# تأثیر رژیم‌هاي آبیاري بر عملکرد و کارایی مصرف آب سورگوم علوفه‌اي رقم اسپیدفید در استان خراسان جنوبی

**علی آذری نصرآباد [1*]، علیرضا مقری فریز [2]**

۱- *استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران.*

۲-*مربی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران.*

*. نویسنده مسئول: Azari_Ali2003@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۸

## چکیده

آذری نصرآباد، ع. و مقری فریز، ع. ۱۴۰۰. تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید در استان خراسان جنوبی. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۲ (۲): ۷۴-۶۸.

به منظور بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و اثرات آن بر عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب در سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید، تحقیقی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند به مدت سه سال زراعی (۱۳۹۰-۱۳۸۸) اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش، شامل: هشت تیمار ($I_1$: آبیاری با مدار هفت روز، $I_2$: آبیاری با مدار ۱۰ روز، $I_3$: آبیاری با مدار ۱۳ روز، $I_4$: آبیاری با مدار ۱۵ روز، $I_5$: آبیاری با مدار هفت روز تا شروع رشد سبزینه‌ای (ارتفاع بوته ۱۰ سانتی‌متر) و سپس با مدار ۱۰ روز، $I_6$:آبیاری با مدار هفت روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای (ارتفاع بوته ۴۰ سانتی‌متر) و سپس با مدار ۱۰ روز، $I_7$: آبیاری با مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس با مدار ۱۳ روز و $I_8$: آبیاری با مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس با مدار ۱۵ روز) بود. در تمامی تیمارها، آب آبیاری به اندازه ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد علوفه تر و خشک و کارایی مصرف آب برای تولید علوفه تر و خشک بود. نتایج نشان داد که رژیم‌های مختلف آبیاری از نظر صفات مورد بررسی (عملکرد و کارایی مصرف آب علوفه تر و خشک) در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار دارد. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که رژیم آبیاری ($I_7$) (مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس مدار ۱۳ روز) وضعیت مطلوبی دارد؛ به طوری که با میانگین عملکرد علوفه خشک ۱۶۰۳۰ کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرف آب ۱/۰۵۴ (مترمکعب آب مصرفی /کیلوگرم ماده خشک)، مشترکا با رژیم آبیاری ($I_1$) (مدار هفت روز)، در یک گروه قرار گرفت. در نتیجه، با درنظرگرفتن مشکل کمبود منابع آبی و نیز شرایط اقلیم منطقه، انجام آبیاری محصول سورگوم علوفه‌ای در استان خراسان جنوبی با مدار ۱۰-۱۳ روز، توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری شیاری، روش آبیاری، عملکرد علوفه

**مقدمه:**

نقش گیاهان علوفه‌ای در تعلیف دام و در نتیجه تأمین نیاز انسان به فرآورده‌های دامی، از اهمیت غیرقابل‌انکاری برخوردار است. با این وجود، در کشور ما تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر محصولات زراعی، نیازمند توجه است. به‌این‌ترتیب، از یک‌سو عدم توجه لازم به افزایش کمی و کیفی علوفه، موجب کمبود گوشت و مواد لبنی و پایین آمدن کیفیت آنها شده است و از سوی دیگر، موجب فشار به بخش عظیمی از پوشش گیاهی موجود و فرسایش خاک توسط دام شده است (۱۰).

سورگوم که از مهم‌ترین نباتات علوفه‌ای محسوب می‌شود، گیاهی یک‌ساله و بهاره است که مخصوص مناطق گرم و خشک و کم‌آب می‌باشد. این گیاه، دارای خصوصیات زراعی بسیار خوب از جمله: رشد سریع، مناسب بودن حرارت حدود ۲۷ درجه سانتی‌گراد جهت رشدونمو آن است (٦، ۷ و ۸). خصوصیات فیزیولوژیکی سورگوم از جمله: مقاومت به خشکی، شوری، کارایی مصرف آب بالاتر از سایر گیاهان علوفه‌ای، عملکرد نسبتا زیاد، کیفیت مطلوب و قابلیت نگهداری به‌صورت علوفه خشک، سبب شده تا این گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از ارزش خاصی برخوردار شود (۲۳). کشت این محصول برای مناطق خشک و کم‌آب مناسب است؛ به‌طوری که در مواقع تنش رطوبتی و کم‌آبی، به‌حالت خفته درمی‌آید و پس از مرطوب‌شدن مجدد خاک، رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد. جهانبین و همکاران (۲)، اثر رژیم‌های مختلف رطوبتی روی خصوصیات سورگوم در منطقه درودزن را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه مشخص شد که تیمارهای مختلف رطوبتی بطور معنی‌دار بر تاریخ گلدهی، متوسط وزن خشک گیاه و متوسط عملکرد علوفه تر اثر داشتند.

افلاطونی و همکاران (۱)، اثر کمبود آب بر عملکرد دانه و آب مصرفی چهار رقم سورگوم دانه‌ای را با اعمال سه رژیم آبیاری به‌ترتیب: آبیاری پس از ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A ، بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که تنش ناشی از کمبود رطوبت در شرایط مزرعه، باعث کاهش آب مصرفی به‌میزان ۱۱۸۸ مترمکعب در هکتار می‌شود و اختلاف آب مصرفی بین تیمارهای آبیاری از نظر آماری، معنی‌دار است. کارایی مصرف آب همه ارقام، کاهش یافت و همچنین کارایی مصرف آب سورگوم برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک (دانه و بقایا) در تیماری که آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A انجام گرفت، بیشتر از سایر تیمارهای آبیاری بود. سورگوم نسبت به ذرت، به آب کمتری نیاز دارد و در مناطق خشک که آب شور دارند، علوفه ایده‌آلی است (۵). تولید پنجه در سورگوم، تحت شرایط کمبود آب افزایش می‌یابد که این موضوع می‌تواند ناشی از ایجاد پنجه‌های نابارور در این شرایط باشد و می‌تواند در تراکم‌های پایین، افت عملکرد را جبران کند و در محصولات علوفه‌ای این قابلیت در جهت استفاده از رطوبت و تغذیه در منطقه توسعه ریشه، بسیار مهم می‌باشد (۱۲).

نباتی و رضوانی مقدم (۱۲) در زمینه اثر تنش آب (بصورت کم‌آبیاری بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید) آزمایشی را انجام دادند. آنها فواصل آبیاری یک، دو، سه و چهار هفته را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری، عملکرد ماده خشک در چین اول و دوم کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که دور آبیاری یک هفته با میانگین ۱۷۲٤۰کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داد و دور آبیاری چهار هفته با میانگین عملکرد ماده خشک ۳٤۱۰ کیلوگرم در هکتار، در مجموع دو چین، کم‌ترین میزان عملکرد را داشت. نتایج حاصل، همچنین نشان داد که در چین اول تفاوت آماری معنی‌داری بین دور آبیاری یک و دو هفته وجود ندارد، همچنین دور آبیاری سه و چهار هفته، از نظر آماری در یک گروه قرار دارند ولی در چین دوم دور آبیاری یک هفته، بالاترین عملکرد را دارد و سایر تیمارها تفاوت عملکرد دارند ولی این اختلاف عملکردها از نظر آماری معنی‌دار نبودند به‌طوری‌که سه تیمار در یک گروه قرارگرفتند (۱۲). ویلسون (۲۱ و ۲۲) با مطالعه اثر تنش خشکی بر کیفیت علوفه اظهار داشت که دوره‌های کوتاه تنش خشکی، تأثیر کمی روی کیفیت علوفه دارد و نتایج مطالعات او نشان داد که تولید پنجه در دوره‌های کوتاه تنش خشکی افزایش می‌یابد.

سورگوم در مقایسه با ذرت، دارای سیستم ریشه افشان خیلی وسیع است و با نفوذ در حجم زیادی از خاک، رطوبت آن را از خاک جذب می‌کند (۱۵). این گیاه در برابر خشکی پایدار است. ولی برای تولید علوفه زیاد، نیاز به آبیاری دارد. اونکن و ندنت (۱۷) در گزارش خود بر روی سورگوم نشان دادند که در شرایط دوره‌های آبیاری طولانی‌تر، کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد.

در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر تراکم کاشت و دور آبیاری بر عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیکی سورگوم علوفه‌ای،گزارش شد که علوفه تر در سطح آبیاری چهار، هفت و ده روز یک‌بار در

یک گروه قرار گرفتند درحالی‌که علوفه خشک در سطح آبیاری اول و تراکم ۱۶۰ هزار بوته در هکتار، بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داد (۱۱).

به‌علت محدودیت منابع آبی، دستیابی به راهکارهای مناسب جهت صرفه‌جویی آب و افزایش سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای مورد توجه است. یکی از راهکارها، تعیین رژیم آبیاری مناسب جهت رشد و تولید محصول بیشتر توام با افزایش بهره‌وری آب است . استوکل و جیم (۲۰) اثر چهار استراتژی کم‌آبیاری را بر عملکرد ذرت علوفه‌ای شبیه‌سازی کردند و نتیجه گرفتند که کاهش خفیف آبیاری، عملکرد و مزایای اقتصادی بهتری در مقایسه با آبیاری کامل ایجاد می‌کند. محققان زیادی در تحقیقات خود در زمینه کم‌آبیاری، بهبود شاخص بهره‌وری آب آبیاری را گزارش کرده‌اند (۱۶، ۱۹ و ۲۴).

مدیریت آب از طریق تغییر در کمیت آبیاری یا تغییر در تعداد دور آبیاری در طی دوره رشد رویشی و زایشی، موجب حداقل رسیدن تبخیر و افزایش کارایی آب برای رشد محصول می‌شود (۱۳). هانکس (۱۴) گزارش کرد که اگر افزایش مقدار آب مصرفی در اثر افزایش تعداد دور آبیاری باشد، تبخیر از خاک بیشتر می‌شود و بهره‌وری آب کاهش می‌یابد. در شرایط کمبود آب در منطقه خراسان جنوبی با اعمال کم‌آبیاری، می‌توان ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب و بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد ماده خشک، کشت سورگوم علوفه‌ای را توسعه داد. کاهش میزان بارندگی و افزایش دما در سال‌های اخیر از یک‌سو و تقاضای روزافزون برای مصارف آب شهری و صنعتی از سوی دیگر، سهم آب تخصیص‌یافته به بخش کشاورزی را که مصرف‌کننده عمده آب است، در آستانه بحران قرار داده است.

با توجه به اینکه خشکی و تنش‌های ناشی از آن، یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند و تولیدات کشاورزی را با محدودیت جدی روبرو می‌سازند و از طرف دیگر با توجه به جایگاه سورگوم علوفه‌ای درشرایط خراسان جنوبی، این پروژه با هدف تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری سورگوم علوفه‌ای برای شرایط اقلیمی بیرجند، اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق درایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲° و ´۵۳ و طول جغرافیایی ° ۵۹ و ´ ۱۳ شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰میلی‌متر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مدت سه سال زراعی (۱۳۹۰-۱۳۸۸)، اجرا شد. تیمارهای آبیاری به صورت زیر انتخاب شد و در طول سه فصل زراعی، اعمال گردید:

$I_1$= آبیاری با مدار هفت روز

$I_2$= آبیاری با مدار ۱۰ روز

$I_3$= آبیاری با مدار ۱۳ روز

$I_4$= آبیاری با مدار ۱۵ روز

$I_5$= آبیاری با مدار هفت روز تا شروع رشد سبزینه‌ای (ارتفاع بوته ۱۰ سانتی متر) و سپس با مدار ۱۰ روز

$I_6$= آبیاری با مدار هفت روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای (ارتفاع بوته ۴۰ سانتی متر) و بعد با مدار ۱۰ روز

$I_7$= آبیاری با مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس با مدار ۱۳ روز

$I_8$= آبیاری با مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس با مدار ۱۵ روز

در همه تیمارها، آب آبیاری به اندازه ۱۰۰٪ نیاز آبی تأمین شد. در هر سال پس از انتخاب زمین مورد آزمایش، برای تعیین خواص فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌هایی از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد که نتایج آن در جدول ۱ و نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری در جدول ۲ آورده شده است. مقدار آب آبیاری با استفاده از کتاب برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (۴) و دستورالعمل نیاز آبی FAO نشریه شماره ۲۴، تعیین شد که در جدول شماره (۳) آورده شده است.

کاشت سورگوم رقم اسپیدفید در اول خردادماه انجام شد. مقدار بذر مصرفی ۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. اعمال تیمارهای آبیاری از سومین آبیاری شروع شد و تا آخر فصل رشد ادامه داشت. در هر فصل زراعی، تعداد دوچین به فاصله تقریبی ۷۵ روز برداشت شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد علوفه از وسط هرکرت بوسیله کادر نمونه‌برداری ۲ مترمربعی، علوفه برداشت شد و سریعاً به عنوان عملکرد علوفه تر توزین شد.

پس از خشک کردن نمونه‌ها در خشک‌کن در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و مقدار عملکرد و کارایی مصرف آب محاسبه گردید. سپس داده‌ها با نرم افزار Mstat-c مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت.

جدول شماره ۱: برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش

| شرح | عمق ۳۰-۰ سانتی متر | عمق ۶۰- ۳۰ سانتی متر | شرح | عمق ۳۰-۰ سانتی متر | عمق ۶۰- ۳۰ سانتی متر |
|---|---|---|---|---|---|
| وزن مخصوص ظاهری ($gr/cm^3$) | ۱/۴۱ | ۱/۴۵ | رس٪ | ۲۳ | ۲۲/۵ |
| وزن مخصوص حقیقی($gr/cm^3$) | ۲/۵۹ | ۲/۵۳ | بافت خاک | سیلت | سیلت |
| شن٪ | ۲۳ | ۲۴/۵ | ماده آلی (٪) | ۰/۵ | ۰/۵ |
| سیلت٪ | ۵۴ | ۵۳ | فسفر (ppm) | ۱۱ | ۱۰ |
| پتاسیم(ppm) | ۲۴۰ | ۲۳۵ | | | |

جدول شماره ۲: نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

| Ec (ds/m) | pH | میلی اکی والانت در لیتر | | | | | | | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $CO_3^{2-}$ | $HCO_3^-$ | $Cl^-$ | $SO_4^{2-}$ | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^+$ | |
| ۵/۴ | ۷/۸ | ندارد | ۳ | ۳۲/۵ | ۱۸/۳ | ۲۰/۲ | ۱۰/۶ | ۲۴/۵ | ۶/۲ |

جدول۳- برآورد پارامترهای لازم، جهت تعیین نیاز آبی سورگوم علوفه‌ای

| ردیف | پارامتر | خرداد | | | تیر | | | مرداد | | | شهریور | | | مهر | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ETO (mm/day) | ۶ | ۶/۹ | ۷/۷ | ۷/۷ | ۷/۷ | ۷/۵ | ۷/۱ | ۶/۹ | ۶/۶ | ۶/۱ | ۵/۷ | ۵/۲ | ۴/۶ | ۴ | ۳/۶ |
| ۲ | KC | ۰/۵۱ | ۰/۶۱ | ۰/۸ | ۰/ ۹۸ | ۱/۱۱ | ۷/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ | ۱/۱۱ | ۱/۰۶ | ۱/۰۱ | ۱ | ۰/۹۵ | ۰/۹ |
| ۳ | ETC (mm/day) | ۳/۰۶ | ۴/۲۱ | ۶/۱۶ | ۷/۵۵ | ۸/۵۵ | ۸/۶۳ | ۸/۱۷ | ۷/۹۴ | ۷/۵۹ | ۶/۷۷ | ۶/۰۴ | ۵/۲۵ | ۴/۶ | ۳/۸ | ۳/۲۴ |
| ۴ | Re (mm) | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۵ | NIR (mm/day) | ۳/۰۶ | ۴/۲۱ | ۶/۱۶ | ۷/۵۵ | ۸/۵۵ | ۸/۶۳ | ۸/۱۷ | ۷/۹۴ | ۷/۵۹ | ۶/۷۷ | ۶/۰۴ | ۵/۲۵ | ۴/۶ | ۳/۸ | ۳/۲۴ |
| ۶ | Efficiency (%) | ۳۵ | ۴۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ | ۶۵ |
| ۷ | GIR (mm/day) | ۸/۷ | ۹/۴ | ۹/۵ | ۱۱/۶ | ۱۳/۲ | ۱۳/۳ | ۱۲/۶ | ۱۲/۲ | ۱۱/۷ | ۱۰/۴ | ۹/۳ | ۸/۱ | ۷/۱ | ۵/۸ | ۴/۹ |
| ۸ | حجم آب مورد نیاز M3/hacday | ۸۷ | ۹۴ | ۹۵ | ۱۱۶ | ۳۲ | ۱۳۳ | ۱۲۶ | ۱۲۲ | ۱۷ | ۱۰۴ | ۹۳ | ۸۱ | ۷۱ | ۵۸ | ۴۹ |
| ۹ | حجم آب مورد نیاز بر حسب لیتر در روز برای هرکرت | ۳۴۸ | ۳۷۶ | ۳۸۰ | ۴۶۴ | ۵۲۸ | ۵۳۲ | ۵۰۴ | ۴۸۸ | ۴۶۸ | ۴۱۶ | ۳۷۲ | ۳۲۴ | ۲۸۴ | ۲۳۲ | ۱۹۶ |

**نتایج:**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، نشان داد که اثر سال بر صفات کارایی مصرف آب در علوفه خشک و عملکرد علوفه خشک معنی‌دار نیست. رژیم‌های آبیاری از نظر صفات مورد مطالعه (عملکرد و کارایی مصرف آب علوفه تر و خشک) در سطح احتمال ۱٪، تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول ٤). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بین تیمارهای $I_6$، $I_7$ و $I_1$ از نظر عملکرد علوفه خشک، تفاوت آماری معنی‌داری نیست. کمترین میزان عملکرد علوفه خشک، مربوط به تیمار رژیم آبیاری $I_7$ (آبیاری با مدار ۱۵ روز) بود (جدول ۵). افزایش دور آبیاری تا ۱۵ روز بدلیل ایجاد تنش رطوبتی و کاهش میزان رشد رویشی گیاه، میزان وزن خشک اندام‌های رویشی و در نتیجه عملکرد علوفه خشک را کاهش می‌دهد. این موضوع با نتایج تحقیق سایر محققین همخوانی دارد (۱۸).

افزایش ماده خشک تولیدی در شرایط نرمال، به‌دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هرچه بیشتر از نور دریافتی، باعث افزایش تولید ماده خشک شده است. لک و همکاران (۹) نیز بر این موضوع تاکید دارند. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری مورد بررسی، نشان می‌دهند که هرچند عملکرد علوفه تر در رژیم آبیاری $I_7$ (با مدار ۱۰ روز تا خاتمه رشد سبزینه‌ای و سپس مدار ۱۳ روز) در مرتبه پایین‌تری در بین رژیم‌ها قراردارد اما میانگین عملکرد علوفه خشک استحصالی و کارایی مصرف آب علوفه خشک در این رژیم آبیاری ($I_7$)، وضعیت مطلوبی را نشان می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که رژیم آبیاری فوق با میانگین عملکرد علوفه خشک ۱۶۰۳۰ کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرف آب علوفه خشک ۱/۰۵٤ کیلوگرم ماده خشک، به‌ازاء یک متر-مکعب آب مصرفی مشترکاً با رژیم آبیاری ($I_1$- مدار هفت روز)، بالاتر از بقیه رژیم‌های آبیاری قرار دارند (جدول ۵). لذا با در نظر گرفتن مشکل کمبود منابع آبی و نیز اقلیم منطقه، انجام آبیاری محصول سورگوم علوفه‌ای در استان خراسان جنوبی با مدار ۱۳-۱۰ روز توصیه می‌شود. تنش آبی یکی از روش‌های مدیریتی است که علاوه بر کاهش میزان مصرف آب و استفاده بهینه از منابع موجود، اعمال آن در مقاطعی از دوره رشد گیاه، باعث بهبود کیفیت محصول و در بعضی موارد باعث ازدیاد کمیت محصول نیز می‌شود (۳).

**توصیه ترویجی:**

با در نظرگرفتن مشکل کمبود منابع آبی و نیز اقلیم منطقه برای تولید علوفه تر در استان خراسان جنوبی و با توجه به نتایج آزمایش، به‌منظور کاهش مصرف آب، انجام آبیاری محصول سورگوم علوفه‌ای با مدار ۱۰-۱۳ روز توصیه می‌شود. با توجه به اینکه بیلان آب در اکثر مناطق و دشت‌های استان منفی است، این الگو باعث تعادل بیشتر در منابع آب زیرزمینی خواهد شد.

**جدول٤- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی**

| منبع تغییر | درجه آزادی | عملکرد علوفه تر | عملکرد علوفه خشک | کارایی مصرف آب علوفه تر | کارایی مصرف آب علوفه خشک |
|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۲ | ٤۹۱۷۸۱۷ ** | ٦۲٤۲۲٥ nS | ۰۲۱/۰ ** | ۰/۰۰۳ ns |
| بلوک (سال) | ٦ | ۱٥۳۹۲۷ | ٤۸۲۱۷٤ | ۰۰۱/۰ | ۰۰۲/۰ |
| رژیم آبیاری | ۷ | ٥۰۹۳۸۹۰٥ ** | ۱٦۱۳۳۲٦ ** | ۲۲/۰ ** | ۰۰۷/۰ ** |
| سال × رژیم آبیاری | ۱٤ | ۳۱۸۳۲۰ nS | ۷۱۹۲۷۸ * | ۰/۰۰۱ nS | ۰/۰۰۳ * |
| خطا | ٤۲ | ۲۱٥۲۸۳ | ۳۱۰٦۱۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ |

جدول ۵- میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری از نظر صفات مورد مطالعه در سه سال

| تیمار | عملکرد علوفه تر (هکتار/ کیلوگرم) | عملکرد علوفه خشک (هکتار/کیلوگرم) | کارایی مصرف آب در علوفه تر (مترمکعب/ کیلوگرم) | کارایی مصرف آب درعلوفه خشک (مترمکعب/ کیلوگرم) |
|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | ۵۹۳۶۰a | ۱۶۴۷۰a | ۳/۹۰۳a | ۱/۰۸۳a |
| $I_2$ | ۵۵۸۷۰cd | ۱۵۹۴۰ab | ۳/۶۷۴cd | ۱/۰۴۸ abc |
| $I_3$ | ۵۴۶۸۰ e | ۱۵۲۹۰bc | ۳/۵۹۶e | ۱/۰۰۶cd |
| $I_4$ | ۵۱۲۱۰f | ۱۵۱۳۰c | ۳/۳۶۸f | ۰/۹۹۴۷d |
| $I_5$ | ۵۶۳۵۰c | ۱۵۸۵۰abc | ۳/۷۰۶c | ۱/۰۴۳ abc |
| $I_6$ | ۵۷۴۹۰b | ۱۵۹۳۰ ab | ۳/۷۸۱b | ۱/۰۴۷ abc |
| $I_7$ | ۵۵۵۶۰d | ۱۶۰۳۰ab | ۳/۶۵۴d | ۱/۰۵۴ab |
| $I_8$ | ۵۴۵۵۰e | ۱۵۸۰۰abc | ۳/۵۸۷e | ۱/۰۳۸bc |

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

**منابع:**


۱- افلاطونی، م و دانشور، م. ا.(۱۳۷۲). اثر کمبود آب بر عملکرد و آب مصرفی چهار رقم سورگوم دانه‌ای در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲ :۲۹-٤٦

۲- جهان بین، ش.، رزمی، ک.، ا، عزیزی.، ح و کامکار حقیقی، ع. ا. (۱۳۷٤). اثر رژیم‌های مختلف رطوبتی روی خواص دو رقم سورگوم در منطقه سد درود زن. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳ :۷۳-۸۰ .

۳- خیرابی، ج.، توکلی،ع.، انتظاری، م.، و سلامت، ع .(۱۳۷۵). دستورالعمل‌های کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی گروه کاراب مورد نیاز گیاهان. ۲ :۱۹۷-۲۱۳.

٤- فرشی، ع.ا .، شریعتی، م. ر.، جارالله‌ی، ر .، قائمی، م. ر .، شهابی فر، م و تولائی، م. م . (۱۳۷٦). برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. نشر آموزش کشاورزی، کرج. ۹۰۰ ص.

۵- غلامی، ح و امیرصادقی، م. (۱۳۹۷). ارزش غذایی سورگوم علوفه‌ای و استفاده از آن در تغذیه دام. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش. ٦۰ ص.

٦- کریمی، ه .(۱۳۸٦). زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ٤۲۸ ص.

۷- کوچکی، ع.(۱۳۷٤). زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاددانشگاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)، مشهد. ۲۰۲ ص.

۸- کوچکی، ع.، خیابانی، ح و سرمدنیا، غ. ح.(۱۳۷۰). تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ٦۳۸ ص.

۹- لک، ش.، نادری ا.، سیادت، س. ع. ا.، آینه بند، ا.، و نورمحمدی، ق. (۱۳۸۵). اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰٤ در خوزستان. نشریه علوم زراعی ایران۸ (۲) :۱۵۳-۱۷۰.

۱۰- مدیر شانه چی، م. (۱۳۸۳). تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای. انتشارات به نشر، آستان قدس، تهران. ٤۳۲ ص.

۱۱-معاونی، پ و حیدری، ی. ۱۳۸۳. تاثیر تراکم کاشت و دور آبیاری بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی در سورگوم علوفه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. ٦ (٤): ۳۷٤-۳۸۲.

۱۲-نباتی ، ج و رضوانی مقدم، پ. (۱۳۸۹). اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مرفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤۱ (۱): ۱۷۹-۱۸٦.

13-Chapman, S. C., & Barreto, H. J. (1997). Using a chlorophyll meter to estimate species leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal,* 89(4): 557-562.

14- Hanks,R. J. (1974). Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agronomy Journal*, 66: 660-665.

15-House, L.R. (1985). A Guide to Sorghum Breeding, 2nd Edition, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India.

16-Kang, Sh. Shi, W., & Zhang, j. (2000) .an implored water use efficiency for maeigrown under yegulated defieit irrigation. *Fild crop research* ,67, 207-214.

17-Onken, A.B., & Wendt, C. W. (1989, Jan). Soil fertility management and water relationships. In proceedings: *an Intemational Workshop,* (pp. 99–106).

18-Shrestha, R., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Turner, D.W., & Speijers, J. (2006). A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod number but not pod size.*Australian Journal of Agriculture Research,* 57 (4), 427-438.

19-Sharma, K. D., A. Kumar & Singh, K. N. (1990). Effect of irrigation scheduling on growth, yield and evapotranspiration of wheat in sodic soils. *Agricultural Water Management,* 18(2): 267–276.

20-Stockle, C. O., & James L. G. (1989). Analysis of deficit irrigation strategies for corn using crop growth simiulation. *Irrigation Science*, 10(2): 85–98.

21-Wilson, J.R. (1983) . Effects of water stress on in vitro dry mater digestibility and chemical compensation of herbage of tropical pasture species. *Australian Journal of Agricultural Research* , 34, 377-390.

22-Wilson, J.R. (1981, June) Effects of water stress on herbage quality. In Proceedings*:15th international Grassland conference,* (pp. 470-472).

23-Zerbin, I. E., & Thomas, D. (2003). Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in South Asia through genetic enhancement. *Field Crops Research,* 84:3-15.

24- Zhang, J., Sui, X., Li, B., Su, J.L., & Zhou, D. (1998). An improved water-use efficiency for winter wheat grown under