحل بعدی فواصل نوبت های آبیاری در این تیمارها به ترتیب بر مبنای ۸۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر بود. تیمار T₃ در مراحل شروع و حداکثر گلدهی به ترتیب بدون آبیاری و آبیاری و در مراحل بعدی بر مبنای ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر آبیاری

شدند. تیمار T₄ برخلاف تیمار T₃ در دو مرحله شروع و اوج گلدهی به ترتیب آبیاری و عدم آبیاری و در مراحل بعدی بر مبنای ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر آبیاری شدند. تیمار T₅ و T₆ در مراحل شروع و حداکثر گلدهی بدون آبیاری و در مراحل بعدی فواصل نوبت های آبیاری در این تیمارها به ترتیب بر مبنای ۱۲۰ و ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر بود. قبل از اعمال تیمارهای آبیاری فلوم های نوع WSC برای هر کرت نصب و میزان آب ورودی به کرت ها اندازه گیری شد. مقدار عمق آب آبیاری با توجه به رشد گیاه و میزان کمبود رطوبت خاک از اختلاف بین رطوبت نقطه ظرفیت زراعی و مقدار رطوبت خاک قبل از شروع آبیاری با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Alizadeh, 2020). سپس با توجه به سطح هر کرت، حجم آب محاسبه و به گیاه داده شد (جدول ۳).

$$Z_{req} = (FC - \theta) * p_b * RZ / (100 E_a)$$

(۱)

در رابطه بالا FC و θ به ترتیب ظرفیت مزرعه (۲۲ درصد وزنی) و رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق توسعه ریشه بر حسب درصد وزنی، RZ عمق توسعه ریشه که در این مطالعه ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد، p_b وزن مخصوص ظاهری خاک، ۱/۶۴ گرم بر سانتی متر مکعب و E_a بازده آبیاری است. با توجه به طول اندک جویچه ها و دقت در آبیاری، راندمان آبیاری ۸۰ درصد در نظر گرفته شد (Alizadeh, 2020).

آمار بارندگی، متوسط حداقل و حداکثر دمای شبانه روزی به صورت ماهانه و تبخیر جمعی در طول انجام این پژوهش از کاشت تا

برداشت بذر شبدر برسیم در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین دما در زمان کاشت (مهرماه) حدود ۲۷/۹ درجه سلسیوس و تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر ۲۱۵/۳ میلی متر بود (جدول ۴). در مهر ماه بارندگی صورت نگرفت و بنابراین برای سبز شدن و استقرار گیاه، همه کرت ها به صورت یکسان آبیاری شدند. بارندگی فروردین ماه به میزان ۳۸/۷ میلی متر بود. شکل ۱ وضعیت توزیع بارندگی و میزان تبخیر در دهه های مختلف فصل زراعی رشد شبدر برسیم را نشان می دهد.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد بذر، ماده خشک علوفه تولیدی قبل از اعمال تیمار (مجموع چین اول، دوم و سوم)، وزن کل ماده خشک علوفه تولیدی (مجموع چهار چین)، تعداد دانه در گل آذین، وزن هزار دانه، تعداد گل آذین در یک مترمربع، بهره وری آب، عملکرد کاه شبدر (زمان برداشت بذر)، قوه نامیه و سختی بذر بود. برای اندازه گیری تعداد دانه در گل آذین، ۱۰۰ گل آذین به صورت تصادفی انتخاب کرده و پس از جدا کردن دانه از گل آذین، تعداد دانه با بذرشمار الکتریکی مدل Contador شمرده شد. برای تعیین وزن هزار دانه، نمونه ۵ گرمی بذر شبدر برسیم از هر کرت با مقسم بذر مدل A/S Rationel تهیه و تعداد بذر در آن شمارش و وزن هزار دانه محاسبه شد. برای تعیین عملکرد بذر و عملکرد علوفه تولیدی (علوفه به جا مانده بعد از برداشت بذر) ردیف اول و آخر و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه کرت حذف و بقیه کرت (با مساحت ۶۴/۸ متر مربع) برداشت شد. برای برآورد میزان ماده خشک علوفه قبل از اعمال تیمار (برای آزمون یکنواختی کرت های آزمایشی قبل از اعمال تیمارهای آبیاری) در مرحله اول میزان علوفه تر مربوط به سه چین برداشت شده در اول دی ماه،

۱۵ بهمن ماه و ۲۵ اسفند ماه (با حذف ردیف اول و آخر و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه و به مساحت ۶۴/۸ متر مربع) اندازه گیری شد. سپس یک نمونه دو کیلوگرمی از علوفه تر هر کرت در هنگام چین برداری تهیه و در آن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و از این طریق درصد ماده خشک محاسبه شد. از حاصل ضرب درصد ماده خشک در وزن علوفه تر تولیدی، وزن علوفه خشک قبل از اعمال تیمار به دست آمد. مجموع وزن ماده خشک علوفه قبل از اعمال تیمار به همراه وزن کاه تولیدی در هنگام برداشت به عنوان وزن کل ماده خشک علوفه تولیدی در نظر گرفته شد. مراحل تعیین قوه نامیه و سختی بذر به این صورت انجام شد که پس از جدا کردن مواد همراه و بذره های علف های هرز، با استفاده از مقسم بذر بورنر یک ریز نمونه در حد ۱۰ گرم به دست آورده و از آن نمونه به طور تصادفی ۴۰۰ بذر برای آزمون جوانه زنی انتخاب شد و به صورت تصادفی در ۴ پتری دیش هر کدام شامل ۱۰۰ بذر که کف آن با کاغذ صافی پوشانده شده بود، قرار گرفت و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس گذاشته شد. شمارش اول پس از ۴ روز و شمارش نهایی پس از ۱۰ روز انجام شد. پس از شمارش نهایی درصد گیاهچه های سالم و بذره های سخت (بذرهایی که آب جذب نمی کنند و تا پایان مدت جوانه زنی همچنان سخت باقی می مانند) اندازه گیری شد (Azizi, 2003). به منظور بررسی وجود و چگونگی روابط رگرسیونی بین خصوصیات مورد بررسی و صفت عملکرد بذر، ابتدا جدول تجزیه واریانس رگرسیونی بین عملکرد بذر و دیگر صفات محاسبه شد و سپس رابطه رگرسیونی بین عملکرد بذر و دیگر خصوصیات مورد بررسی

برآورد شد. داده‌های به دست آمده با نرم افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و نمودارها با نرم افزار EXCEL رسم شدند.

نتایج و بحث

همان طوری که در شکل ۱ مشاهده می‌شود فقط بارندگی مؤثر در زمان اعمال تیمارها یعنی دهه اول فروردین ماه و به میزان تجمعی ۲۵ میلی‌متر در روزهای ۷ تا ۹ فروردین ماه اتفاق افتاد. همین امر سبب شد تا نیاز آبی در اردیبهشت ماه افزایش یافته و فواصل آبیاری کوتاه‌تر شود، به طوری که بیشترین تعداد آبیاری‌ها برای تیمارهای مختلف آبیاری در اردیبهشت ماه اتفاق افتاد (جدول ۳). شکل ۲ مقدار آب آبیاری مصرف شده برای هر یک از تیمارهای آبیاری را نشان می‌دهد. مقادیر آب مصرفی در دوره اعمال تیمارها متغیر بود، به طوری که تیمار T₁ بیشترین مقدار آب مصرفی به میزان ۴۲۴۲ مترمکعب در هکتار و تیمار T₆ کمترین مقدار آب مصرفی به میزان ۲۸۹۷ مترمکعب در هکتار را به خود اختصاص داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده برای خصوصیات مورد بررسی و مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی به روش دانکن به‌ترتیب در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس کلیه خصوصیات مورد بررسی نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین برنامه‌های مختلف آبیاری مورد بررسی برای صفات وزن کل ماده خشک علوفه تولیدی (مجموع چهار چین)، عملکرد کاه شبدر (زمان برداشت بذر)، وزن هزار دانه، تعداد گل آذین در مترمربع، عملکرد بذر و بهره‌وری آب بود (جدول ۵). نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که

عملکرد بذر مربوط به تیمارهای T₁، T₂ و T₄ به‌ترتیب با مقادیر ۱۲۷۳، ۱۲۰۸ و ۱۲۳۷ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری و بالاتر از سه تیمار دیگر بود. آبیاری در مراحل شروع و حداکثر گل‌دهی و سپس آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (تیمار آبیاری زیاد) سبب شد تا بیشترین عملکرد بذر (۱۲۷۳ کیلوگرم در هکتار)، کاه شبدر و ماده خشک علوفه تولیدی (مجموع چهار چین) به دست آید. هرچند که برای صفات مذکور تیمار T₁، اختلاف معنی داری با تیمارهای T₂، T₃ و T₄ در سطح معنی دار ۵ درصد نداشت و همه در یک گروه آماری قرار داشتند. مارتین و همکاران (Martin et al., 2003) نیز نشان دادند که در گیاه شبدر سفید (*Trifolium repens* L.) با افزایش مقدار آب آبیاری میزان ماده خشک تولیدی نیز به‌صورت خطی افزایش یافت. مقایسه دو تیمار T₁ و T₄ نشان می‌دهد که با یک آبیاری کمتر در تیمار T₄ می‌توان عملکردی مشابه با تیمار T₁ به‌دست آورد. برتری این شیوه مدیریت آبیاری در آن است که با حذف یک آبیاری در زمان شروع گل‌دهی می‌توان کارایی مصرف آب را بدون کاهش عملکرد بذر افزایش داد.

تیمار T₆ با تولید ۵۷۷ کیلوگرم بذر در هکتار، کمترین عملکرد بذر را در بین مدیریت‌های مختلف آبیاری داشت. زیرا در دو مرحله شروع و اوج گل‌دهی هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. صفت تعداد گل‌آذین در متر مربع روندی مشابه صفت عملکرد بذر داشت به‌طوری‌که بیشترین تعداد گل‌آذین در متر مربع مربوط به تیمارهای T₁، T₂ و T₄ به‌ترتیب با تعداد گل‌آذین ۹۰۰، ۸۴۳ و ۸۶۹ گل‌آذین در مترمربع و کمترین تعداد گل‌آذین در متر مربع مربوط به تیمار T₆ (۳۶۶ گل‌آذین در مترمربع) بود. برخلاف صفت

عملکرد بذر و تعداد گل آذین در مترمربع بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای T_6 (۳/۴ گرم) و T_5 (۳/۲۹ گرم) و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای T_1 ، T_2 ، T_3 و T_4 بود. این وضعیت بیانگر تغییرات غیر همسو وزن هزار دانه با صفت عملکرد بذر و تعداد گل آذین در متر مربع بود. میزان کل ماده خشک علوفه تولیدی و کاه شبدر تولیدی روند مشابهی داشتند. به طوری که بیشترین میزان کاه شبدر و کل ماده خشک علوفه تولیدی مربوط به تیمارهای T_1 ، T_2 ، T_3 و T_4 و کمترین میزان کاه و کل ماده خشک علوفه تولیدی مربوط به تیمارهای T_6 (با کاه ۴۲۰۷ و کل ماده خشک علوفه تولیدی ۱۰۶۶۷ کیلوگرم در هکتار) و T_5 (با کاه ۴۷۷۳ و کل ماده خشک علوفه تولیدی ۱۱۳۲۰ کیلوگرم در هکتار) بود. علی‌رغم اینکه تیمارهای T_1 تا T_4 در یک سطح آماری قرار داشتند، تیمار T_4 بیشترین بهره‌وری مصرف آب در بین تیمارهای مورد بررسی (۰/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت. از طرفی تیمارهای T_5 و T_6 با وجود مصرف آب کمتر حداقل کارایی مصرف آب (به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۲ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشتند. از این‌رو می‌توان گفت که در شبدر برسیم اعمال یک تنش خشکی در زمان شروع گل‌دهی و آبیاری در زمان حداکثر گل‌دهی و سپس آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در بازه زمانی حداکثر گل‌دهی تا زمان رسیدگی بذر (تیمار T_4) سبب تولید بذر مطلوب (۱۲۳۷ کیلوگرم در هکتار) و بهره‌وری مناسب آب (۰/۳۵ کیلوگرم در متر مکعب بر هکتار) می‌شود (شکل ۳).

نتیجه به دست آمده از این آزمایش، با نتایج حاصل از پژوهش‌های سینها و سینگ (Sinha and Singh, 1986) همچنین الیوا و همکاران (Oliva et al., 1994 a, b) هماهنگی داشت و نشان‌دهنده آن است که اعمال یک تنش خشکی در زمان شروع گل‌دهی سبب تحریک به گل‌انگیزی بیشتر در شبدر برسیم می‌شود. همچنین، کاهش ۵۰ درصدی عملکرد بذر شبدر برسیم به خاطر حذف آبیاری در مرحله حداکثر گل‌دهی (تفاوت تیمار T_4 و T_6 در یک آبیاری در زمان حداکثر گل‌دهی بوده و میانگین تفاوت عملکرد این دو تیمار ۶۶۰ کیلوگرم در هکتار است)، بیانگر اهمیت آبیاری در مرحله حداکثر گل‌دهی است. به عبارت دیگر، مرحله حداکثر گل‌دهی در شبدر برسیم، مرحله بحرانی از نظر آب در مزرعه‌های تولید بذر است. بررسی‌های برخی پژوهش‌گران نیز نشان داده که تنش آبی در دوره گل‌دهی باعث کاهش عملکرد بذر می‌شود (Taylor, 1985). نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس رگرسیونی خصوصیات مورد بررسی و عملکرد بذر نشان داد که رگرسیون معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین صفات مورد بررسی و عملکرد بذر وجود دارد (جدول ۷). ضریب تبیین بالا (۰/۹۸۹) نشان‌دهنده آن بود که خصوصیات مورد بررسی در این پژوهش، تعیین‌کننده حدود ۹۹ درصد از تغییرات در عملکرد بذر شبدر برسیم است.

جدول ۸ ضریب‌های رگرسیونی ساده بین عملکرد بذر و دیگر خصوصیات مورد بررسی با ضریب تبیین اصلاح نشده ۰/۹۹۳ و اصلاح شده ۰/۹۸۹ را نشان می‌دهد. صفات کل ماده خشک علوفه تولیدی چهار چین و عملکرد کاه شبدر دارای شیب خط کم (به ترتیب ۰/۰۴۵، ۰/۰۱۱۸-) و صفات وزن هزار دانه، کارایی مصرف آب، تعداد دانه در گل آذین و تعداد گل آذین در متر مربع شیب خط بالایی دارند. در نتیجه، صفات اخیر را

نتیجه به دست آمده از این آزمایش، با نتایج حاصل از پژوهش‌های سینها و سینگ (Sinha and Singh, 1986) همچنین الیوا و همکاران

می‌توان صفات مؤثر در افزایش عملکرد بذر در شبدر برسیم معرفی کرد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج حاصله از این تحقیق بیشترین عملکرد بذر شبدر برسیم مربوط به تیمارهای T_1 ، T_2 و T_4 می‌باشد. مقایسه این سه مدیریت آبیاری نشان می‌دهد که تیمار T_4 بدلیل کاهش یک نوبت آبیاری نسبت به تیمار T_1 (تعداد دفعات آبیاری در تیمار T_4 و T_2 ، ۴ بار و در تیمار T_1 ، ۵ بار بود) و همچنین صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی در مقایسه با تیمارهای T_1 و T_2 (مقدار آب مصرفی در تیمار T_4 ، ۳۵۲۱ متر مکعب در هکتار، در تیمار T_2 ۳۸۷۹ متر مکعب در هکتار و در تیمار T_1 ، ۵۴۲۴۲ متر مکعب در هکتار بود) به‌عنوان تیمار برتر در این پژوهش می‌باشد. به‌عبارت دیگر

حذف یک نوبت آبیاری در زمان شروع گل‌دهی و آبیاری در زمان حداکثر گل‌دهی و سپس آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر از زمان حداکثر گل‌دهی تا زمان رسیدگی بذر (تیمار T_4)، در مزارع بذری شبدر برسیم سبب تولید بذر مناسب (۱۲۳۷ کیلوگرم در هکتار) و همچنین استفاده بهینه از آب شده است.

سیاس‌گذاری

از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بابت تامین مالی این تحقیق و همچنین از کلیه پرسنل مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول به خاطر همکاری در طول انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

جدول ۱- برنامه آبیاری تیمارهای مختلف بر اساس مراحل مختلف فنولوژی گیاه شبدر برسیم

Table 1- Irrigation schedule of different treatments based on different phenology stages of Berseem clover plant

تیمار (برنامه آبیاری) Treatment (irrigation schedules)	مراحل فنولوژیکی (Phenological stages)		
	شروع گل‌دهی beginning of flowering	حداکثر گل‌دهی Maximum flowering	حداکثر گل‌دهی تا زمان رسیدگی Maximum flowering until ripening
(شاهد) T_1 (Control)	آبیاری (Irrigation)	آبیاری (Irrigation)	آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 80 mm evaporation from the evaporation pan
T_2	آبیاری (Irrigation)	آبیاری (Irrigation)	آبیاری براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 120 mm evaporation from the evaporation pan
T_3	آبیاری (Irrigation)	بدون آبیاری (No irrigation)	آبیاری براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 120 mm evaporation from the evaporation pan
T_4	بدون آبیاری (No Irrigation)	آبیاری (Irrigation)	آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 80 mm evaporation from the evaporation pan
T_5	بدون آبیاری (No Irrigation)	آبیاری (Irrigation)	آبیاری براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 120 mm evaporation from the evaporation pan
T_6	بدون آبیاری (No Irrigation)	بدون آبیاری (No irrigation)	آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر Irrigation based on 80 mm evaporation from the evaporation pan

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 2- Physical and chemical properties of farm soil

عمق خاک مزرعه Depth of soil (cm)	نیتروژن کل N (%)	فسفر P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم K (mg.kg ⁻¹)	اسیدیته pH	شوری EC (ds.m ⁻¹)	بافت خاک Soil texture	جرم مخصوص ظاهری Bulk density (gcm ⁻³)
0-30	0.06	3	165	7.4	1.2	Silty clay loam	1.61

جدول ۳- تعداد و تاریخ آبیاری ها در تیمارهای مختلف از زمان اعمال تیمارها

Table 3- The number and date of irrigation in different treatments since the application of the treatments

تیمار Treatment	تعداد آبیاری Number of irrigations	تاریخ های آبیاری Irrigation dates
T1	5	۱/۳۰ (شروع گل دهی) - ۲/۱۳ (اوج گل دهی) - ۲/۲۳ (*) - ۲/۳۰ (*) - ۳/۹ (*) (*) May 30 - (*) May 20 May 13-May 3 (peak of flowering) April 19 (start of flowering)-
T2	4	۱/۳۰ (شروع گل دهی) - ۲/۱۳ (اوج گل دهی) - ۲/۲۷ (***) - ۳/۷ (***) (**) May 28(**) May 17-May 3 (peak of flowering) April 19 (start of flowering)-
T3	3	۱/۳۰ (شروع گل دهی) - ۲/۲۷ (***) - ۳/۷ (***) (**) May 28(**) April 19 (start of flowering)- May 17
T4	4	۲/۱۳ (اوج گل دهی) - ۲/۲۳ (*) - ۲/۳۰ (*) - ۳/۹ (*) (*) May 30 - (*) May 20 April 19 (start of flowering)- May 13
T5	3	۲/۱۳ (اوج گل دهی) - ۲/۲۷ (***) - ۳/۷ (***) (**) May 28(**) May 17-May 3 (peak of flowering)
T6	3	۲/۲۳ (*) - ۲/۳۰ (*) - ۳/۹ (*) (*) May 30 - (*) May 20 May 13

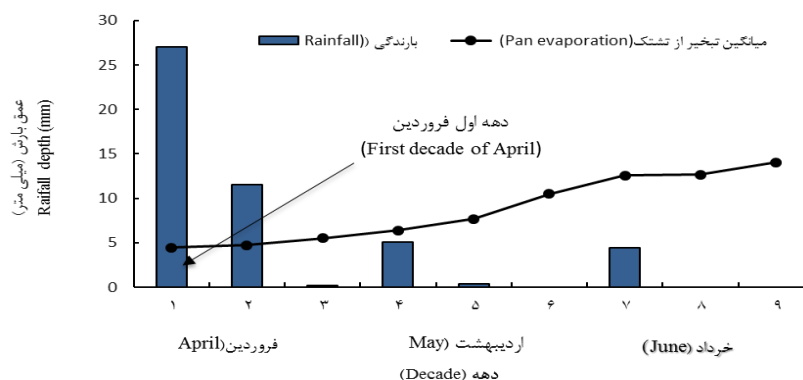
(*) : آبیاری بر اساس ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر از اوج گل دهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی بذر
(*) : Irrigation based on 80 mm of evaporation from the evaporation pan from the peak of flowering until the physiological maturity of the seed.

(**) : آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر از اوج گل دهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی بذر
(**) : Irrigation based on 120 mm of evaporation from the evaporation pan from the peak of flowering until the physiological maturity of the seed.

جدول ۴- میانگین برخی شاخص های هواشناسی محل اجرای پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

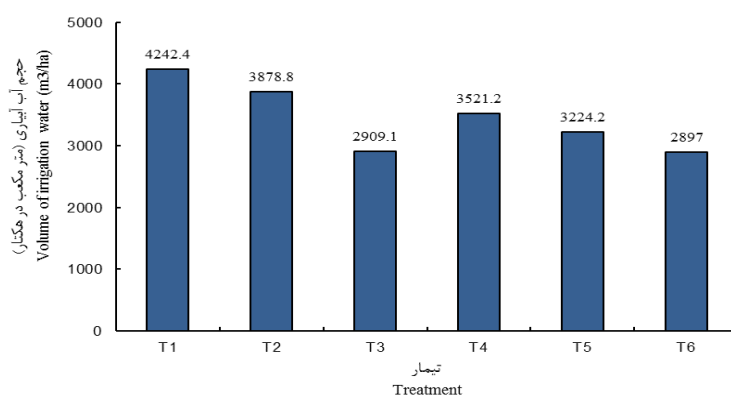
Table 4- The average of some meteorological indicators of the research farm in 2020-2021

ماه Mount	تبخیر تجمعی Cumulative evaporation (mm)	بارندگی Rainfall (mm)	حداکثر رطوبت نسبی Maximum relative humidity (%)	حداقل رطوبت نسبی Minimum relative humidity (%)	حداکثر دما Maximum temperature (°C)	حداقل دما Minimum temperature (°C)
مهر October	215.3	0	72.2	22.6	37	18.8
آبان November	117.1	16.3	82	32	27.7	12.7
آذر December	78	50.5	88	37	25.8	10.4
دی January	37.1	68.9	93.6	55.4	16.9	7.1
بهمن February	44.5	188.5	94.5	58.8	17.9	9
اسفند March	101.6	6.1	87.9	37.9	24.7	8.7
فروردین April	152.7	38.7	89.3	37.9	28.4	13.8
اردیبهشت May	256.4	5.5	70	19.4	37.2	20



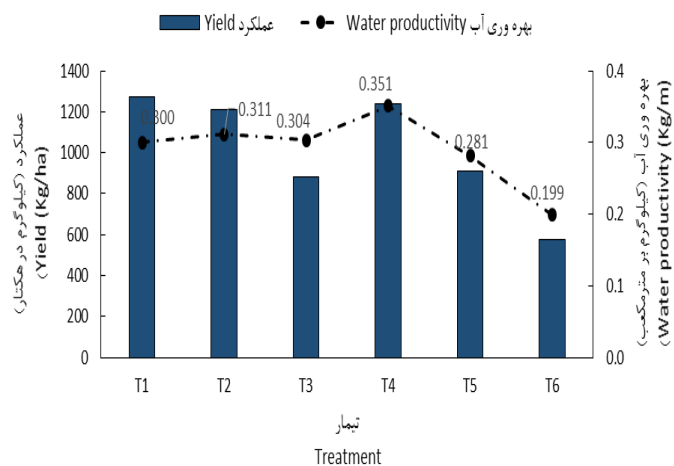
شکل ۱- متوسط تبخیر روزانه و بارندگی تجمعی در طول فصل زراعی شبدر برسیم

Figure 1- Average daily evaporation and cumulative rainfall during the crop season of Berseem clover



شکل ۲- مقادیر آب مصرفی تیمارهای آبیاری در شبدر برسیم

Figure 2- Amounts of water consumption of irrigation treatments in Berseem clover



شکل ۳- مقایسه تیمارهای مورد بررسی از نظر صفات عملکرد بذر و بهره‌وری آب

Figure 3- Comparison of the studied treatments in terms of seed yield traits and water productivity

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد شبدر برسیم در برنامه های آبیاری مختلف

Table 5- Analysis of variance (mean squares) of yield and yield components of Berseem clover in different irrigation schedules

Mean of squares (MS) میانگین مربعات						
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد کاه شبدر (در زمان برداشت) Clover straw yield (harvest date)	عملکرد بذر (Seed yield)	وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه در گل آذین Number of seeds in inflorescence	تعداد گل آذین در متر مربع Number of inflorescences per m ²
تکرار Rep	2	2428712**	100325 ^{ns}	0.004 ^{ns}	30.9 ^{ns}	48269 ^{ns}
برنامه آبیاری Irrigation schedule	5	1838310**	224529**	0.059*	15.22 ^{ns}	123904**
خطا Error	10	259785	25504	0.014	19.48	13230
ضریب تغییرات C.V.(%)		9.4	15.7	3.7	9.8	16.2

^{ns}: غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪.

ns: non significant, * and ** significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد شبدر برسیم و دیگر صفات مورد بررسی در برنامه های آبیاری مورد مطالعه

Continued table 5- Analysis of variance (mean squares) of Berseem clover yield and other investigated traits in different irrigation schedules

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	بهره‌وری آب Water productivity (kg.m ⁻³)	کل ماده خشک علوفه (مجموع چهار چین) Total forage dry matter (sum of four cuttings)	ماده خشک علوفه قبل از اعمال تیمار (مجموع چین اول، دوم و سوم) The forage dry matter before applying the treatment (The sum of the first, second and third cuttings)	قوه نامیه بذر Seed germinability	سختی بذر seed hardness
تکرار Rep	2	0.007 ^{ns}	2540671**	1876 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.02 ^{ns}
برنامه آبیاری Irrigation schedule	5	0.011*	1623924**	18836 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}
خطا Error	10	0.003	245898	32568	0.010	0.010
ضریب تغییرات C.V.(%)		21.2	4.2	2.8	14.9	21

^{ns}: غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪.

ns: non-significant, * and ** significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین عملکرد شبدر برسیم و برخی صفات مورد بررسی در برنامه های آبیاری مورد مطالعه

Table 6- The results of comparing the average yield of Berseem clover and other investigated traits in different irrigation schedules

برنامه آبیاری Irrigation schedule	عملکرد کاه شبدر Clover straw yield (kg/ha)	عملکرد بذر Seed yield (kg.ha ⁻¹)	وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه در گل آذین Number of seeds in inflorescence	تعداد گل آذین در متر مربع Number of inflorescences per square meter
T1	6343a	1273a	3.037c	47a	900a
T2	5909ab	1208a	3.308bc	47a	843ab
T3	5596ab	884b	3.080bc	45a	623c
T4	5649ab	1237a	3.19bc	45a	869ab
T5	4773bc	908b	3.285ab	41a	669bc
T6	4207c	577c	3.397a	46a	366d

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار با هم ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level based on Duncan test.

ادامه جدول ۶-

Table 6-- Continued

برنامه آبیاری Irrigation schedule	بهره‌وری آب Water productivity (kg.m ⁻³ .ha ⁻¹)	کل ماده خشک علوفه Total forage dry matter (kg.ha ⁻¹)	ماده خشک علوفه قبل از اعمال تیمار The forage dry matter before applying the treatment (kg.ha ⁻¹)	قوه نامیه بذر Seed viability (%)	سختی بذر seed hardness (%)
T1	0.3ab	12735a	6392a	71a	29a
T2	0.31ab	12224ab	6315a	69a	31a
T3	0.3ab	12076ab	6480a	67a	33a
T4	0.35a	12079ab	6430a	63a	37a
T5	0.28c	11320bc	6547a	69a	31a
T6	0.2c	10667c	6460a	67a	33a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار با هم ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level based on Duncan test.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس رگرسیونی بین عملکرد و اجزای عملکرد شبدر برسیم

Table 7- The results of regression analysis of variance between yield and components of Berseem clover yield

میانگین مربعات (mean squares)	درجه آزادی (df)	عامل (Factor)
282637**	6	رگرسیون (Regression)
1137 ^{ns}	11	باقیمانده (Residual)
	17	کل (Total)

ns: غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪.

ns: non significant, * and ** significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۸- ضریب‌های رگرسیون ساده بین عملکرد بذر شبدر برسیم و صفات مورد بررسی

Table 8- Simple regression coefficients between Berseem clover seed yield and investigated traits

خطای استاندارد Standard error	ضریب رگرسیون Coefficient of regression	صفات Traits
-0.069	0.045 ^{ns}	عملکرد کاه شبدر در زمان برداشت Clover straw yield (harvest date)
84.8	275.2**	وزن هزار دانه 1000-KW
3.35	18.5**	تعداد دانه در گل آذین Number of seeds in inflorescence
-923.2	1.29**	تعداد گل آذین در مترمربع Number of inflorescences per square meter
219.1	39.4**	کارایی مصرف آب Water efficiency
-.00589	-0.0118 ^{ns}	کل ماده خشک علوفه تولیدی چهار چین Total forage dry matter (sum of four cuttings)

ns: غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪.

ns: non significant, * and ** significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

References

منابع مورد استفاده

- Alizadeh, A. 2020. Irrigation system design. Volume 1. Ferdowsi University of Mashhad Press. 456 pp. (In Persian).
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements) No.56. FAO Irrigation and Drainage Paper. 300 pp.
- Azizi, K.H. 2003. Influence of agro technical factor on seed bank in soil, establishment and natural self-regeneration of annual medics and reserve of soil moisture. Ph. D Thesis. Tarbiat Modares University, Iran. 125 pp. (In Persian).
- Clinton C.S., B.F.G. Erik, D.S. Lamont, and J. Clauzer. 2007. Deficit irrigation for optimum Alfalfa seed yield and quality. *Agronomy Journal*. 99(4): 992-998.
- Hanson, A.A., D.K. Barnes, and P.R. Hill. 1988. Alfalfa and Alfalfa Improvement. P.B. Madison, Wisconsin. U.S.A. 1084 pp.
- Khorramian, M, and A.A. Shoushi Dezfuli. 2008. Effects of irrigation regimes and row spacing on alfalfa seed yield in the North of Khuzestan. *Seed and Plant Journal*. 24(2): 295-308. (In Persian).
- Lannucci, A., and P. Martinello. 1997. Analysis of seed yield components in four Mediterranean annual clovers. *Field Crops Research*. 55(2): 235-243.
- Lannucci, A., M. Rascio, M. Russo, N. Difanzoand, and P. Martiniello. 2000. Physiological responses to water stress following a conditioning period in berseem clover. *Plant and Soil*. 223(1-2): 219-229.
- Russo, N., S. Difanzoand, and P. Martiniello. 2000. Physiological responses to water stress following a conditioning period in berseem clover. *Plant and Soil*. 223(1-2): 219-229.
- Martiniello, P. 1999. Effect of irrigation and harvest management on dry matter yield and seed yield of annual clovers grown in pure stand and in mixtures with graminaceous species in Mediterranean environment. *Grass and Forage Science*. 54(1): 52-61.
- Martin, R.J., R.N. Gillespie, and R.N. Mayley. 2003. Effect of timing and intensity of drought on the seed yield of white clover (*Trifolium repens* L.). In solutions for a better environment: Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference. Published as a CD. pp: 172-174.
- Oliva, R.N., J.J. Steiner, and W.C. Young. 1994a. White clover seed production. II. Soil and Plant water status on yield and yield components. *Crop Science*. 34(3): 768-774.
- Oliva, R.N., J.J. Steiner, and W.C. Young. 1994b. Red clover seed production: II. Plant water status on yield and yield components. *Crop Science*. 34(1): 178-184.
- Pacetti, L., R. Usi., M. Romani, P. Frascini, and M. Sadis. 2012. Evaluation of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) germplasm in Sardinia, Italy. *Italian Journal of Agronomy*. 7(28): 203-213.

- Shoushi Dezfuli, A.A., M. Khorramian, and A. Assareh. 2019. Effect of Sowing and Irrigation Cutoff Date on Seed Yield and Irrigation Water Use Efficiency of Spring Berseem Clover in Khuzestan. *Journal of Plant Productions*. 41(4): 69-82. (In Persian).
- Sinha, N.C. and R.P. Singh. 1986. Physiological basis of irrigation scheduling for seed production in Egyptian clover syn. Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 156(4): 246-252
- Taylor, N.L. 1985. Clover science and technology. *Americans Society of Agronomy*, Inc, Madison, Wisconsin, U.S.A. pp : 417- 421.

Research Article

DOI:

Determination of Suitable Irrigation Schedule Adapted to Plant Phenology for Seed Production of Berseem Clover (*Trifolium alexandrinum* L.) in North of Khuzestan Province

Ahmad Ali Shoushi Dezfuli¹, Moammad Khorramian^{2*}, Seyed Ahmad Kalantar Ahmadi¹, and Seyed Hossein Mahmoodi Nezhad Dezfuly³

Received: December 2022, Revised: 14 February 2023, Accepted: 29 April 2023

Abstract

Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) is one of the forage plants that can play an important role in adjusting the planting pattern and crop rotation. The North of Khuzestan is the most important area for the production of Berseem clover seeds in Iran and irrigation scheduling (IS) has a key role in Berseem clover seed production. In order to determine the most suitable irrigation based on the phenology of Berseem clover and its effect on seed yield, an experiment was conducted as a randomized complete block design with 6 treatments and 3 replications in Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center in cropping season 2019-2020. Treatments were applied based on irrigation or cessation irrigation at the beginning of flowering and maximum flowering, and then applying irrigation from the time of maximum flowering to seed maturity based on 80 or 120 mm evaporation from the class A evaporation pan. Results showed that the irrigation schedules had a significant effect on the total weight dry matter of forage production, clover straw yield (seed harvesting time), thousand seeds weight, number of inflorescences per square meter, seed yield and water productivity of Berseem clover ($P < 0.05$). The results showed that imposing drought stress at the start of flowering and irrigation at the maximum of this stage as well as that irrigation after 80 mm evaporation from a class A evaporation pan between maximum flowering until seed maturity is suitable irrigation program to achieve the optimal seeds (1237 kg.ha^{-1}) of Berseem clover and also the optimal consumption of irrigation water ($3521 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$). It was also found that the maximum flowering stage in Berseem clover is the critical stage in terms of water in seed production fields, and the elimination of irrigation in this stage leads to decrease in Berseem clover seed yield by 50%.

Key words: Berseem clover, Deficit irrigation, Forage crops, Seed harvesting.

¹ Assistant Professor, Department of Agricultural and Horticultural Research, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran.

²- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran.

³- Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran.

*Corresponding Authors: aashoushi@gmail.com