

## اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم بر تولید علوفه سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید

فاطمه خضرلو<sup>۱</sup> - فرزاد جلیلی<sup>۲</sup> - جواد خلیلی محله<sup>۳</sup>

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش کم آبیاری و مقادیر مصرف عناصر نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید (*Sorghum bicolor* L. Moench) در کشت دوم برای برداشت سیلویی طی سال زراعی ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی انجام گرفت. آزمایش به صورت اسپلت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده گردید. تیمار های آزمایشی عبارت بودند از: سطوح تنش رطوبتی در سه سطح (I1=70)، (I2=105)، (I3=140) میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان فاکتور اصلی و فاکتور فرعی شامل مصرف نیتروژن در سه سطح N3، N2، N1 به ترتیب در مقادیر ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و پتاسیم در سه سطح K3، K2، K1 به ترتیب در مقادیر ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم بود، محلول پاشی اوره نیز به میزان ۳۳ کیلوگرم در هکتار در مرحله آبستنی گیاه مصرف گردید. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، تعداد پنجه، نسبت برگ به ساقه، عملکرد علوفه تر، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک خوشه، محتوای آب نسبی برگ (RWC) و میزان سبزیگی بودند. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان دادند که ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، مقدار آب نسبی برگ و میزان سبزیگی تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفتند اما در مورد صفات دیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد، همچنین کاربرد مقادیر کودی باعث افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، عملکرد خوشه و میزان سبزیگی گردید طوری که مصرف کود نیتروژن و پتاسیم به ترتیب در مقادیر ۵۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش صفات مذکور شد. بنابراین در شرایط تنش رطوبتی مصرف پتاسیم می تواند در افزایش عملکرد گیاه موثر واقع گردد.

**کلمات کلیدی:** تنش رطوبتی، پتاسیم، سورگوم علوفه ای، عملکرد، نیتروژن

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۶

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران (نویسنده مسئول)

Email: Fatemeh\_khezerloy@yahoo.com

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران

۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران

## مقدمه و بررسی منابع علمی

یکی از دلایل عمده پایین ن بودراندمان تولید محصول، بروز تنش های محیطی از جمله، تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد می باشد (Sepehri et al., 2002).

در مناطق خشک و نیمه خشک، پایین بودن میزان نزولات از یک طرف و محدود بودن منابع آبی از طرف دیگر باعث شده تا کشاورزان جهت تامین انرژی، پروتئین و سایر نیازهای تغذیه ای دام، مایل به کشت محصولاتی باشند که اولاً نسبت به شرایط نامساعد محیطی مثل خشکی متحمل بوده و ثانیاً، بتوانند حداکثر عملکرد و انعطاف پذیری را در سیستم های زراعی در بعد زمان ایفا کنند (Rahnama et al., 2008). سورگوم علوفه ای با نام علمی *Sorghum bicolor* L. Moench از جمله گیاهانی است که تا حد زیادی می تواند شرایط فوق را تامین نماید. این گیاه خاص مناطق گرم و خشک بوده که با سازگاری وسیع حرارتی، رطوبتی و راندمان مصرف آب بالا به دلیل سیستم فتوسنتز  $C_4$  (Mazaheri Lagab., 2008)، نیاز کودی پایین، سرعت رشد بالا، کم بودن ضایعات و تلفات برگ نسبت به سایر گیاهان علوفه ای، بالا بودن میزان فتوسنتز، تولید علوفه ی تر، خشک و سیلوئی و قدرت پنجه زنی بالا با قابلیت کشت دوم در مناطق معتدله از جمله آذربایجان، گیاه زراعی مهمی محسوب می شود (Khalili Mahalleh et al, 2007; Kazemi Arbat, 2000).

ولدآبادی و همکاران (Valadabadi et al., 2000) در بررسی اثر تنش خشکی بر خواص کمی و کیفی ذرت، سورگوم و ارزن دریافتند که شاخص سطح برگ، سرعت رشد مطلق، عملکرد دانه، درصد پروتئین و نشاسته به شدت تحت تأثیر تنش قرار گرفتند ولی شدت اثر تنش در بین گیاهان مختلف، متفاوت می باشد طوری که در ذرت شدید تر از ارزن و سورگوم است، در این بررسی مشاهده شد که بیشترین درصد پروتئین و عملکرد علوفه ی تر و خشک مربوط به سورگوم می باشد. تمامی ارقام سورگوم در طول دوره ی خشکی به حالت رکود مانده و توانایی از سر گیری رشد را بعد از رفع این دوره دارند (Khalili Mahalleh et al., 2007). نیاز غذایی گیاهان موقعی که در شرایط تنش رطوبتی قرار می گیرند متفاوت از شرایط بدون تنش خواهد بود زیرا در چنین شرایط به علت محدودیت رطوبت و رشد کم گیاه، جذب عناصر غذایی با مشکل روبرو خواهد شد، از سوی دیگر عرضه زیاد عناصر غذایی ممکن است به افزایش یا کاهش اثرات اسمزی منجر گردد. از میان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم عناصری هستند که تغییر در مقادیر قابل دسترس آنها بویژه نیتروژن در شرایط تنش آب عملکرد گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد. رونالد و روبرت (Ronald and Robert, 2005) در بررسی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه ای در کانادا، دریافتند که میزان نیاز سورگوم علوفه ای

همکاران (Mahmud et al., 2003) نیز معتقد بودند که افزایش مصرف کودهای نیتروژن دار و فسفردار در سورگوم علوفه ای باعث افزایش تدریجی در ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ در واحد سطح و عملکرد علوفه شده و منجر به افزایش تدریجی در پروتئین، فیبر خام و درصد خاکستر خواهد شد. هورموتز و همکاران (Harumoto et al., 1988) با مصرف کود نیتروژن، بیش از مقدار توصیه شده به صورت سرک به این نتیجه رسیدند که مقدار ماده ی خشک در صورتی که سورگوم در مرحله ی آبستنی برداشت شود به طور قابل ملاحظه ای افزایش خواهد یافت.

پتاسیم نیز در تنظیم روابط آبی گیاه و جلوگیری از هدر رفتن آب نقش تعیین کننده دارد، بنابراین در شرایط تنش که گیاه با کمبود آب مواجه می شود وجود پتاسیم کافی سبب حفظ فعالیت فتوسنتزی و یا جلوگیری از کاهش شدید فتوسنتز می شود (Morgan, 1984).

فوشنگ (Fusheng, 2006) بیان نمود که پتاسیم گیاه را در برابر تنش های خشکی، دمای بالا، سرما، امراض، شوری و ورس و خوابیدگی مقاوم می کند. پتاسیم زمینه فعالیت طیف وسیعی از سیستم های آنزیمی که نقش تنظیم کننده در میزان فتوسنتز، افزایش کارایی مصرف آب و نیز حرکت نیتروژن و ساختمان پروتئین دارند را فراهم می کند (Wajjad et al., 2004).

به کود نیتروژن قبل از کشت و بعد از هرچین برداری به میزان ۱۵۰-۱۱۰ کیلوگرم در هکتار بوده و با مصرف این مقادیر، ماده خشک در واحد سطح افزایش می یابد.

سینگ (Sing, 1998) در تحقیقات خود نشان داد که سورگوم علوفه ای با توجه به کود پذیری بالای آن به نیتروژن، بیشترین کمبود را نیز به این عنصر نشان می دهد، بنابراین بهتر است به هنگام کاشت بذر سورگوم و پس از آن در مرحله ی ۷-۵ برگی و هر یک از چین ها نیاز گیاه به این عنصر را تأمین کرد. این گیاه در مرحله ی گیاهچه کمترین نیاز را به نیتروژن داشته ولی بتدریج با افزایش رشد آن نیازمند کود نیتروژن بیشتری است (Ronald and Robert, 2005). گیراردان (Girardin et al., 1987) اظهار داشتند کمبود نیتروژن بر توزیع میزان مواد فتوسنتزی بین اندام های رویشی و زایشی موثر بوده و مراحل فنولوژیکی رشد و نمو در اثر این کمبود به تاخیر می افتد.

منصوری فر و همکاران (Mansorifar et al., 2005) در بررسی تنش رطوبتی و مصرف نیتروژن بر ذرت اعلام داشتند که اعمال تنش در دوره ی رشد رویشی، گیاه به کاهش رطوبت مقاومت نسبی پیدا کرده و می تواند کاهش رشد خود را جبران و تفاوت چندانی از لحاظ عملکرد با گیاه بدون تنش نداشته باشد. در آزمایش آنها کاهش مقدار نیتروژن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای آن در هر دو شرایط بدون تنش و محدودیت شدید رطوبتی داشته است. محمود و

تمامی تیمارها مصرف گردید. بنابراین فاکتورهای فرعی شامل تیمارهای کودی به شرح زیر می باشد:  $F1=(N1K1)$ ,  $F2=(N2K2)$ ,  $F3=(N3K3)$ , محلول پاشی اوره  $F4=(N1K1)+$  عملیات تهیه بستر کشت شامل شخم، دیسک، تسطیح، تهیه ی پشته و جوی بود. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی متر از همدیگر، فاصله ی گیاه روی ردیف ۵ سانتی متر با طول خطوط کاشت ۴ متر، فاصله بین دو کرت فرعی ۶۰ سانتی متر و بین کرت های اصلی ۱۸۰ سانتی متر نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه تا مرحله ۴ برگی گیاه به طور یکنواخت در تمامی کرتها انجام شد و در مراحل بعدی زمان آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر مطابق با تیمارهای سطوح تنش صورت گرفت. آبیاری کرتها توسط لوله ی پلی اتیلن (سیفون) انجام شد و حجم آب ورودی به داخل کرتها با کنتور آب تعیین گردید. نصف کود نیتروژن به صورت پایه همراه با کل فسفر و پتاسیم پیش بینی شده همزمان با کاشت به صورت نواری و بقیه کود نیتروژن به صورت سرک در طول فصل رشد مصرف شد. در مرحله ی شیری و خمیری شدن دانه، صفات عملکرد علوفه تر و خشک، وزن خشک خوشه، نسبت برگ به ساقه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، تعداد پنجه در بوته، میزان سبزی‌نگی، محتوای آب نسبی (RWC) اندازه گیری شدند. با توزین نمونه ها در زمان برداشت عملکرد علوفه تر محاسبه شد. جهت

هدف از اجرای این پژوهش تعیین نیاز تغذیه ای سورگوم علوفه ای به عناصر نیتروژن و پتاسیم در شرایط عادی و تنش خشکی در شهرستان خوی جهت دستیابی به عملکرد مناسب علوفه می باشد.

### مواد و روش ها

این تحقیق در تیر ماه سال ۱۳۸۸ به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی پیاده شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۱۵۷ متر، متوسط بارندگی سالیانه طی سال ۸۷ در منطقه ۲۹۳ میلی متر بود. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سطوح تنش رطوبتی در سه سطح آبیاری در ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A به عنوان فاکتور اصلی و فاکتور های فرعی شامل مصرف نیتروژن در سه سطح N1، N2، N3 به ترتیب در مقادیر ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ کیلو گرم در هکتار از منبع اوره و پتاسیم در سه سطح K1، K2، K3 به ترتیب در مقادیر (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰) کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم بودند، محلول پاشی اوره به میزان ۳۳ کیلوگرم در هکتار در مرحله آبستنی گیاه انجام شد و فسفر به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل بر اساس نتایج آزمون خام (جدول ۱) در

قطرساقه، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، وزن خشک خوشه و میزان سبزی‌نگی اختلافات معنی داری وجود داشت.

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که اعمال تنش آبی و همچنین تیمارهای کودی بعد از مرحله ۴-۵ برگی بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بوده است (جدول ۲). اثرات متقابل تنش و مقادیر کودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد نیز معنی‌دار بوده است (شکل ۱).

رزمی و قاسمی (Razmi and Gasemi., 2007) کاهش ارتفاع ساقه سورگوم در تنش خشکی را گزارش نموده و بیان کرده‌اند که کاهش ارتفاع در شدت تنش متوسط به علت کاهش طول میانگره و در تنش شدید به علت کاهش تعداد و طول میانگره‌ها بوده است. دک (Dek, 1989) کاهش ارتفاع گیاه را در اثر کمبود آب طی مراحل رشد رویشی ذرت گزارش کرد. کاهش ارتفاع بوته ذرت بواسطه تنش رطوبتی توسط لائور (Lauer, 2003) گزارش شده است.

کوچکی و سرمدنیا (Koucheki and Sarmadnia, 1993) در تحقیقات خود دریافتند که یکی از اثرات کمبود آب، کاهش توسعه سلول از طریق نقصان در آماس سلول است که این امر سبب کاهش طول شدن ساقه می‌شود.

محاسبه علوفه خشک، نمونه ۱۰۰ گرمی از اجزای گیاه، یعنی برگ و ساقه و خوشه گیاه تهیه و در آن به مدت ۳ روز در دمای ۸۰ درجه سلسیوس خشک شد و پس از خنک شدن توزین شد و مجموع وزن آنها به عنوان عملکرد ماده خشک در نظر گرفته شد. ارتفاع گیاه با متر، قطر ساقه با کولیس از سه نقطه اندازه‌گیری شد. تعداد پنجه و برگ از طریق شمارش، میزان سبزی‌نگی پرچم برگ با استفاده از کلروفیل متر تعیین شد. برای محاسبه محتوای رطوبت نسبی برگ یک نمونه ۱ گرمی از پرچم برگ گیاه در ساعت ۱۰ صبح تهیه و بعد از به دست آوردن وزن آماس یافته (وزن برگ اشباع شده از آب در طی ۲ ساعت)، نمونه‌ها در آن در دمای ۹۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و بنابراین وزن خشک آنها محاسبه گردید سپس محتوای آب نسبی برگ طبق فرمول: محتوای آب نسبی برگ = (وزن تر - وزن خشک) ÷ (وزن آماس یافته - وزن خشک) × ۱۰۰ بدست آمد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

### نتایج بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تنش رطوبتی در مرحله ۴-۵ برگی بر سورگوم علوفه‌ای، صفاتی مانند ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، میزان سبزی‌نگی و محتوای آب نسبی برگ را تحت تاثیر قرار داد. از لحاظ مقادیر مصرف کودی نیز بر ارتفاع بوته،

سلیمانپور (Salmanpor, 2007) در تحقیق خود در سورگوم علوفه ای افزایش قطر ساقه را در اثر مصرف بالای کود اوره گزارش کرد. ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که قطر ساقه با تعداد برگ همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۵).

### تعداد برگ

تعداد برگ تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار نگرفت (جدول ۲)، احتمالاً علت آن اعمال تنش رطوبتی بعد از مرحله ۴-۵ برگی باشد که در این مرحله چون تمایز مریستم انتهایی کلیه ی برگها به پایان رسیده بود، بنابراین تعداد کل برگهای گیاه تغییری نکرد. نتایج این تحقیق با نتایج نسमित و ریتیچ (Nesmith and Ritchie, 1992) کاملاً همخوانی دارد، ایشان اعلام کرده اند که کمبود آب در اواخر دوره رشد بر تعداد برگ تاثیر معنی داری ندارد. عامل مهم دیگری که بر تعداد برگ گیاه اثر می گذارد ژنوتیپ گیاه است و سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید از لحاظ ژنتیکی رقمی است که تعداد برگهای آن کمتر تحت تاثیر عوامل تنش زا قرار می گیرد (Kazemi Arbat et al., 2000). نادور و همکاران (Nador et al., 2005) با اعمال تنش رطوبتی روی هیبریدهای ذرت دریافتند که تنش رطوبتی تاثیری بر تعداد کل برگ گیاه نداشته است، بنابراین می توان چنین استنباط کرد که گیاهان تحت تاثیر تنش خشکی بسته به شدت و مدت تنش مواجه کاهش سطح برگ خواهند شد اما تعداد کل برگ

محمود و همکاران (Mahmud et al, 2003) تربتی نژاد و همکاران (Torbatinajad et al, 2000) در تحقیقات خود بر سورگوم علوفه ای اظهار داشتند که افزایش مصرف کود معدنی نیتروژن از منبع اوره باعث افزایش ارتفاع گیاه می شود. ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که ارتفاع بوته با تعداد برگ، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴). از آنجائیکه با افزایش ارتفاع بوته تعداد برگ و بخش هوایی گیاه افزایش می یابد لذا وجود چنین همبستگی معنی دار بین این صفات منطقی به نظر می رسد.

### قطر ساقه

از لحاظ قطر ساقه تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به شاهد دیده نشد (جدول ۲). به نظر می رسد که کمبود آب، بیشتر بر روی ارتفاع بوته تاثیر گذار بوده است. قطر ساقه سورگوم طی دوره رشد و نمو، تحت تاثیر عوامل محیطی نظیر حرارت و رطوبت قرار می گیرد (Wall and William, 1972). اختلاف معنی داری از لحاظ مصرف مقادیر کودی بر این صفت ملاحظه شد (جدول ۲). مصرف بیشتر سطوح کودی مورد مطالعه باعث افزایش قطر ساقه شد به طوری که بیشترین قطر ساقه را تیمار کودی  $F3=N3K3$  با میانگین  $13/7$  میلیمتر و کمترین قطر را تیمار کودی  $F2=N2K2$  با میانگین  $13$  میلیمتر داشت (جدول ۴).

نیترژن اثر معنی داری بر تعداد پنجه سورگوم علوفه ای ندارد. محققین دیگری نیز عدم تاثیر معنی دار کودهای نیترژن و فسفر بر پنجه زنی سورگوم علوفه ای را گزارش کردند ( Kazemi Arbat et al., 2000). در میان انواع سورگوم از نظر پتانسیل پنجه زنی تنوع زیادی مشاهده می شود که این امر به خصوصیات ژنتیکی واریته و شرایط محیطی بستگی دارد ( Kazemi Arbat et al., 2000).

### نسبت برگ به ساقه

تجزیه واریانس داده های آزمایش نشان داد که تاثیر تنش رطوبتی بعد از مرحله ۴-۵ برگی و کاربرد مقادیر کودی بر نسبت وزن خشک برگ به ساقه معنی دار نبود (جدول ۲). افزایش وزن خشک ساقه نسبت به وزن خشک برگ در محصول تولیدی را می توان سرمایه گذاری بیشتر گیاه بر روی مواد فتوسنتزی در ساقه و خشبی بودن ساقه و همچنین افزایش درصد ماده خشک ساقه دانست. در مطالعه حاضر نسبت ماده خشک برگ به ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف کودی قرار نگرفت. تربتی نژاد و همکاران (Torbatinajad et al., 2002) نیز گزارش کردند که افزایش مقدار کودی نیترژن اثر معنی داری بر نسبت برگ به ساقه ندارد.

### عملکرد علوفه تر

وزن علوفه تر به طور معنی داری تحت تاثیر تنش رطوبتی و مقادیر کودی قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش تنش رطوبتی عملکرد

کمتر تحت تاثیر تنش قرار می گیرد. کاربرد مقادیر کودی بر تعداد برگ معنی دار نبود (جدول ۲). دینارد و همکاران ( Daynard et al., 1999) در تحقیقی بر روی ذرت دریافتند که تعداد برگ تحت تاثیر مقادیر کودی نیز قرار نگرفت. اوهارت و آندراد ( Uhart and Andrade, 1995) در بین تیمارهای مختلف مصرف نیترژن، اختلافی بین تعداد برگ گیاه ذرت ملاحظه نکردند. سپهری و همکاران (Sepehri et al., 2002) دریافتند که تعداد نهایی برگ ذرت نیز تحت تاثیر کمبود نیترژن و آب قرار نمی گیرد. ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که تعداد برگ با عملکرد علوفه تر و بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد.

### تعداد پنجه

نتایج تجزیه واریانس داده ها مشخص کرد که تنش رطوبتی تعداد پنجه گیاه را تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۲). تولید پنجه به فضا، میزان جوانه زنی، طول روز و درجه حرارت بستگی دارد (Easson et al., 1993). سطوح کودی بر تعداد پنجه در بوته تاثیر معنی داری داشت طوری که تیمار F4 با میانگین ۳/۸ عدد در گروه آماری a قرار گرفت (جدول ۴) به نظر می رسد محلول پاشی اوره از طریق تاثیر گذاشتن بر تعداد سلول و رشد آن در تعداد پنجه های گیاه موثر بوده است. تربتی نژاد و همکاران ( Torbatinajad et al., 2002) دریافتند که مقادیر مختلف کود

برهم کنش متقابل تنش رطوبتی و مقادیر کودی برای عملکرد علوفه تر معنی دار نشد. بر اساس بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه مشخص شد که عملکرد علوفه تر با عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد (جدول ۵).

### عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک گیاه که نشان دهنده ماده خشک تجمع یافته در اندام های هوایی در زمان برداشت است، در مطالعه حاضر تحت تاثیر تنش خشکی و مقادیر کودی قرار گرفت (جدول ۲)، با افزایش تنش رطوبتی عملکرد بیولوژیک به طور معنی دار کاهش یافت به طوری که طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۲۲/۶۲ تن در هکتار با گروه آماری a در تیمار  $I1=70mm$  به دست آمد.

از لحاظ مقادیر کودی تفاوت معنی داری بر عملکرد بیولوژیک وجود داشت (جدول ۴). بیشترین عملکرد مربوط به بیشترین مقادیر کودی مصرفی یعنی تیمار  $F3=N3K3$  با میانگین ۲۳/۷۱ تن در هکتار بود (جدول ۴). ساوادا و همکاران (Sawada et al., 1995) در تحقیقات خود افزایش عملکرد بیولوژیک را در نتیجه افزایش مصرف سطوح کودی گزارش کرده بودند. کریمی و همکاران (Karimi et al., 1991) اظهار داشته اند که ماده خشک کل اندام های هوایی بر حسب زمان و درجه حرارت روز رشد

علوفه تر به طور معنی دار کاهش یافت. بر اساس مقایسه میانگین انجام شده (جدول ۳) بیشترین عملکرد مربوط به سطح عدم تنش ( $I1=70mm$ ) با میانگین ۸۴/۲ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به سطح تنش شدید ( $I3=140mm$ ) با میانگین ۷۳/۸ تن در هکتار می باشد. مورگان (Morgan, 1984) با مطالعه اثر دور آبیاری بر سورگوم علوفه ای اظهار داشت که عملکرد گیاه در فاصله بیشتر دور آبیاری کاهش چشمگیری نشان می دهد. رزمی و قاسمی (Razmi and Gasemi, 2007) گزارش کردند که تنش خشکی بواسطه تاثیر منفی بر ارتفاع و سایر صفات رویشی موجب افت عملکرد سورگوم می شود. تفاوت معنی داری نیز بین مقادیر کودی برای علوفه تر به دست آمد (جدول ۲). به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به بیشترین مقادیر کودی مصرفی یعنی تیمار  $F3=N3K3$  با میانگین ۸۴/۱ تن در هکتار بود (جدول ۴). گزارشات میرلوحی و همکاران (Mirlohi et al, 2000)، کاظمی اربط و همکاران (Kazemi Arbat et al, 2000) محمود و همکاران (Mahmud et al, 2003) افزایش عملکرد را در نتیجه افزایش کود نیتروژن مصرفی تایید کرده است. خیام باشی و همکاران (Khayyambashi et al., 2007) اظهار داشتند که تیمارهای کودی پتاسیم اثر معنی داری بر تولید سورگوم علوفه ای نداشته است و لیکن عملکرد را نسبت به شاهد به طور متوسط بین ۲ تا ۱۰ درصد افزایش داده است.



### محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC)

محتوای رطوبت نسبی برگ بعد از اعمال تنش رطوبتی به طور معنی دار کاهش یافت، به طوری که شدت تنش باعث کاهش میزان صفت مربوطه گردید. بیشترین میزان RWC در تیمار آبیاری مطلوب ( $I1=70\text{mm}$ ) با میانگین ۸۱٪ و کمترین میزان در تیمار تنش شدید ( $I3=140\text{mm}$ ) با میانگین ۸۱٪ درصد به دست آمد (جدول ۳). آتیا (Atteya, 2003) طی آزمایشی با اعمال تنش در مراحل مختلف رویشی و زایشی ذرت تاثیر معنی دار تنش رطوبتی را بر RWC گزارش کرد. بویر (Boyer, 1996) نیز در تحقیقی اثر تنش رطوبتی را بر کاهش RWC گزارش کرد. در آزمایش حاضر تاثیر سطوح کودی بر صفت مذکور معنی دار نبود (جدول ۳). چنین استنباط می شود که پتاسیم از طریق خاصیت تطبیق اسمزی، در افزایش مقدار آب نسبی گیاه اهمیت داشته به این دلیل که اگر میزان پتاسیم کاهش یابد، روزه ها به طور مطلوب به وظایف خود عمل نکرده و لذا فرآیند فتوسنتز مختل و میزان نسبی آب بافت به هم می خورد (Fusheng, 2006). در بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مشخص شد که مقدار آب نسبی گیاه با میزان سبزینگی همبستگی منفی و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد داشته است (جدول ۵).

### میزان سبزینگی

میزان سبزینگی گیاه به طور معنی داری تحت تاثیر تنش خشکی و مقادیر کودی قرار گرفت (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل تنش رطوبتی

تغییر می کند. مجیدیان و غدیری (Majidian and Ghadiri, 2003) در تحقیقات خود روی ذرت دریافتند که کمبود نیتروژن احتمالا به علت کاهش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، نسبت فتوسنتز گیاه و همچنین کارایی استفاده از نور کاهش می یابد، و به تبع آن عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش خواهد یافت. کاهش بیوماس کل در مقادیر کم مصرف نیتروژن توسط گیراردان و همکاران (Girardin et al., 1987) نیز گزارش شده است. شایان ذکر است که در مطالعه حاضر عملکرد بیولوژیک با وزن خشک خوشه همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد دارد.

### وزن خشک خوشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها مشخص شد، وزن خشک خوشه تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار نگرفت ولی از لحاظ مقادیر کودی معنی دار شد (جدول ۲). این وضعیت بیانگر آن است که تنش خشکی نتوانسته اثرچندانی بر طول دوره رشد زایشی بگذارد و چنین استنباط می گردد که تنش خشکی نتوانسته به طور کامل موجب کاهش انتقال مواد اسمیلات ذخیره ای از برگ و ساقه به اندام زایشی گردد. مقدار وزن خشک خوشه سورگوم علوفه ای عامل مهمی است که بر کیفیت علوفه موثر بوده و تا حدود زیادی جبران کننده افت کیفی محصول ناشی از افزایش وزن خشک ساقه است (Torbatinajad et al., 2002).

برگ پرچم می شود. همچنین نتایج آزمایش آنها نشان داد که میزان سبزیگی گیاه به زمان نمونه گیری، مراحل رشد گیاه و سطوح کود نیتروژنه نیز بستگی دارد.

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش در مولفه های مورفولوژیکی مورد مطالعه در سورگوم علوفه ای شد. با این حال با اعمال تنش رطوبتی متوسط ( $I1=105$ )، میزان سبزیگی افزایش یافت بنابراین چنین استنباط می‌گردد که تا این سطح تنش رطوبتی گیاه از سطح فتوسنتزی و ماده سازی خوبی برخوردار باشد. تنش رطوبتی متوسط اثر کاهشی معنی داری بر محتوای رطوبت نسبی برگ نداشت بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید در شرایط تنش رطوبتی در حفظ آب سلولی گیاه کارا باشد و احتمالاً کاهش رشد کمتری نسبت به شرایط بدون تنش باشد. با افزایش در مصرف اوره و سوافات پتاسیم به به ترتیب در مقادیر ۵۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد گیاه در شرایط کمبود آب می‌شود بنابراین در صورت محدودبودن منابع آبی می‌توان با کشت این گیاه و تامین نیاز تغذیه ای آن از عناصر نیتروژن و به خصوص پتاسیم به عملکرد قابل قبولی رسید. همچنین منطقه خوی دارای پتانسیل لازم برای کشت دوم سورگوم علوفه ای می‌باشد، با کشت دوم سورگوم علوفه ای می‌توان انعطاف پذیری لازم در سیستم های زراعی را بوجود آورد و حداکثر بهره برداری را در بعد زمان ایفا نمود.

و مصرف مقادیر کودی بر شاخص سبزیگی گیاه معنی دار بود (شکل ۲). بیشترین میزان سبزیگی در شرایط تنش رطوبتی شدید ( $I3=140mm$ ) و در تیمار کودی F3 بدست آمد که با تیمار کودی F2 در یک گروه آماری قرار داشت. به نظر می‌رسد در شرایط تنش رطوبتی به علت افزایش ضخامت برگ در اثر کاهش رشد و توسعه سلولی، عدد قراعت کلروفیل متری افزایش یافته و به تبع آن نیز شاخص سبزیگی افزایش یافته است. بردمیر (2005, Bredemeier) اظهار داشته است اعداد کلروفیل متر در تنش خشکی نسبت به گیاه شاهد در ذرت افزایش می‌یابد طوری که برگهای گیاهان تحت تیمار تنش خشکی نسبت به برگهای گیاهان تحت آبیاری مطلوب، عدد کلروفیل متر بالاتری نشان می‌دهند. وی همچنین نتیجه گرفت که در شرایط تنش خشکی، تجمع زیست توده توسط تنش خشکی نسبت به جذب نیتروژن بیشتر تحت تاثیر قرار گرفته است و به همین علت غلظت بیشتر نیتروژن و در نتیجه کلروفیل در برگهای گیاه در تیمار تنش خشکی مقادیر بالاتری دارد. مجیدیان و غدیری (2003, Majidian and Ghadiri) در تحقیقات خود بر روی گیاه ذرت دریافتند که نیتروژن به عنوان یک عنصر متحرک از برگهای پایین به سمت برگهای بالاتر می‌رود و از آنجایی که برگ پرچم به عنوان یک مخزن قوی در گیاه عمل می‌نماید. بنابراین افزایش مقادیر مصرفی کودی خصوصاً نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

Table1: Chemical and physical characteristics of soil

K	P	OC (%)	N(%)	بافت	SP (%)	EC (dS/m)	pH
mg.kg <sup>-1</sup>							
259	8.9	0.87	0.09	S.L	46	0.77	7.68

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

Table2: Variance analysis of experiment traits

میانگین مربعات										منابع تغییر
میزان آب نسبی	میزان سبزی	وزن خشک خوشه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد علوفه تر	نسبت برگ به ساقه	تعداد پنجه	تعداد برگ	قطر ساقه	ارتفاع بوته	درجه آزادی
RWC	Content chl	Dry weight of ear	Biological yield	Yield of fresh forage	Leaf/Stem	Tiller No.	Leaf No.	Stem diameter	Plant height	d.f
34.75	16.495	0.85	15.754	75.39	0.004	0.087	0.041	0.673	70.750	2
372.25*	141.119*	0.221	14.078*	351.451*	0.004	0.220	0.204	0.109	1278.583*	2
31.01	20.264	0.102	1.079	38.53	0.003	0.109	0.439	0.063	96.208	4
15.509	50.04**	0.245*	21.808**	161.209**	0.002	0.336*	0.490	0.96**	111.435*	3
30.65	22.70**	0.095	0.540	34.342	0.001	0.127	0.164	0.386	89.213*	6
12.102	4.348	0.057	0.858	13.057	0.003	0.082	0.190	0.170	32.204	
4.21	4.42	8.45	4.32	4.62	18.39	7.85	4.27	3.10	1.86	

\* و \*\* به ترتیب معنی دار سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

\*,\*\* Significantly in the 5% and 1% respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر صفات مورد مطالعه

Table3 – Mean comparison of irrigation levels effect on experimental

محتوای رطوبت نسبی (%)	عملکرد بیولوژیک (t/ha)	عملکرد علوفه تر (t/ha)	سطوح آبیاری
RWC	Biological yield	Yield of fresh forage	Irrigation levels
86.16	22.62	84.23	I1=70mm
85.41	20.48	76.34	I2=105mm
76.16	21.31	73.87	I3=140mm
6.311	1.177	7.001	LSD(5%)

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح کودی بر صفات مورد مطالعه

Table 4- Mean comparison of manure levels effect on experimental traits

وزن خوشه (t/ha)	عملکرد بیولوژیک (t/ha)	عملکرد علوفه تر (t/ha)	تعداد پنجه	قطر ساقه (میلی متر)	سطوح کودی
Weight of ear	Biological yield	Yield of fresh forage	Tiller No.	Stem dia	Manure levels
2.97	21.22	76.02	3.73	13.18	F1
2.59	20.81	74.44	3.54	13.0	F2
2.88	23.71	84.10	3.43	13.77	F3
2.88	20.14	78.02	3.87	13.28	F4
0.2365	0.9174	3.579	0.2836	0.4038	LSD(5%)

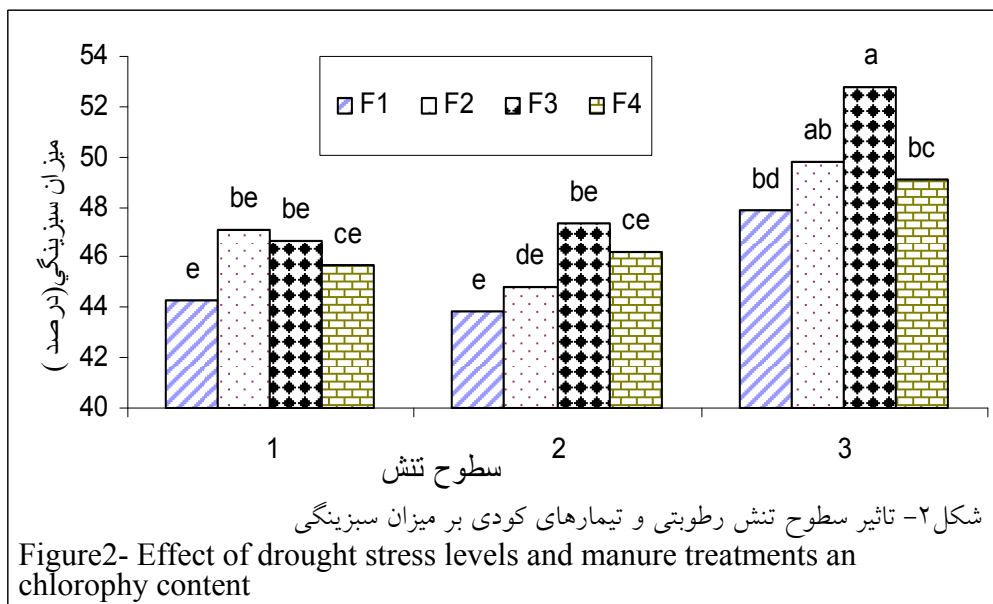
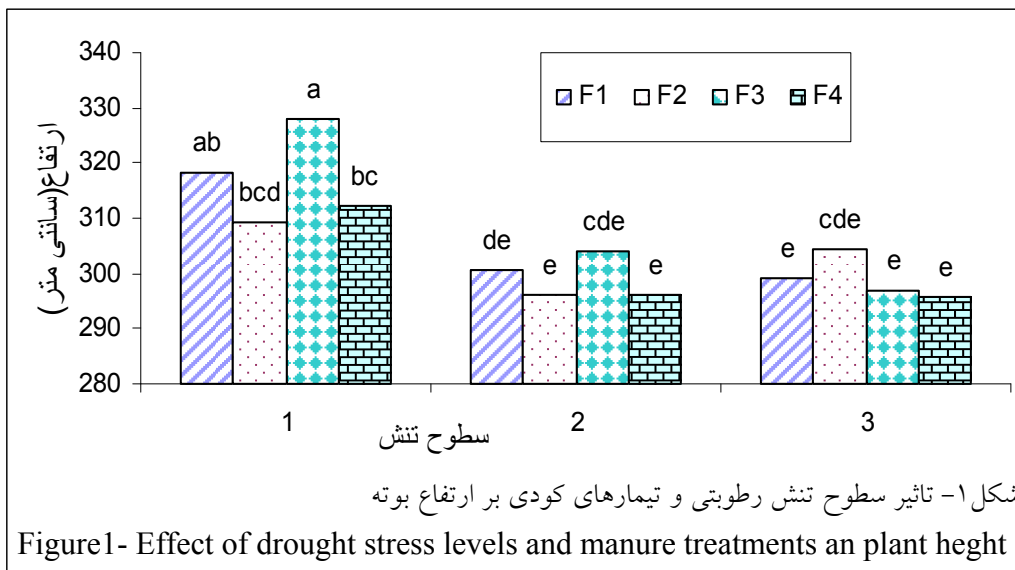
جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

Table 5- Correlation coefficient between experimental traits

صفات آزمایشی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ	تعداد پنجه	نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه تر	عملکرد بیولوژیک	وزن خشک خوشه	RWC	میزان سبزی
قطر ساقه	0.248 <sup>ns</sup>	1								
تعداد برگ	0.604 <sup>**</sup>	0.366 <sup>*</sup>	1							
تعداد پنجه	0.016 <sup>ns</sup>	-0.014 <sup>ns</sup>	-0.098 <sup>ns</sup>	1						
نسبت برگ به ساقه	-0.172 <sup>ns</sup>	0.286 <sup>ns</sup>	0.165 <sup>ns</sup>	0.112 <sup>ns</sup>	1					
عملکرد علوفه تر	0.643 <sup>**</sup>	0.144 <sup>ns</sup>	0.509 <sup>**</sup>	0.086 <sup>ns</sup>	-0.023 <sup>ns</sup>	1				
عملکرد بیولوژیک	0.536 <sup>**</sup>	0.352 <sup>*</sup>	0.515 <sup>**</sup>	-0.188 <sup>ns</sup>	0.136 <sup>ns</sup>	0.599 <sup>**</sup>	1			
وزن خشک خوشه	0.130 <sup>ns</sup>	-0.069 <sup>ns</sup>	0.316 <sup>ns</sup>	-0.085 <sup>ns</sup>	-0.094 <sup>ns</sup>	0.179 <sup>ns</sup>	0.373 <sup>*</sup>	1		
RWC	0.294 <sup>ns</sup>	-0.149 <sup>ns</sup>	-0.188 <sup>ns</sup>	-0.188 <sup>**</sup>	-0.130 <sup>ns</sup>	0.202 <sup>ns</sup>	0.064 <sup>ns</sup>	-0.379 <sup>*</sup>	1	
میزان سبزی	-0.277 <sup>ns</sup>	0.051 <sup>ns</sup>	-0.153 <sup>ns</sup>	-0.332 <sup>*</sup>	0.029 <sup>ns</sup>	-0.054 <sup>ns</sup>	-0.139 <sup>ns</sup>	-0.032 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>**</sup>	1

\* و \*\* و ns به ترتیب معنی دار سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار

\*, \*\* and ns. significantly in the 5% , 1% and non significantly respectively



## References

## منابع مورد استفاده

- ✓ Atteya , A.M.2003.Alternation of water relations and yield of can genotypes in response to drought stress.J.Plant physiol.29:63-76.
- ✓ Bredemeier ,C.2005.Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize.Ph.D. Thesis.Technical University of Munich , Germany.219.
- ✓ Boyer, J. S.1996. Advances in drought tolerance in plants. Adv. J. Agric. 56:187-217.
- ✓ Dek , H.H.1986. Effect of water use efficiency of irrigated corn. J.Agron.78: 1035-1040.
- ✓ Daynard,T.B.,Tanner , J.W.,and Hume ,D.J.1969. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn (*zea mays* L ).Crop Sci.9:831-834
- ✓ Easson, D. L., White, E. M. and S. J. Pickles. 1993. The effects of weather, seed rate and cultivar on lodging and yield in winter wheat. Journal of Agricultural Science, Cambridge 121: 145 – 156.
- ✓ Fusheng , L.2006.Potassium and water interaction , International Workshop on Soil Potassium and K Fertilizer Management , 55.149-168
- ✓ Girardin, P., M. Tollenaar, A. Deltour , and J. Muldoon. 1987. Temporary N starvation in maize ( *zea mays* L ): Effects on development , dry matter accumulation and grain yield. Agronomie.7: 289-296.
- ✓ Harumoto , Y.,Y.Uzuta , and T.matsui.1988.Effect of additional fertilizer and harvesting time on the production and nutritive value in dual purpose sorghum.Bulletion of the faculty of Agriculture. Shimane University.Japan.No.20: 13 – 18.
- ✓ Karimi , M.M. , and K.H.M. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Aust. J.Agric. Ros. 42: 13-20.
- ✓ Kazemi Arbat, H.,F. Rahimzadeye Khoiyi., M.Mogaddam and A. Khosragi. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers and water irrigation periods on biomass of speed feed Forage sorghum, J.Iranian Agric.Sci. 31(4): 713-723.
- ✓ Khalili Mahalleh, J., M.Tajbakhsh.,A.Fayaz Mogaddam and A.Siadat.2007. Effect of plant density on quality and quality hybrid Forage sorghum in second cultivation , J,Res.Fund.(In Persian, 75: 59-67)
- ✓ Khayyambashi, B., A. Akhotian Ardakani and Gh.Saadatmand.2007. Effect of salinity and Potassium on yield of Forage sorghum. 10 th Iran soil Congress, Karaj.(In Persian). pp.799-800.
- ✓ Kocheqi, A. and Gh.H.Sarmadnia.1993. Plant physiology.Pub.Mashhad university (In Persian). pp.467.
- ✓ Lauer, J. 2003. Handling drought stress corn. Crop Manager. 10: 151- 155.
- ✓ Mahmud, KH. Ahmad, I.and Ayrub, M. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars.Pak. J. Agric.Res. 61- 63
- ✓ Mansorifar,S.,A.M.Modarrese Sanavi.,M.Jalalie Javaran and A.Falavand.2005.Effects of water stress and nitrogen on yield and yield components on two corn varieties ,J.Agric Sci.Natr.Resu.(In Persian, 12(4): 54-60).

- ✓ Majidian, M. and H. Ghadiri. 2003. Effect of nitrogen levels and water deficit irrigation in doughy grain stage on yield and yield components and water use efficiency in corn. *T. Sci. Technol. Agric. Natr. Resu.* (In Persian, 7(2): 103-112).
- ✓ Mazaheri Lagab, H. 2008. Familiarity to forage sorghum. Propagation Boualisina University. First edition. P. 290.
- ✓ Mirlohi, A., N. Bozorgvar and M. Basiri. 2000. Effects of nitrogen fertilizer on growth, yield and silage quality of three hybrids of Forage sorghum, *T. Sci. Technol. Agric. Natr. Resu.* (In Persian, 4(3): 125-136).
- ✓ Morgan, J. M. 1984. Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat Aus. *J. Agric. Res.* 34: 607 – 617.
- ✓ Nador, A., M. R. Ardakani, G. Nor Mohammadi and A. Najafi. 2005. Effect of four levels of drop strip irrigation on water use efficiency and morphological characteristics of corn of variety single cross 700. *J. Iranian Agric. Breed.* 1 (1): 63-73.
- ✓ Nesmith, D. S. and J. T. Ritchie. 1992. Short – and long – term response of corn to a preanthesis soil water deficit. *J. Agron.* 84: 107 – 113
- ✓ Ronald, B. P. and Robert, R. C. 2005. Influence of Nitrogen fertilization on multi – cut forage sorghum – sudangrass yield and Nitrogen use. *Am. J. Agric. Res.* 1493 – 1501.
- ✓ Rezvani Mogaddam, P. 1990. Effect of nitrogen fertilizer rates of nutrition value yield and growth characteristics of four variety of Forage sorghum, MsC. thesis in Agronomy and Breeding, Agriculture Faculty of Mashhad University. No, 117.
- ✓ Rahnama, A., Sh. A. Absalan, and M. A. Makondi. 2008. Effect of water deficit irrigation on yield and yield components of three varieties of Forage sorghum, *T. Res. Agron. Sci.* (In Persian, 2: 11-23).
- ✓ Razmi, N. and M. Gasemi. 2007. Effects of irrigation regimes on growth, grain yield of sorghum varieties in Esfahan, *T. Iranian Agron. Sci.*, 9(2): 169-183.
- ✓ Sepehri, A., A. M. Modarres sanavi, B. Gare Yazdi and Y. Yamini. 2002. Effects of water stress and nitrogen rates on growth and development, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *J. Iranian Agric. Sci.*, 3: 184-195.
- ✓ Salmanpor, V. 2007. Effects of urea and plant density on quality and quantity and morphological characteristics of speed feed Forage sorghum in silage harvesting. MsC. Thesis in Agronomy of Khoy Islamic Azad University. (In Persian). pp. 112.
- ✓ Sawada, O., Itoh, J., and Fojita, K. 1995. Characteristics of photosynthesis and translocation of labeled photosynthate in husk of sweet corn. *Crop Sci.* 35: 480-485.
- ✓ Singh, Ch. 1988. Modern techniques of raising field crops. Oxford and IBH pub.
- ✓ Torbatinajad, N. M., M. R. Chaichi, and S. Sharifi. 2002. The effect of nitrogen on yield and yield components of three variety of Forage sorghum in Gorgan, *J. Agric. Sci. Nat. Resu.* (In Persian, 2: 205-220).
- ✓ Uhart, S. A., and F. H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Sci.* 35: 1376-1383.
- ✓ Valadabadi, A., D. Mazaheri, G. Nor Mohammadi and A. Hashemi. 2000. Effect of drought stress on quality and quantity and growth characteristics of corn-sorghum and millet, *J. Iranian Agron. Sci.*, 2(1): 39-47.

- 
- ✓ Wajjad, A.,A.Hussain,A. Ahmed,M. Rafiq,A. R. Goheer.and M. Ibrahim.2004. Effect of sowing date and plant density on growth , light interception and yield of wheat under semi arid condition.Int.J.Agric.Biol. 6: 1119-1123.
  - ✓ Wall, J.and R.William.1972.Sorghum production and utilization. The Av Publishing Company.I N C