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

فاطمه خضرلو[۱] - فرزاد جلیلی[۲] - جواد خلیلی محله[۳]

## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش کم آبیاری ومقادیر مصرف عناصر نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید(*Sorghum bicolor* L. Moench) درکشت دوم برای برداشت سیلویی طی سال زراعی ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی انجام گرفت.آزمایش به صورت اسپیلت 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 درهکتار 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 سبزینگی بودند. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان دادند که ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، مقدار آب نسبی برگ و میزان سبزینگی 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 سبزینگی 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 علو فه‌ای، عملکرد، نیتروژن*

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۲۰

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 ازجمله، 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 کند (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 علوفه‌ی تر و خشک مربوط به سورگوم می باشد. تمامی ارقام سورگوم در طول دوره ی خشکی به حالت رکود مانده وتوانایی 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 می‌دهد. 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

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) درتحقیقات 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.

منصوری‌فر 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 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. هورموتر 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 ونیز حرکت نیتروژن و ساختمان پروتئین دارند را فراهم می کند(Wajjad et al., 2004).

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 و۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی پیاده شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۱۵۷ متر، متوسط بارندگی سالیانه طی سال۸۷ در منطقه ۲۹۳ میلی متر بود. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سطوح تنش رطوبتی در سه سطح آبیاری در۷۰، ۱۰۵ و۱۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A به عنوان فاکتور اصلی و فاکتور های فرعی شامل مصرف نیتروژن در سه سطح N3 ،N2،N1 به ترتیب در مقادیر ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ کیلو گرم درهکتار 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 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(جدول۱) در تمامی تیمارها مصرف گردید. بنابراین فاکتورهای فرعی شامل تیمارهای کودی به شرح زیر می باشند: 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 اصلی۱۸۰ 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 وخمیری شدن دانه، صفات عملکرد علوفه تر وخشک، 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

محاسبه علوفه خشک، نمونه ۱۰۰ گرمی از اجزای گیاه، یعنی برگ و ساقه و خوشه گیاه تهیه ودر آون به مدت ۳ روز در دمای ۸۰ درجه سلسیوس خشک شد و پس از خنک شدن توزین شد و مجموع وزن آنها به عنوان عملرد ماده خشک در نظر گرفته شد. ارتفاع گیاه با متر،قطر ساقه با کولیس از سه نقطه اندازه گیری 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)، نمونه ها در آون 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. تجزیه‌ی آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و رسم نمودها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

## نتایج بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲ ) نشان داد که تنش رطوبتی در مرحله ۴-۵ برگی بر سورگوم علوفه ای، 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، قطرساقه، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و بیولوژیک، وزن خشک خوشه و میزان سبزینگی اختلافات معنی داری وجود داشت.

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده ها مشخص کرد که اعمال تنش آبی و همچنین تیمارهای کودی بعد از مرحله۵-۴برگی بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار ($p<0.05$) بوده است(جدول۲). اثرات متقابل تنش و مقادیر کودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد نیز معنی دار بوده است(شکل ۱).

رزمی و قاسمی (Razmi and Gasemi., 2007) کاهش ارتفاع ساقه سورگوم در تنش خشکی را گزارش نموده و بیان کرده اند که کاهش ارتفاع در شدت تنش متوسط به علت کاهش طول میانگره و در تنش شدید به علت کاهش تعداد و طول میانگره ها 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,) درتحقیقات خود دریافتند که یکی از اثرات کمبود آب، کاهش توسعه سلول از طریق نقصان در آماس سلول است که این امر سبب کاهش طویل شدن ساقه می شود.

محمـود و همکـاران (Mahmud et al, 2003) تربتی‌نـژاد و همکـاران(Torbatinajad et al, 2000) در تحقیقات خود بـر سـورگوم علوفـه ای اظهـار داشتند که افزایش مصرف کود معدنی نیتـروژن از منبع اوره باعث افزایش ارتفاع گیاه می شود.

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعـه نـشان داد که ارتفاع بوته با تعداد برگ، عملکرد علوفه تـر و بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصـد دارد(جـدول ۴). از آنجائیکـه با افزایش ارتفاع بوده تعداد برگ و بخش هـوایی گیاه افزایش می یابد لذا وجود چنـین همبـستگی معنی دار بین این صفات منطقی به نظر می رسد.

## قطر ساقه

از لحاظ قطر ساقه تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف آبیاری نـسبت بـه شـاهد دیـده نشد (جدول۲). به نظر می رسـد کـه کمبـود آب، بیشتر بر روی ارتفاع بوته تاثیر گذار بـوده اسـت. قطر ساقه سورگوم طی دوره رشد و نمـو، تحـت تاثیر عوامل محیطی نظیر حرارت و رطوبت قـرار می گیرد (Wall and William,1972). اختلاف معنی داری از لحاظ مصرف مقادیرکودی بـر ایـن صفت ملاحظـه شـد(جـدول۲). مـصرف بیـشتر سـطوح کـودی مـورد مطالعـه باعـث افـزایش قطرساقه شد به طوری که بیشترین قطـر سـاقه را تیمارکودی F3=N3K3 با میانگین ۱۳/۷میلیمتـر و کمترین قطر را تیمار کودی =N2K2 F2 با میانگین ۱۳ میلیمتر داشت (جدول۴).

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 احتمال۵درصد داشت (جدول۵).

## تعداد برگ

تعداد برگ تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار نگرفت (جدول۲)، احتمالا علت آن اعمـال تـنش رطوبتی بعد از مر حله ۵-۴ برگی باشد که در این مرحله چون تمایز مریستم انتهایی کلیـه ی برگهـا به پایان رسیده بود، بنـابراین تعـداد کـل برگهـای گیاه تغییری نکـرد. نتـایج ایـن تحقیـق بـا نتـایج نـسمیت و ریتـیچ ( Nesmith and Ritchie, 1992) کاملا همخوانی دارد، ایشان اعلام کرده‌اند که کمبود آب در اواخر دوره رشد بر تعداد بـرگ تاثیر معنی داری ندارد. عامل مهم دیگـری کـه بـر تعداد برگ گیاه اثر می گذارد ژنوتیپ گیـاه اسـت و سور گـوم علوفـه ای رقـم اسـپیدفید از لحـاظ ژنتیکی رقمی است کـه تعـداد برگهـای آن کمتـر تحت تاثیر عوامل تنش‌زا قرار می گیرد ( Kazemi Arbat et al., 2000). نادور و همکـاران( Nador et al.,.2005) بـا اعمـال تـنش رطـوبتی روی هیبریدهای ذرت دریافتند که تنش رطوبتی تاثیری بر تعداد کل برگ گیاه نداشته است، بنـابراین مـی توان چنین استنباط کرد کـه گیاهـان تحـت تـاثیر تنش خشکی بسته به شدت و مدت تنش مواجـه کاهش سطح برگ خواهند شد اما تعداد کل بـرگ

کمتر تحت تاثیر تنش قرار می گیرد. کاربرد مقادیر کودی بر تعداد برگ معنی دار نبود (جدول۲).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 تیمار های مختلف مصرف نیتروژن، 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 نیتروژن وآب 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(جدول۲). تولید پنجه به فضا، میزان جوانه زنی، طول روز و درجه حرارت بستگی دارد(Easson et al., 1993). سطوح کودی بر تعداد پنجه دربوته تاثیر معنی داری داشت طوری که تیمار F4 با میانگین ۳/۸ عدد در گروه آماری a قرار گرفت (جدول۴) به نظر می رسد محلول پاشی اوره از طریق تاثیر گذاشتن بر تعداد سلول و رشد آن در تعدادپنجه های گیاه موثر بوده است. تربتی‌نژاد و همکاران (Torbatinajad et al., 2002) دریافتند که مقادیر مختلف کود نیتروژن اثر معنی داری بر تعداد پنجه سورگوم علوفه ای ندارد. محققین دیگری نیز عدم تاثیر معنی دار کودهای نیتروژن 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 ۵-۴ برگی و کاربرد مقادیر کودی بر نسبت وزن خشک برگ به ساقه معنی دار نبود (جدول۲). 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. تربتی‌نژاد و همکاران (Torbatinajad et al., 2002) نیز گزارش کردند که افزایش مقدار کودی نیتروژن 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(جدول۲). با افزایش تنش رطوبتی عملکرد

علوفه تر به طور معنی دار کاهش یافت. براساس مقایسه میانگین انجام شده (جدول۳) بیشترین عملکرد مربوط به سطح عدم تنش (I1=70mm) با میانگین۸۴/۲ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به سطح تنش شدید (I3=140mm) با میانگین۷۳/۸ 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 علو فه تر به دست آمد(جدول۲). به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به بیشترین مقادیر کودی مصرفی یعنی تیمار F3=N3K3 با میانگین۸۴/۱ تن در هکتار بود (جدول۴). 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.

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 (جدول۲)، با افزایش تنش رطوبتی عملکرد بیولوژیک به طور معنی دار کاهش یافت به طوری که طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول۳) 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(جدول۴). بیشترین عملکرد مربوط به بیشترین مقادیر کودی مصرفی یعنی تیمار F3=N3K3 با میانگین۲۳/۷۱ تن در هکتار بود (جدول۴). 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

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 مقادیرکودی معنی دار شد (جدول۲). 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).

## 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=70mm) با میانگین ۱/ ۸۶ درصد و کمترین میزان در تیمار تنش شدید(I3=140mm )با میانگین ۸۱/۲ درصد به دست آمد(جدول۳). 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 کاهشRWC گزارش کرد. در آزمایش حاضر تاثیر سطوح کودی بر صفت مذکور معنی دار نبود (جدول۳). چنین استنباط می شود که پتاسیم از طریق خاصیت تطبیق اسمزی، در افزایش مقدارآب نسبی گیاه اهمیت داشته به این دلیل که اگر میزان پتاسیم کاهش یابد، روزنه 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(جدول۵).

## میزان سبزینگی

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

و مصرف مقادیر کودی بر شاخص سبزینگی گیاه معنی دار بود (شکل۲). بیشترین میزان سبزینگی در شرایط تنش رطوبتی شدید(I3=140mm) و در تیمار کودی F3 بدست آمد که با تیمار کودی F2 در یک گروه اماری 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 سبزینگی افزایش یافته است. بردمیر(Bredemeier , 2005) اظهار داشته است اعداد کلروفیل متر در تنش خشکی نسبت به گیاه شاهد در ذرت افزایش می یابد طوری که برگهای گیاهان تحت تیمار تنش خشکی نسبت به برگهای گیاهان تحت آبیاری مطلوب، عدد کلروفیل متر بالاتری نشان می دهند. 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 (Majidian and Ghadiri.2003) در تحقیقات خود بر روی گیاه ذرت دریافتند که نیتروژن به عنوان یک عنصر متحرک از برگهای پایین به سمت برگهای بالاتر می رود و از آنجایی که برگ پرچم به عنوان یک مخزن قوی در گیاه عمل می نماید. بنابراین افزایش مقادیر مصرفی کودی خصوصا نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل برگ پرچم می شود. همچنین نتایج آزمای آنها نشان داد که میزان سبزینگی گیاه به زمان نمونه گیری، مراحل رشد گیاه و سطوح کود نیتروژنه نیز بستگی دارد.

## نتیجه‌گیری

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 سبزینگی 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 احتمالا کاهش رشد کمتری نسبت به شرایط بدون تنش باشد. با افزایش در مصرف اوره و سوافات پتاسیم به به ترتیب در مقادیر ۵۰۰ و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد گیاه در شرایط کمبود آب می شود 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 علوفه‌ای می توان انعطاف پذیری لازم در سیستم های زراعی را بوجود آورد و حداکثر بهره برداری را در بعد زمان ایفا نمود.

جدول۱- 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$^{-1}$ | | | | | | | |
| 259 | 8.9 | 0.87 | 0.09 | S.L | 46 | 0.77 | 7.68 |

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

Table2: Variance analysis of experiment traits

| منابع تغییر s.av | درجه آزادی d.f | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع بوته Plant height | قطر ساقه Stem diameter | تعداد برگ Leaf No. | تعداد پنجه Tiller No. | نسبت برگ به ساقه Leaf/Stem | عملکرد علوفه‌تر Yield of fresh foraye | عملکرد بیولوژیک Biological yield | وزن خشک خوشه Dry weight of ear | میزان سبزینگی Content chl. | میزان آب نسبی RWC |
| تکرار Rep. | 2 | 70.750 | 0.673 | 0.041 | 0.087 | 0.004 | 75.39 | 15.754 | 0.85 | 16.495 | 34.75 |
| آبیاری Irr. | 2 | 1278.583* | 0.109 | 0.204 | 0.220 | 0.004 | 351.451* | 14.078* | 0.221 | 141.119* | 372.25* |
| خطا 1 Err. | 4 | 96.208 | 0.063 | 0.439 | 0.109 | 0.003 | 38.53 | 1.079 | 0.102 | 20.264 | 31.01 |
| کرد man. | 3 | 111.435* | 0.96** | 0.490 | 0.336* | 0.002 | 161.209** | 21.808** | 0.245* | 50.04** | 15.509 |
| کرده آبیاری Irr.*man. | 6 | 89.213* | 0.386 | 0.164 | 0.127 | 0.001 | 34.342 | 0.540 | 0.095 | 22.70** | 30.65 |
| خطا 2 Err. | | 32.204 | 0.170 | 0.190 | 0.082 | 0.003 | 13.057 | 0.858 | 0.057 | 4.348 | 12.102 |
| CV(%) | | 1.86 | 3.10 | 4.27 | 7.85 | 18.39 | 4.62 | 4.32 | 8.45 | 4.42 | 4.21 |

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

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

جدول۳- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر صفات مورد مطالعه

Table3 – Mean comparison of irrigation levels effect on experimental

| محتوای رطوبت نسبی(٪) RWC | عملکرد بیولوژیک (t/ha) Biological yield | عملکرد علوفه تر(t/ha) Yield of fresh forage | سطوح آبیاری Irrrigation 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%) |

جدول۴- مقایسه میانگین اثر سطوح کودی بر صفات مورد مطالعه

Tabel 4- Mean comparision of manure levels effect on experimental traits

| وزن خوشه(t/ha) Weight of ear | عملکرد بیولوژیک(t/ha) Biological yield | عملکرد علوفه‌تر(t/ha) Yield of fresh forage | تعداد پنجه Tiller No. | قطر ساقه (میلی‌متر) Stem dia | سطوح کودی 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%) |

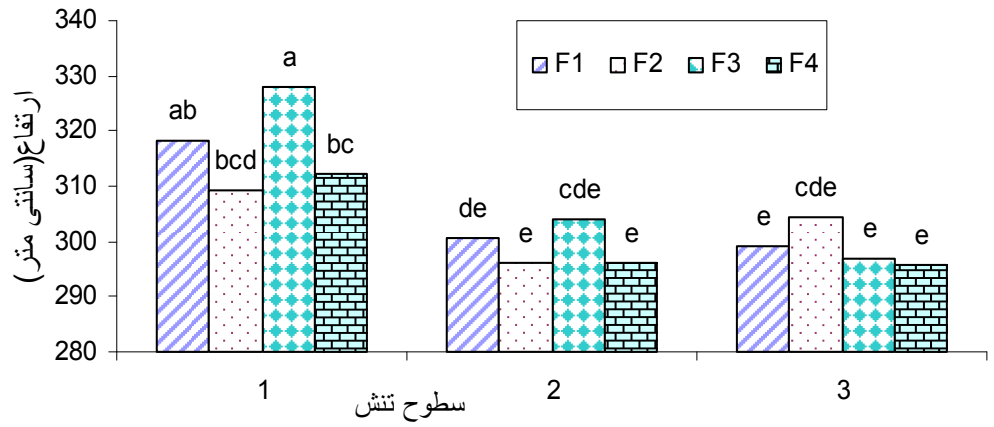
جدول۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

Table5- 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 سبزینگی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قطر ساقه | **0.248$^{ns}$** | **1** | | | | | | | | |
| تعداد برگ | **0.604$^{**}$** | **0.366$^{*}$** | **1** | | | | | | | |
| تعداد پنجه | **0.016$^{ns}$** | **-0.014$^{ns}$** | **-0.098$^{ns}$** | **1** | | | | | | |
| نسبت برگ به ساقه | **-0.172$^{ns}$** | **0.286$^{ns}$** | **0.165$^{ns}$** | **0.112$^{ns}$** | **1** | | | | | |
| عملکرد علوفه تر | **0.643$^{**}$** | **0.144$^{ns}$** | **0.509$^{**}$** | **0.086$^{ns}$** | **-0.023$^{ns}$** | **1** | | | | |
| عملکرد بیولوژیک | **0.536$^{**}$** | **0.352$^{*}$** | **0.515$^{**}$** | **-0.188$^{ns}$** | **0.136$^{ns}$** | **0.599$^{**}$** | **1** | | | |
| وزن خشک خوشه | **0.130$^{ns}$** | **-0.069$^{ns}$** | **0.316$^{ns}$** | **-0.085$^{ns}$** | **-0.094$^{ns}$** | **0.179$^{ns}$** | **0.373$^{*}$** | **1** | | |
| RWC | **0.294$^{ns}$** | **-0.149$^{ns}$** | **-0.188$^{ns}$** | **-0.188$^{**}$** | **-0.130$^{ns}$** | **0.202$^{ns}$** | **0.064$^{ns}$** | **-0.379$^{*}$** | **1** | |
| میزان سبزینگی | **-0.277$^{ns}$** | **0.051$^{ns}$** | **-0.153$^{ns}$** | **-0.332$^{*}$** | **0.029$^{ns}$** | **-0.054$^{ns}$** | **-0.139$^{ns}$** | **-0.032$^{ns}$** | **-0.56$^{**}$** | **1** |

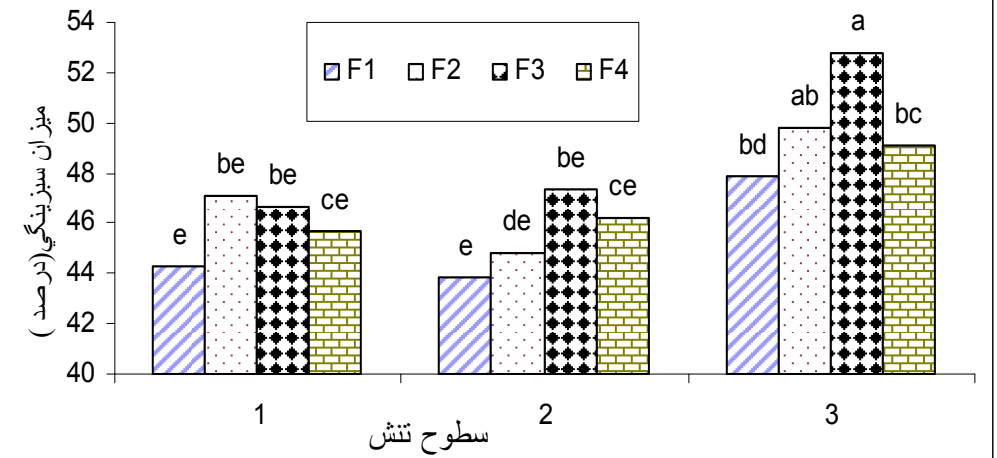
* و ** و ns به ترتیب معنی دار سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار

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




شکل۱- تاثیر سطوح تنش رطوبتی و تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته

Figure1- Effect of drought stress levels and manure treatments an plant heght




شکل۲- تاثیر سطوح تنش رطوبتی و تیمارهای کودی بر میزان سبزینگی

Figure2- Effect of drought stress levels and manure treatments an chlorophy content

## 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 Khoyi., 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.
- ✓ Kocheki, A. and Gh.H.Sarmadnia.1993. Plant phyisiology.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.Thecnol.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 hybreeds of Forage sorghum , T.Sci.Thecnol.Agric.Natr.Resu. (In Persian, 4(3): 125-136).
- ✓ Morgan, J. M. 1984. Osomoregulation 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 valuer 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 Yazi 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 clabeled 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