

اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای

جعفر نباتی^۱ و پرویز رضوانی مقدم^{۲*}

۱، ۲، دانشجوی دکتری و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۲۰ - تاریخ تصویب: ۸۷/۱/۲۳)

چکیده

تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان بصورت عمده‌ای تحت تاثیر میزان رطوبت می‌باشد در این مناطق گیاهان علوفه‌ای نقش مهمی در تغذیه دام دارند. به منظور بررسی اثر فواصل آبیاری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی ارزن (*Pennisetum americanum* L.)، سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) علوفه‌ای آزمایشی با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد بطوریکه در کرت‌های اصلی فواصل آبیاری (یک‌هفته (I۱) - دو هفته (I۲) - سه هفته (I۳) - چهار هفته (I۴)) و گونه‌های مختلف زراعی علوفه‌ای در سه سطح (ذرت (C)، ارزن (M) و سورگوم (S)) در کرت‌های فرعی با چهار تکرار قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از عملکرد علوفه خشک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گره، تعداد پنجه در بوته، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد غلاف برگ، عملکرد گل‌آذین و نسبت برگ به ساقه. نتایج حاصله نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه بجز تعداد پنجه در بوته و نسبت برگ به ساقه بین فواصل مختلف آبیاری در برداشت اول تفاوت معنی‌داری داشتند، همچنین در این برداشت بین گیاهان مورد مطالعه از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و در برداشت دوم بین فواصل مختلف آبیاری از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصله ذرت علوفه‌ای در فواصل آبیاری یک‌هفته و چهار هفته به ترتیب بیشترین (۱۷/۲۴ تن در هکتار) و کمترین عملکرد ماده خشک (۳/۴۱ تن در هکتار) را دارا بود سورگوم علوفه‌ای نیز در فواصل آبیاری چهار هفته کمترین عملکرد ماده خشک (۳/۴۱ تن در هکتار) را تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد علوفه، ماده خشک، خشکی.

مقدمه

خشکی خطر جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی سرتا سر جهان است و گیاهان علوفه‌ای نقش عمده‌ای در تغذیه دام دارند و جزو مهمترین گیاهان زراعی دنیا محسوب می‌شوند. سورگوم و ارزن از مهمترین گیاهان علوفه‌ای در مناطق خشک می‌باشند که مقاومت نسبی بالایی به تنش خشکی دارند و بعلت

همین سازگاری و بالا بودن کارایی مصرف آب می‌توانند در این شرایط عملکرد رضایت بخشی تولید کنند (Mirlohi et al., 2000; Nakhoda et al., 2000). ذرت علوفه‌ای نیز یکی از گیاهان علوفه‌ای چهار کرینه با توان تولید ماده خشک بالا است که نقش مهمی در تامین نیازهای غذایی دام‌ها در بسیاری از نقاط جهان دارد (Tolera et al., 1998). عملکرد کمی و کیفی علوفه در

شرایط مختلف با فاکتورهای زراعی مثل ارتفاع بوته، قطر ساقه، نسبت برگ به ساقه و تعداد پنجه و صفات مورفولوژیکی مانند تراکم بوته در واحد سطح، عناصر غذایی و آب (Buxton, 1996) و زمان گلدهی بستگی دارد (Pendleton et al., 1981). اجزای عملکرد در گیاهان علوفه‌ای برگ، ساقه، غلاف برگ و گل‌آذین می‌باشند (Cummins, 1981). بین اجزای عملکرد در گیاهان علوفه‌ای، برگ دارای ارزش غذایی بالایی است و ساقه از ارزش غذایی کمتری برخوردار است بنابراین با افزایش نسبت برگ به ساقه کیفیت علوفه افزایش می‌یابد (Buxton, 1996). تنش آب از مهمترین فاکتورهای محیطی تاثیر گذار بر عملکرد و کیفیت علوفه می‌باشد (Berenguer & Faci, 2001; Holt & Timmons, 2000). محققین نتایج متفاوتی از اثر خشکی بر کیفیت گیاهان علوفه‌ای گزارش کردند، Masuda (1977) گزارش کرد که خشکی ارزش تغذیه‌ای علوفه را کاهش می‌دهد اما Wilson (1981) با مطالعه اثر تنش آب روی کیفیت علوفه اظهار داشت که دوره‌های کوتاه تنش خشکی تاثیر کمی روی کیفیت علوفه دارد و نتایج مطالعات وی نشان داد که تولید برگ و پنجه در دوره‌های کوتاه تنش خشکی افزایش می‌یابد. Wilson (1981, 1983) و Wilson & Ng (1975) بیان کردند که تنش آب از طریق جلوگیری از توسعه ساقه باعث بالا رفتن قابلیت هضم ماده خشک در گراس‌های مختلف می‌شود. افزایش کیفیت علوفه در شرایط کمبود آب توسط Van Soest et al. (1978) نیز گزارش شده است. Berenguer & Faci (2001) گزارش کردند که تنش آب تولید ماده خشک در سورگوم را کاهش می‌دهد. تولید پنجه در سورگوم تحت شرایط کمبود آب افزایش می‌یابد که می‌تواند در تراکم‌های پایین افت عملکرد را جبران کند. Kang et al. (2000) گزارش کردند عملکرد ماده خشک در ذرت تحت تاثیر تنش آب قرار می‌گیرد که در اثر تنش آب مقدار فتوسنتز کاهش می‌یابد. همچنین آنها ذکر کردند که ارتفاع ذرت در شرایط تنش آب کاهش یافت. Bittman et al. (1981) با بررسی اثر خشکی روی پیر شدن برگ‌ها و کیفیت علوفه در بروموس (*Bromus inermis* Leyss)، لیموس (*Agropyron cristatum* L.)

شرایط مختلف با فاکتورهای زراعی مثل ارتفاع بوته، قطر ساقه، نسبت برگ به ساقه و تعداد پنجه و صفات مورفولوژیکی مانند تراکم بوته در واحد سطح، عناصر غذایی و آب (Buxton, 1996) و زمان گلدهی بستگی دارد (Pendleton et al., 1981). اجزای عملکرد در گیاهان علوفه‌ای برگ، ساقه، غلاف برگ و گل‌آذین می‌باشند (Cummins, 1981). بین اجزای عملکرد در گیاهان علوفه‌ای، برگ دارای ارزش غذایی بالایی است و ساقه از ارزش غذایی کمتری برخوردار است بنابراین با افزایش نسبت برگ به ساقه کیفیت علوفه افزایش می‌یابد (Buxton, 1996). تنش آب از مهمترین فاکتورهای محیطی تاثیر گذار بر عملکرد و کیفیت علوفه می‌باشد (Berenguer & Faci, 2001; Holt & Timmons, 2000). محققین نتایج متفاوتی از اثر خشکی بر کیفیت گیاهان علوفه‌ای گزارش کردند، Masuda (1977) گزارش کرد که خشکی ارزش تغذیه‌ای علوفه را کاهش می‌دهد اما Wilson (1981) با مطالعه اثر تنش آب روی کیفیت علوفه اظهار داشت که دوره‌های کوتاه تنش خشکی تاثیر کمی روی کیفیت علوفه دارد و نتایج مطالعات وی نشان داد که تولید برگ و پنجه در دوره‌های کوتاه تنش خشکی افزایش می‌یابد. Wilson (1981, 1983) و Wilson & Ng (1975) بیان کردند که تنش آب از طریق جلوگیری از توسعه ساقه باعث بالا رفتن قابلیت هضم ماده خشک در گراس‌های مختلف می‌شود. افزایش کیفیت علوفه در شرایط کمبود آب توسط Van Soest et al. (1978) نیز گزارش شده است. Berenguer & Faci (2001) گزارش کردند که تنش آب تولید ماده خشک در سورگوم را کاهش می‌دهد. تولید پنجه در سورگوم تحت شرایط کمبود آب افزایش می‌یابد که می‌تواند در تراکم‌های پایین افت عملکرد را جبران کند. Kang et al. (2000) گزارش کردند عملکرد ماده خشک در ذرت تحت تاثیر تنش آب قرار می‌گیرد که در اثر تنش آب مقدار فتوسنتز کاهش می‌یابد. همچنین آنها ذکر کردند که ارتفاع ذرت در شرایط تنش آب کاهش یافت. Bittman et al. (1981) با بررسی اثر خشکی روی پیر شدن برگ‌ها و کیفیت علوفه در بروموس (*Bromus inermis* Leyss)، لیموس (*Agropyron cristatum* L.)

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۰-۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵

صورت گرفت در طی فصل رشد جهت مبارزه با کرم ساقه خوار ذرت (*Sesamia cretica*) سه بار سم پاشی به ترتیب در ۴۲ و ۶۴ و ۱۲۶ روز پس از کاشت با سم دیازینون به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار انجام گرفت. جهت برداشت ارزن علوفه‌ای به دلیل تولید پنجه‌های زیاد این گیاه و عدم رسیدن به ۵۰ درصد گلدهی ارتفاع کانوپی ۱/۲ متر برای برداشت مدنظر قرار گرفت (Huda, 1988) و برای برداشت سورگوم ۵۰٪ گلدهی و برداشت ذرت در مرحله شیری-خمیری (Snyman & Joubert, 1996) انجام گرفت. یک روز قبل از برداشت از هر کرت بطور تصادفی ۵ بوته انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه و تعداد گره ثبت شد در هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و نیم متر از انتهای کرت و دو ردیف کناری، گیاهان باقی‌مانده از ارتفاع ۱۰ سانتیمتر برداشت و توزین شد. سپس تعداد ۵ بوته از طریق نمونه برداری ربعی جهت اندازه‌گیری درصد ماده خشک و ۵ بوته جهت تعیین درصد اجزای عملکرد انتخاب شدند. نمونه اول در درون آون و درجه دمای 85°C به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد و از اختلاف رطوبت اولیه و ثانویه درصد ماده خشک محاسبه شد. نمونه دوم به تفکیک برگ، ساقه، غلاف برگ و گل آذین جدا شده و درون آون قرار داده شد سپس درصد هر یک از اجزا محاسبه شد. جهت محاسبات آماری در این بررسی از نرم‌افزارهای مانند M stat c، Sigstat 2.0، Excel 5.0، Jmp 4.0 و Quatro pro 5.0 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد و سطح احتمال به کار رفته در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها سطح احتمال ۵٪ بود.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برداشت اول نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه در تیمار فواصل مختلف آبیاری (I) به استثنای تعداد پنجه‌ها و نسبت برگ به ساقه اختلاف معنی‌داری داشتند، بین گیاهان (P) مورد مطالعه در این برداشت از نظر کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱) همچنین اثر متقابل بین تیمار فواصل مختلف آبیاری و گیاهان مورد مطالعه (I×P) نیز از نظر عملکرد ماده خشک، قطر ساقه،

متری از سطح دریا) به اجرا درآمد. متوسط بارندگی منطقه ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب 42°C و $-27/8^{\circ}\text{C}$ می‌باشد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک تعیین شده است (Aghajani Mazandarani, 2000). این آزمایش با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد، به نحوی که در کرت‌های اصلی فواصل آبیاری (یک هفته (I1) - دو هفته (I2) - سه هفته (I3) - چهار هفته (I4)) و گونه‌های مختلف زراعی علوفه‌ای در سه سطح (ذرت (C)، ارزن (M) و سورگوم (S)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. ذرت (*Zea mays* L.) مورد استفاده رقم سینکل کراس ۷۰۴ با طول دوره رویش ۱۳۵-۱۲۵ روز که این هیبرید دو منظوره (دانه‌ای - علوفه‌ای) می‌باشد و در کلیه مناطق کشور به استثناء مناطق سرد کوهستانی به عنوان کشت بهاره قابل توصیه می‌باشد. ارزن (*Pennisetum americanum*) مورد استفاده رقم نوتریفید و سورگوم علوفه‌ای مورد استفاده رقم اسپیدفید (*Sorghum bicolor*) بود که هر دو رقم علوفه‌ای هستند. طول هر کرت فرعی ۸ متر و عرض آن ۳ متر و فاصله کرت‌های فرعی ۰/۷۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۰/۵۰ متر در نظر گرفته شد همچنین در یک بلوک فاصله بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک ۳ متر در نظر گرفته شد تا رطوبت کرت‌های مجاور اثری روی هم نداشته باشند. زمین محل اجرای طرح در سال قبل تحت آیش بود. تاریخ کاشت ۱۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۱ بود. قبل از کاشت ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به زمین اضافه شد. بعد از سبز شدن در سه نوبت و در هر نوبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) بصورت سرک به زمین داده شد و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع برای ذرت، ارزن و سورگوم در نظر گرفته شد که یک ماه بعد از کاشت انجام شد همراه با تنک کردن عملیات وجین علف‌های هرز نیز انجام گرفت. بعد از تعیین تراکم اولین کود اوره بصورت سرک داده شد و تمام تیمارها آبیاری شدند و از این تاریخ به بعد تیمارهای آبیاری به فواصل یک هفته - دو هفته - سه هفته و چهار هفته اعمال شدند شروع پنجه‌زنی در ارزن و سورگوم به ترتیب ۱۹ و ۳۲ روز بعد از کاشت

می‌باشد که با یافته‌های Bittman et al. (1981)، Berenguer & Faci (2001)، Nakhoda et al. (2000) و Vough & Marten (1971) مطابقت دارد.

ذرت علوفه‌ای درمقایسه با ارزن و سورگوم علوفه‌ای از عملکرد ماده خشک بالاتری برخوردار بود. دلیل بالا بودن مقدار عملکرد علوفه خشک ذرت را می‌توان به داشتن بافت‌های خشبی‌تر در مقایسه با ارزن و سورگوم علوفه‌ای نسبت داد.

بر اساس جدول ۲ با افزایش فواصل آبیاری ارتفاع بوته کاهش یافت. Pendleton et al. (1994) و Sonon et al. (1990) و Wilson (1981) ارتفاع بوته را یکی از صفات مورفولوژیکی مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی عنوان کردند. در برداشت سوم بین ارزن و سورگوم علوفه‌ای اختلافی در ارتفاع بوته وجود نداشت به نظر می‌رسد کوتاهی دوره رشد مجدد و برخورد با سرمای انتهایی فصل گیاهان فرصت لازم برای طویل شدن ساقه نداشتند. با توجه به اینکه در برداشت اول ارتفاع سورگوم در مقایسه با ارزن و ذرت علوفه‌ای بیشتر بود به نظر می‌رسد که این صفت در مقایسه با گیاهان دیگر کمتر تحت تاثیر تنش آب قرار گرفته است.

تعداد گره، عملکرد ساقه، عملکرد غلاف برگ و عملکرد گل آذین در برداشت اول اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱).

در برداشت دوم نتایج نشان داد که فواصل آبیاری (I) تاثیر معنی داری بر کلیه صفات داشت و بین گیاهان مورد مطالعه (P) از نظر تعداد پنجه، عملکرد برگ و عملکرد غلاف برگ در برداشت دوم اختلاف معنی‌دار وجود داشت ولی از نظر سایر صفات اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، همچنین در این برداشت بین تیمارهای دور آبیاری و نوع گیاه از نظر عملکرد برگ و عملکرد گل‌آذین اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول ۱). بین ارزن و سورگوم علوفه‌ای در برداشت سوم در دور آبیاری یک هفته (I۱) تنها از نظر قطر ساقه و تعداد پنجه اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱).

همانطور که در جدول های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود با افزایش فواصل آبیاری عملکرد ماده خشک در برداشت اول و دوم کاهش یافت بطوریکه دور آبیاری یک هفته (I۱) بالاترین و دور آبیاری چهار هفته (I۴) از کمترین عملکرد ماده خشک برخوردار بود این موضوع نشان‌دهنده اثر سوء کم آبی بر عملکرد ماده خشک

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در فواصل مختلف آبیاری در ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد گره	تعداد پنجه	عملکرد برگ	عملکرد ساقه	عملکرد غلاف برگ	عملکرد نسبت برگ
برداشت اول										
I†	۳	۱۵۰/۱۰**	۱۷۹۲/۲۹**	۱۳/۲۲**	۱۴/۱۲*	۰/۳۲ ^{ns}	۵/۲۱۶**	۳۶/۴۰**	۴/۰۹**	۳/۹۲*
خطا	۹	۱۳/۹۱	۹۲/۰۶	۱/۵۶	۲/۷۷	۲/۷۰	۰/۵۰	۳/۷۴	۰/۲۹	۰/۹۷
P‡	۲	۳۶/۶۰**	۱۱۳۴۶/۹۴**	۸۲/۹۴**	۶۹/۹۴**	۴۶۵/۶۶**	۵/۲۱**	۳۰/۲۷**	۱/۷۹**	۴/۲۴**
I×P	۶	۳۹/۲۹**	۲۰۰/۵۳ ^{ns}	۴/۶۵*	۹/۷۶**	۰/۵۱ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۵/۰۱*	۱/۵۸**	۴/۶۶**
خطا	۲۴	۴/۴۳	۹۳/۳۴	۱/۵۶	۱/۸۴	۲/۱۲۴	۰/۶۸	۱/۷۰	۰/۲۳	۰/۶۹
برداشت دوم										
I	۳	۲۷/۰۹**	۱۴۲۷۸/۳۰**	۱۹/۵۲**	۸۴/۰۶**	۴۵/۲۵*	۳/۲۲**	۵/۰۵**	۰/۹۹**	۰/۰۴*
خطا	۹	۱/۳۱	۷۴۴/۷۴	۱/۰۳	۶/۵۹	۷/۴۳	۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۰۷	۰/۰۰۷
P	۱	۰/۴۱ ^{ns}	۱۹۳۱/۳۱ ^{ns}	۰/۱۵۱ ^{ns}	۶/۸۴ ^{ns}	۱۲۰/۹۰*	۱/۰۳**	۰/۴۸ ^{ns}	۰/۱۳*	۰/۰۰۱ ^{ns}
I×P	۳	۰/۲۹ ^{ns}	۶۷۹/۲۶ ^{ns}	۳/۷۵ ^{ns}	۱/۵۶ ^{ns}	۳۶/۷۱ ^{ns}	۰/۶۲**	۱/۱۸ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۹**
خطا	۱۲	۰/۹۶	۱۰۴۶/۸۵	۱/۲۸	۲/۲۳	۱۴/۵۰	۰/۰۸	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۰۱
برداشت سوم										
P	۱	۰/۰۰۲ ^{ns}	۸۰/۶۴ ^{ns}	۱۰/۱۲**	۳/۳۸ ^{ns}	۷۸/۱۲*	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	. ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}
خطا	۶	۰/۰۱۸	۱۳۷/۱۳	۰/۷۴	۲/۱	۱۳/۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰

* معنی دار در سطح ۰/۰۵، ** معنی دار در سطح ۰/۰۱، ^{ns} در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست.

I† تیمار دور آبیاری، P‡ گیاهان علوفه‌ای (ارزن، سورگوم و ذرت)، || I×P اثر متقابل دور آبیاری و گیاهان علوفه‌ای.

تعداد گره در بوته کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲ و ۳) این کاهش را می‌توان به کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش آب نسبت داد. بین برداشته‌ها از نظر تعداد گره نیز اختلاف وجود داشت بطوریکه در برداشت اول تعداد گره در هر بوته نسبت به برداشت دوم و سوم بیشتر بود ذرت نسبت به ارزن و سورگوم دارای تعداد گره بیشتری بود که می‌توان آنرا به ارتفاع بیشتر آن نسبت داد.

در برداشت اول بین تیمارهای دور آبیاری اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد پنجه وجود نداشت اما در برداشت دوم بین تیمارها اختلاف معنی‌دار بود. بصورتی که تیمار دور آبیاری دو هفته کمترین تعداد پنجه را دارا بود. Wilson (1981) عنوان کرد که گیاهان تحت تنش آب تعداد پنجه بیشتری تولید می‌کنند. اما Bittman et al. (1981) عنوان کردند که پنجه‌ها نسبت به برگ‌ها کمتر تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرند در مقایسه بین برداشته‌ها مشاهده شد که تعداد پنجه در برداشت دوم نسبت به برداشت اول بیشتر بود که

بین بیشترین قطر ساقه در برداشت اول و بیشترین قطر ساقه در برداشت دوم اختلاف وجود داشت بطوریکه در برداشت اول بیشترین قطر مربوط به دور آبیاری دو هفته یک بار (I۲) با ۱۳/۲۷ میلی‌متر و در برداشت دوم بیشترین قطر مربوط به دور آبیاری یک هفته یک بار (I۱) با قطری معادل ۹/۸۷ میلی‌متر بود. نتایج مربوط به قطر ساقه در برداشت اول نشان می‌دهد که قطر ساقه ذرت نسبت به ارزن و سورگوم علوفه‌ای بیشتر بود. Jekendra (1999) گزارش کرد که قطر ساقه ذرت نسبت به سورگوم بعد از مرحله رسیدگی بیشتر می‌باشد. اثر متقابل فواصل آبیاری و گیاهان علوفه‌ای (P×I) بر قطر ساقه در برداشت اول نشان داد که با افزایش دور آبیاری تغییرات قطر ساقه گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه از یک روند مشخصی تبعیت نمی‌کنند (جدول ۲). به نظر می‌رسد تغییرات قطر ساقه در گیاهان مختلف تحت تاثیر عوامل محیطی و ژنتیکی می‌باشد بر اساس نتایج حاصله با افزایش دور آبیاری از دو هفته (I۲) به بعد

جدول ۲- میانگین صفات مورد مطالعه در برداشت اول در تیمارهای مختلف آبیاری در گیاهان ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای

تیمار	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد گره	تعداد پنجه	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل آذین نسبت به ساقه
I۱	۱۰/۷۹a	۱۷۹a	۱۰/۷c	۱۰/۲۱ab	۶/۳۳a	۲/۹۶a	۴/۵۰a	۱/۹۱a	۴/۹۱a
I۲	۹/۲۵a	۱۳۳/۱۳b	۱۳/۲۶a	۱۱/۴۱a	۶/۰۱a	۲/۹۳a	۳/۴۱a	۱/۸۲a	۱/۳۰a
I۳	۴/۳۹b	۹۷c	۱۲/۰۸b	۹/۱b	۶/۱۱a	۱/۸۱b	۱/۲۸b	۰/۹۴b	۱۱/۶۰a
I۴	۳/۶۴b	۹۲/۹۱c	۱۱/۹۵b	۹/۱۸b	۵/۹۶a	۱/۷۹b	۰/۸۴b	۰/۷۸b	۶/۱۹a
M	۵/۳۶b	۹۴/۱۲b	۱۰/۸۱b	۷/۸۲c	۱۱/۷۵a	۳/۰۳a	۰/۹۲b	۱/۱۴b	۱۶/۳۷a
S	۷/۳۷a	۱۴۲/۳۵a	۱۰/۵۶b	۱۰/۱۱b	۵/۵۷b	۲/۰۹b	۳/۳۲a	۱/۱۹b	۰/۷۷a
C	۸/۳۲a	۱۳۷/۸۱a	۱۴/۶۲a	۱۲a	۱c	۲b	۳/۲۸a	۱/۷۵a	۰/۸۶a
I۱ M	۶/۳۷cd	۱۲۸/۲۵b	۱۰/۳۵ef	۷/۱cd	۱۲a	۳/۲۰ab	۱/۹۶cde	۱/۱۱cd	۱۳/۵۹ab
I۱ S	۸/۷۶bc	۱۸۵/۵a	۸/۶۵f	۸/۹۵bc	۵/۸b	۲/۴۶abc	۴/۶۵b	۱/۲۹bcd	۰/۶۵b
I۱C	۱۷/۲۴a	۲۱۴/۲۵a	۱۳/۱bc	۱۴/۶a	۱c	۳/۲۱ab	۶/۹۱a	۳/۳۲a	۰/۴۹b
I۲ M	۷/۴۳c	۱۲۹/۷۵b	۱۲/۶cd	۱۰/۲b	۱۲a	۳/۶۵a	۱/۳۵de	۱/۵bc	۲/۷۱b
I۲ S	۱۱/۵۹b	۱۲۸/۶۶b	۱۲/۵۵cd	۱۰/۸۵b	۰b۵/۵	۳/۲۲ab	۵/۱۳ab	۱/۹۲b	۰/۶۶b
I۲C	۸/۷۲bc	۱۴۱b	۱۴/۶۵ab	۱۳/۲a	۱c	۱/۹۱bc	۳/۷۷bc	۲/۰۴b	۰/۵۲b
I۳ M	۳/۵۵d	۵۹c	۱۰/۸۵de	۶/۶۵d	۱۱/۶۵a	۲/۳۸abc	۰/۱۹e	۰/۹۷cd	۳۲/۸۱a
I۳ S	۵/۷۱cd	۱۳۳/۵b	۱۰/۵۵ef	۱۰/۴b	۵/۷b	۱/۵۰c	۲/۳۷cd	۰/۹۶cd	۰/۷۶b
I۲C	۳/۹۲d	۹۸/۵bc	۱۴/۸۵ab	۱۰/۲۵b	۱c	۱/۵۵c	۱/۲۷de	۰/۸۹cd	۱/۲۵b
I۴ M	۴/۰۹d	۵۹/۵c	۹/۴۵ef	۷/۳۵cd	۱۱/۱۵a	۲/۸۸ab	۰/۱۹e	۱/۰۱cd	۱۶/۳۷ab
I۴ S	۳/۴۱d	۱۲۱/۸b	۱۰/۵ef	۱۰/۲۵b	۵/۷۵b	۱/۱۶c	۱/۱۵de	۰/۶۱d	۱/۰۲b
I۴C	۳/۴۱d	۹۷/۵bc	۱۵/۹a	۹/۹۵b	۱c	۱/۳۳c	۱/۱۹de	۰/۷۳cd	۱/۱۹b

I۱ دور آبیاری یک هفته، I۲ دور آبیاری دو هفته، I۳ دور آبیاری سه هفته، I۴ دور آبیاری چهار هفته، M ارزن علوفه‌ای، S سورگوم علوفه‌ای، C ذرت علوفه‌ای. مقایسه میانگین‌ها به تفکیک برای فواصل آبیاری، ارقام و اثر متقابل بین فواصل آبیاری و ارقام به روش آزمون دانکن انجام شد. حروف مشابه در هر گروه با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

ذرت و سورگوم علوفه‌ای، ارزن دارای بیشترین عملکرد برگ بود که می‌توان آنرا به دلیل تولید پنجه‌های بیشتر در مقایسه با سورگوم و ذرت نسبت داد که Nakhoda et al. (2000) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

با کاهش فواصل آبیاری عملکرد ساقه افزایش یافت، Wilson (1981) و Buxton (1996) گزارش کردند که تنش ملایم خشکی روی ارزن (*Panicum maximum*) و بافل گراس (*Cenchrus ciliaris*) و اسپارگراس (*Heteropogon cotortus*) مانع توسعه ساقه می‌شود، که با نتایج حاصله از این بررسی مطابقت دارد. عملکرد ساقه ذرت و سورگوم نسبت به ارزن بیشتر بود که دلیل آن ارتفاع کمتر، تعداد پنجه بیشتر و پر برگ تر بودن ارزن می‌باشد در ذرت و سورگوم ساقه‌ها توسعه بیشتری پیدا می‌کنند و تعداد برگ‌ها نیز محدود می‌باشد بنابراین عملکرد ساقه بیشتری نسبت به ارزن تولید می‌کنند.

می‌تواند به دلیل حذف غالبیت انتهایی باشد که بعد از برداشت اول پنجه‌زنی تحریک می‌شود (Walton, 1982). ذرت از جمله گیاهانی است که کمترین پنجه را در بین گیاهان علوفه‌ای خانواده غلات تولید می‌کند لذا در این مطالعه رقم مورد استفاده پنجه‌ای تولید نکرد اما در ارزن و سورگوم هنوز پنجه‌زنی یکی از عوامل عمده در جبران کاهش عملکرد در اثر تراکم پایین و یا تنش‌های محیطی می‌باشد و ارزن نسبت به سورگوم توانایی تولید پنجه بیشتری دارد (Bidinger & Raju, 2000; McCormick et al., 1995).

با کاهش فواصل آبیاری علیرغم کاهش درصد برگ عملکرد برگ افزایش یافت با توجه به اینکه عملکرد برگ حاصل ضرب درصد برگ در عملکرد کل ماده خشک می‌باشد به نظر می‌رسد که افزایش تجمعی کل ماده خشک نقش بیشتری را در مقایسه با درصد برگ در افزایش عملکرد برگ داشته است. در بین سه گیاه ارزن،

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در برداشت دوم در تیمارهای مختلف آبیاری در گیاهان ارزن و سورگوم علوفه‌ای

تیمار	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد گره	تعداد پنجه	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل نسبت به ساقه
I1	۵/۲۳a	۱۴۲/۲۲a	۹/۸۷a	۷/۹a	۱۷/۱۵a	۲/۲۴a	۱/۷۷a	۱/۰۶a	۰/۱۵a
I2	۳/۲۳b	۷۹/۰۵b	۷/۵۷b	۵/۲۲a	۱۲/۸۰b	۱/۳۴b	۰/۹۷b	۰/۷۸a	۰/۱۲a
I3	۱/۵۱b	۵۶/۴۵b	۶/۸۲bc	۱/۷۵b	۱۸/۲۷a	۰/۹۶b	۰/۱۵c	۰/۳۸b	۰/۰۲b
I4	۱/۲۶b	۴۹/۳۵b	۶/۳۵c	۰/۸۷b	۱۶/۶۵a	۰/۸۴b	۰/۰۹c	۰/۳۱b	۰/۰۷b
M	۲/۹۲a	۷۴a	۷/۷۲a	۴/۴۰a	۱۴/۲۷b	۱/۵۲a	۰/۶۲a	۰/۶۹a	۰/۰۷a
S	۲/۶۹a	۸۹/۵۳a	۷/۵۸a	۳/۴۷a	۱۸/۱۶a	۱/۱۷b	۰/۸۷a	۰/۵۷b	۰/۰۸a
I1M	۵/۱۱a	۱۲۲/۹۰ab	۱۰/۷۵a	۸/۶۵a	۱۷/۹۵ab	۲/۷۹a	۱/۰۸b	۱/۲۳a	۰b
I1S	۵/۳۶a	۱۶۱/۵۵a	۹b	۷/۱۵ab	۱۶/۳۵abc	۱/۷۰b	۲/۴۷a	۰/۸۸ab	۰/۳۰a
I2M	۳/۳۶b	۶۸/۱۵c	۷/۱۰cd	۶/۱۵bc	۱۰/۰۵c	۱/۲۴bcd	۱/۱۰b	۰/۷۸ab	۰/۲۲a
I2S	۳/۱۰bc	۸۹/۹۵bc	۸/۰۵bc	۴/۳۰c	۱۵/۵۵bc	۱/۴۴bc	۰/۸۵b	۰/۷۸ab	۰/۰۲b
I3M	۱/۶۲cd	۵۷/۳۵c	۶/۳۰cd	۱/۹۰d	۱۴bc	۰/۹۹cde	۰/۲۱b	۰/۳۸b	۰/۰۴b
I3S	۱/۴۰d	۵۵/۵۵c	۷/۳۵bcd	۱/۶۰d	۲۲/۵۵a	۰/۹۲de	۰/۰۹b	۰/۳۷b	۰b
I4M	۱/۶۰cd	۴۷/۶۰c	۶/۷۵cd	۰/۹۰d	۱۵/۱۰bc	۱/۰۸cde	۰/۱۱b	۰/۳۹b	۰/۰۱b
I4S	۰/۹۲d	۵۱/۱۰c	۵/۹۵d	۰/۸۵d	۱۸/۲۰ab	۰/۶۰e	۰/۰۷b	۰/۲۳b	۰b

I1 دور آبیاری یک هفته، I2 دور آبیاری دو هفته، I3 دور آبیاری سه هفته، I4 دور آبیاری چهار هفته، M ارزن علوفه‌ای، S سورگوم علوفه‌ای، C ذرت علوفه‌ای. مقایسه میانگین‌ها به تفکیک برای فواصل آبیاری، ارقام و اثر متقابل بین فواصل آبیاری و ارقام به روش آزمون دانکن انجام شد. حروف مشابه در هر گروه با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

جدول ۴- میانگین صفات مورد مطالعه در برداشت سوم در دور آبیاری یک هفته (I1) در گیاهان ارزن و سورگوم علوفه‌ای

تیمار	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد گره	تعداد پنجه	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل آذین نسبت به ساقه
M	۰/۴۵a	۵۵/۴۵a	۶/۳۰a	۱/۸۰a	۱۵/۸۰b	۰/۳۱a	۰/۰۴a	۰/۱۰a	۰/۰۰۲a
S	۰/۴۹a	۴۹/۱۰a	۴/۰۵b	۰/۵۰a	۲۲/۰۵a	۰/۳۶a	۰/۰۱a	۰/۱۱a	۰a

M ارزن علوفه‌ای، S سورگوم علوفه‌ای. حروف مشابه با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

با افزایش فواصل آبیاری از یک هفته به چهار هفته نسبت برگ به ساقه افزایش یافت این موضوع با یافته‌های Wilson (1983) که عنوان کرد در تنش خشکی نسبت برگ به ساقه بالا می‌رود مطابقت دارد، نسبت برگ به ساقه در ارزن نسبت به سورگوم و ذرت بسیار بالاتر بود و اختلاف معنی‌داری با آنها داشت که این موضوع نشان دهنده خشکی‌تر بودن علوفه ذرت و سورگوم می‌باشد. ساقه اصلی در ذرت و سورگوم در مقایسه با ارزن قوی‌تر و ارتفاع بیشتری دارد همچنین سورگوم و ذرت از تعداد پنجه و برگ کمتری برخوردار است.

عملکرد غلاف برگ در تمام برداشت‌ها با افزایش فواصل آبیاری کاهش یافت که این مطلب به کاهش عملکرد کل ماده خشک در اثر تنش خشکی که توسط

در نهایت عملکرد کل علوفه خشک با افزایش فواصل آبیاری کاهش یافت که نتیجه تاثیر خشکی بر تولید مواد فتوسنتزی است. با افزایش فواصل آبیاری ارتفاع بوته به دلیل اثر باز دارندگی خشکی بر توسعه ساقه، کاهش یافت و به واسطه کاهش ارتفاع در اثر کمبود آب تعداد گره و عملکرد ساقه کاهش و نسبت برگ به ساقه افزایش یافت.

عملکرد غلاف برگ در تمام برداشت‌ها با افزایش فواصل آبیاری کاهش یافت که این مطلب به کاهش عملکرد کل ماده خشک در اثر تنش خشکی که توسط

REFERENCES

1. Aghajani Mazandarani, G. (2000). *Agronomical analysis of the characteristics of the precipitation in Khorasan province*. M. Sc. thesis Fac. Agric. Ferdowsi University of Mashhad Iran. (In Farsi).
2. Berenguer, M. J. & Faci, J. M. (2001). Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy*, 15: 43-55.
3. Bidinger, F. R., & Raju, D. S. (2000). Mechanisms of adjustment by different pearl millet plant type to varying plant population densities. *Journal of Agricultural Sciences*, 134, 181-189.
4. Bittman, S., Simpson, G. M. & Mir, Z. (1981). Effect of drought on leaf senescence and forage quality of three temperate grasses. In: *Proceedings of the 15th International Grassland Conference*, Kyoto, Japan, pp. 360-362.
5. Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 59, 37-49.
6. Clough, A. & Hunter, M. N. (2003). Stem diameter: A rapid accurate parameter for monitoring growth of sorghum. In: *Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference*. Geelong. Retrieved June 22, 2005, from <http://www.regional.org.au/au/asa/2003/p/4/clough.htm>.
7. Craufurd, B. Q. & Bidinger, F. R. (1988). Effect of the duration of the vegetative phase on crop growth, development and yield in two contrasting pearl millet hybrids. *Journal of Agricultural Sciences*, Cambridge, 110, 71-79.
8. Cummins, D. G. (1981). Yield and quality changes with maturity of silage-type sorghum fodder. *Agronomy Journal*, 73, 988-990.
9. Holt, R. F. & Timmons, D. R. (1968). Influence of precipitation, soil water, and plant population interactions on corn grain yield. *Agronomy Journal*, 60, 379-381.
10. Huda, A. K. S. (1988). Simulating growth and yield responses of sorghum to changes in plant density. *Agronomy Journal*, 80, 541-547.
11. Jekendra, Y. (1999). Physical and morphological properties of forage crops with reference to cutting. *Archivos de Zootecnia*, 48, 75-78.
12. Kang, Sh., Shi, W. & Zhang, J. (2000). An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Research*, 67, 207-214.
13. Masuda, Y. (1977). Comparison of the in vitro dry matter digestibility of forage oats grown under different temperatures and light intensities. *Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 21, 17-24.
14. McCormick, M. E., Morris, D. R., Ackerson, B. A. & Blouim, D. C. (1995). Ratoon cropping forage sorghum for silage: Yield, fermentation, and nutrition. *Agronomy Journal*, 87, 952-957.

15. Mirlohi, A. F., Bozorgyar, N. & Basiri, M. (2000). The effect of nitrogen fertilizer on growth, yield and silage quality of three forage sorghum. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 4, 105-116. (In Farsi).
16. Nakhoda, B., Hashemi Dezfouli, A. & Banisadr, N. (2000). Water stress effect on forage yield and quality of pearl millet (*Pennisitum americanum* (L.) Var. Nutrifeed). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 31, 701-712. (In Farsi).
17. Pendleton, B.B., Teetce, G.L. & Peterson, G.C. (1994). Phenology of sorghum flowering. *Crop Sciences*, 34: 1263-1266.
18. Pitman, W. D., Vietor, D. M. & Holt, E. C. (1981). Digestibility of Klein grass forage grown under moisture stress. *Crop Sciences*, 21, 251-253.
19. Sepaskhah, A. R. (1996). Relationships between yield crop water stress index (CWSI) and transpiration of cowpea (*Vigna unguiculata* L). *Agronomie Paris*, 16(5), 269-279.
20. Snyman, L. D. & Joubert, H. W. (1996). Effect of maturity stage and method of Preservation on the yield and quality of sorghum. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 63-73.
21. Sonon, R. N., Suazo, R., Pfaff, L., Dickerson, J. T. & Bolsen, K. K. (1990). *Effects of maturity at harvest and cultivar agronomic performance of forage sorghum and the nutritive value of selected sorghum silages*. (Report of Progress 629.) Agricultural Experiment Station Kansas State University, Manhattan, Waltcr. R. Woods. Director
22. Tolera, A., SundldQI, F. & Said, A.N. (1998). The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover. *Animal Feed Science and Technology*, 75, 157-168.
23. Van Soest, P. J., Mertens, D. R. & Deinum, B. (1978). Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *Journal of Animal Sciences*, 47, 712-720.
24. Vough, L. R. & Marten, G. C. (1971). Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. *Agronomy Journal*, 63, 40-42.
25. Walton, P. D. (1982). *Production and Management of Cultivated Forages*. Reston Publishing Company.
26. Wilson, J. R. (1981). Effects of water stress on herbage quality. In: *Proceedings of the 15th International Grassland Conference*, Lexington, Ky, U. S. A. 1981, pp.470-472.
27. Wilson, J. R. (1983). Effect of water stress on in vitro dry mater digestibility and chemical composition of herbage of tropical pasture species. *Australian Journal of Agricultural Research*, 34: 377-390.
28. Wilson, J. R. & Ng, T. T. (1975). Influences of water stress on parameters associated with herbage quality of *Panicum maximum* var. trichoglume. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26, 127-136.