Archive of SID

نشریه زراعت

شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

عملکرد ارزن مرواریدی تحت تاثیر رژیم های مختلف آبیاری و مقادیر کود نیتروژن

• مینا رستم زاد، استادیار پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران (نویسنده مسئول)
• محمدرضا چائی چی، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
• محمدرضا جهانسوز، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
• احمد علیمددی، استادیار پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران

تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۸۷۹۴۸۲
پست الکترونیک نویسنده مسئول: mrostamza@irost.ir

چکیده:

کشت گیاهان مقاوم به تنش خشکی در مناطقی که آب آبیاری محدود است، می‌تواند منجر به استفاده کارآمد از آب در کشاورزی شود. بدین منظور آزمایشی با هدف تعیین عملکرد ارزن مرواریدی تحت تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژن در سال ۱۳۸۷ در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت فاکتوریل خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. کرت اصلی ترکیب تیمارهای آبیاری (۴۰ (شاهد)، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد حداکثر تخلیه مجاز کل آب خاک قابل دسترس) و کود نیتروژن (صفر (شاهد)، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار) و کرت فرعی چین (در سه سطح) بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای۴۰ و۶۰ درصد حداکثر تخلیه مجاز کل آب خاک قابل دسترس، بالاترین وزن خشک را در مجموع سه چین به ترتیب با ۲۱/۴۵ و۲۰ تن در هکتار تولید کردند. با افزایش درصد تخلیه رطوبت خاک و پیشروی به سمت چین سوم، عملکرد ماده خشک کل و برگ کاهش پیدا کرد. بالاترین عملکرد ماده خشک در تیمار۴۰ درصد حداکثر تخلیه مجاز کل آب خاک قابل دسترس و در چین دوم مشاهده شد. اثر متقابل چین در نیتروژن بر ماده خشک معنی‌دار بود و بالاترین عملکرد ماده خشک در چین دوم تیمار ۲۲۵ و چین سوم تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. تیمار شاهد در تمامی چین‌ها عملکرد ماده خشک کمتری را نسبت به دیگر تیمارها تولید نمود. بنابراین می‌توان با تخلیه ۶۰ درصد آب قابل دسترس خاک و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار یا ذخیره ۲۰ درصد آب نسبت به تیمار ۴۰ درصد، عملکرد قابل قبولی را تولید نمود.

کلمات کلیدی: ارزن مرواریدی، رژیم‌های آبیاری، کود نیتروژن، چین، عملکرد ماده خشک

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 2-9

Pearl millet (Pennesitum americanum) forage yield under different irrigation regimes and nitrogen fertilizer rates

By:

- *M. Rostamza , (Corresponding Author; Tel: 09123879482), Assistant Professor, Agricultural Research Institute, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST)*
- *M. R. Chaichi , Professor of University of Tehran*
- *M. R. Jahansuz, Associate Professor of of University of Tehran*
- *A. Alimadadi , Assistant Professor, Agricultural Research Institute, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST)*

Received: November 2008 **Accepted: May 2013**

Growing drought tolerant crops such as pearl millet can save water where irrigation water supply is limited. The objective of this project was to evaluate the pearl millet (*Pennesitum americanum*) forage yield under different irrigation regimes and nitrogen fertilizer rates. The field experiment was designed as a split factorial arrangement in randomized complete block design with four replications at the Research Field of University of Tehran, Karaj, in 2007. The combination of Irrigation regimes (40, 60, 80 and 100 % maximum allowable depletion of available soil water) and nitrogen fertilizer rates (0, 75, 150 and 225 kg N ha^{-1}) were allocated to the main plots and harvest was assigned to the sub plots. It was observed that 40 and 60% maximum allowable depletion of available soil water produced the highest dry matter yield over three harvests (21.45 and 20 t ha^{-1}, respectively). As water depletion increased to 100% maximum allowable depletion of available soil water and getting close to the third harvest, the leaf and total dry matter yield followed a decreasing trend. At 40% maximum allowable depletion of available soil water treatment, the highest total dry matter was produced on first harvest. The interaction effect of harvest×nitrogen was highly significant on total dry matter yield. The highest yield was produced on second harvest at 225 and 150 kg N ha^{-1}. The lowest dry matter was produced in control treatment over all harvests. Therefore, by 60% depletion of maximum allowable depletion of available soil water and consuming 150 kg N ha^{-1}, acceptable dry matter yield could be produced.

key Words: Pearl millet, irrigation regimes, nitrogen fertilizer, harvest, dry matter yield.

مقدمه

کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده تولید در بسیاری از بخش‌های جهان محسوب می‌شود. پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم نشان می‌دهد که افزایش درجه حرارت و کاهش در میانگین بارندگی در آینده شدیدتر شده (Farre and Faci, 2006)، در نتیجه استفاده کارآمد از آب در کشاورزی برای حفظ این منبع محدود، ضروری است. ذخایر محدود آب آبیاری یکی از دلایلی است که بسیاری از کشاورزان را بر می‌انگیزد تا عمداً مقدار آب کمتری نسبت به آنچه برای بدست آوردن حداکثر محصول لازم است را بکار گیرند (Craciun and Craciun,1999). افزایش در کارایی مصرف آب[1] (WUE) می‌تواند به وسیله رهیافت‌های مختلفی حاصل شود. یکی از این رهیافت‌ها، تغییر توانایی گیاهان برای تولید عملکردهای قابل قبول تحت شرایط کمبود آبیاری یا کم آبیاری می‌باشد (Zwar and Bastiaanssen, 2004). تنش خشکی یک عامل پیچیده شامل عوامل مختلف اقلیمی، خاکی و زراعی است که بوسیله سه عامل اصلی زمان وقوع تنش، دوره تنش و شدت تنش طبقه بندی می‌شود. در مناطق گرمسیری نیمه خشک، به علت بارندگی نامنظم و غیر قابل پیش‌بینی و همچنین درجه حرارت‌های بالا، سطوح بالای تشعشع خورشیدی و ویژگی خاک‌های فقیر آن، پیچیدگی‌ها و مشکلات تنش خشکی شدت می‌یابد (Serraj et al., 2003).

ارزن مرواریدی یکی از غلات مهم در نظام‌های کشاورزی در اراضی خشک گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌باشد که بسیار به تنش‌های شوری و خشکی مقاوم است (Kusaka et al., 2005). این گیاه اغلب در خاک‌های شنی با قدرت نگهداری پایین آب و در محیط‌های گرم و خشک و متغیر در میزان بارندگی رشد می‌کند (Payne et al., 1990 Sharma and Pareek, 1993;). Spencer و Sivkumar (۱۹۸۷) بیان کردند که بارندگی و خاک مهمترین منابع محیطی هستند که می‌توانند باعث افزایش و یا کاهش عملکرد ارزن مرواریدی شوند. Winkel و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه اثر تنش خشکی بر ارزن مرواریدی گزارش کردند که زیست توده ارزن مرواریدی تحت تیمارهای تنش قبل از گلدهی و در ابتدای گلدهی به ترتیب ۳۸ و ۴۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. Zegada-Lizarazu و Iijima (۲۰۰۵) نیز در مقایسه واکنش ارزن مرواریدی و سایر گونه‌های ارزن به شرایط خشکی و غرقابی، دریافتند که در اکثر ارزن‌ها کاهش معنی‌داری در وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ در تیمار خشکی نسبت به شرایط کنترل مشاهده شد، اما ارزن مرواریدی و ارزن یارنیارد از این قاعده مستثنی بوده و سطح برگ این دو رقم تحت شرایط خشکی کاهش پیدا نکرد.

مواد معدنی نیز یکی دیگر از عوامل مهمی هستند که می‌توانند عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه را تحت تاثیر قرار دهند (Clark,1990) و نیتروژن یکی از مهمترین مواد غذایی در نظام‌های تولید گیاهان زراعی می‌باشد (Shapiro et al., 2003). برخی از مطالعات نشان می‌دهند که کارایی مصرف آب بالاتر می‌تواند از طریق مصرف کود حاصل شود. Viets (۱۹۶۲) بیان کرد که در اکثر موارد هنگامی‌که آب ذخیره شده ثابت باشد، هر عامل مدیریتی که عملکرد را افزایش دهد، کارایی مصرف آب را نیز افزایش خواهد داد. Sivakumar و Salaam (۱۹۹۹) در بررسی اثر مصرف کود بر کارایی مصرف آب ارزن مرواریدی دریافتند که تجمع ماده خشک در برگ و ساقه به طور پیوسته تا ۸۰ روز پس از کاشت در دو تیمار بدون کود (شاهد) و با مصرف کود نیتروژن و فسفر افزایش پیدا کرد. عملکرد ماده خشک در تیمارهایی که کود دریافت کرده بودند، تقریباً دو برابر تیمار شاهد بود. با این وجود، تفاوت معنی‌داری بین کارایی مصرف آب این دو تیمار مشاهده نگردید. در مقایسه اثر رقم و مدیریت کود بر تولید ارزن در نیجریه، ارزن مرواریدی ۵۱۷ تا ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارزن‌ها تولید نمود (Maman et al., 2000). حتی در سال‌های خشک، رشد ارزن مرواریدی تحت شرایط مدیریت خوب و یا کاربرد کود، بیشتر از شرایط شاهد بود. Payne (۱۹۹۷) و Bationo و همکاران (۱۹۹۰) بیان کردند که افزایش تراکم بوته همراه با بکار بردن کود سبب افزایش ماه خشک خواهد شد. Bruck و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه اثرات فراهمی فسفر و آب بر عملکرد ارزن مرواریدی، گزارش کردند که کمبود آب عملکرد را در حدود ۳۴ درصد کاهش داد.

با توجه به کمبود علوفه در ایران و لزوم کشت گیاهان علوفه‌ای با حداقل نیاز آبی، آزمایش حاضر با هدف مطالعه واکنش عملکرد ارزن مرواریدی علوفه‌ای به رژیم‌های مختلف آبیاری و مقادیر مصرف نیتروژن اجرا شد.

مواد و روشها

آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در محمد آباد کرج (با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا و عرض جغرافیایی ′۵۶ ، °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ′۵۸ ، °۵۰ شرقی) اجراء شد. بر اساس نتایج آزمایش خاک، بافت خاک لوم رسی (۳۰/۴ درصد رس، ۴۱/۶ درصد سیلت و ۲۸ درصد شن)، میزان نیتروژن ۰/۱۱ درصد و میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۴ و ۲۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. آزمایش به صورت فاکتوریل خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل رژیم‌های آبیاری در چهار سطح ۴۰ (شاهد)، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد حداکثر تخلیه مجاز کل آب خاک قابل دسترس، مقدار مصرف نیتروژن در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و چین‌های مختلف علوفه در سه سطح بودند. ترکیب رژیم‌های آبیاری و مقدار مصرف نیتروژن به کرت‌های اصلی و چین‌های علوفه به کرت‌های فرعی اختصاص داده شد. هنگامیکه محتوای آب خاک در یک تیمار خاص به سطح آستانه یا پایین تر از حد آن رسید، تیمارها تا حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند (Meneze et al., 1999). اندازه‌گیری محتوای آب قابل دسترس به روش وزنی صورت گرفت. بدین منظور با آگری به قطر ۳ سانتی‌متر تا عمق ۱ متری خاک به فواصل ۱۰ سانتی‌متری هر دو روز یکبار نمونه برداری شد. نمونه‌ها جهت جلوگیری از تغییر رطوبت داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و به آزمایشگاه انتقال سپس وزن تر نمونه‌ها و وزن خشک آنها ۲۴ ساعت بعد از قرارد با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید. درصد رطوبت

$$\text{درصد رطوبت وزنی} = \frac{\text{وزن خشک نمونه} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک}} \times ۱۰۰$$

استفاده از فرمول زیر جهت تعین حد آستانه برای هر تیمار

جهت تامین نیتروژن مورد نیاز از کود اوره استفاده شد. نصف مقدار کود اوره تعیین شده برای هر تیمار، به چین اول داده شد. بدین ترتیب که آن در هنگام کاشت همراه با کودهای و پتاسیمی و باقیمانده به صورت سرک در ابتدای پنجه‌زنی شد. نصف مقدار باقیمانده از کود اوره در هر تیمار، بعد از برداشت و نصف دیگر پس از برداشت چین دوم به گیاه داده شد.

جهت آماده سازی زمین، ابتدا در پاییز ۱۳۸۶ با گاو آهن شخم عمیق و در اردیبهشت ۱۳۸۷ یک شخم نیمه عمیق با برگردان‌دار زده شد. بعد از آن با دو دیسک عمود بر هم و ماله کشت گردید. ارزن مرواریدی در ۲۱ اردیبهشت در فواصل ردیف سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۶ سانتی‌متر (Van Oosterom et al., 2001) کاشته شد. هر کرت آزمایشی شامل متری (۱۸ متر مربع) بود که ابتدا و انتهای هر کرت مسدود از کاشت، به وسیله ایجاد شیار روی پشته، ۲۸۰ کیلوگرم در فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و کود پایه نیتروژن بر اساس کودی، به طور یکنواخت درون آن پخش گردید و روی آن با خاک پوشانده شد. سپس بذور ارزن به صورت کپه‌ای با فواصل روی پشته کاشته شدند. تنک ابتدایی و نهایی به ترتیب در ۸ پس از کاشت جهت ایجاد تراکم یکسان انجام شد. سپس جهت علف‌های هرز، مرزعه با علفکش D+MPCA,۲,۴ سمپاشی گردید سایر علف‌های هرز در طول رویش توسط وجین دستی مبارزه آمد.

برداشت هر چین هنگامی صورت گرفت که ارتفاع سایه‌انداز تیمار شاهد به ۹۰-۱۰۰ سانتی متر رسید. در هر برداشت، ۴ هر کرت با حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از بالا و پایین عنوان اثر حاشیه‌ای، برداشت شد. نمونه‌ها بلافاصله در مزرعه وزن تر علوفه توسط ترازو توزین شدند و یک نمونه ۱/۵ کیلوگرمی تیمار جهت تعیین سطح برگ و وزن خشک به آزمایشگاه سپس نمونه‌ها به بخش‌های برگ و ساقه (شامل غلاف برگ) شدند. به علت حجم زیاد نمونه ها، برای اندازه‌گیری سطح برگ وزن کل برگ به عنوان رپز نمونه جدا شد و سطح برگ آن توسط Leaf Area Meter (Delta-T, MK2, ENGLAND) اندازه‌گیری پس از اندازه‌گیری سطح برگ، بخش‌های ساقه و برگ بطور پاکت گذاشته شده و در آون به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت سانتی‌گراد تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک شدند (Van Oosterom et al., 2001). بنابراین، شاخص سطح برگ (LAI) از تقسیم کل به سطح برداشت هر کرت محاسبه شد. صفات مورد مطالعه در این شامل وزن تر، وزن خشک کل، وزن خشک برگ و ساقه،

www.SID.ir

Archive of SID

برگ به ساقه بودند.

انجام محاسبات آماری، ابتدا نرمال بودن خطای داده‌ها محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS ver.6.12 و جداول آماری نیز توسط نرم افزار Excel صورت گرفت. مقایسه صفات مورد نظر با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

مجموع عملکرد علوفه تر و خشک سه چین

مجموع مختلف آبیاری و مقدار مصرف نیتروژن بر عملکرد علوفه تر تولید شده مجموع سه چین معنی‌دار بود (جدول ۱). همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش درصد تخلیه آب، عملکرد علوفه کاهش پیدا کرد. تیمارهای ۴۰ و ۱۰۰ درصد تخلیه آب قابل ترتیب با تولید ۱۰۶ و ۴۳ تن در هکتار بیشترین و کمترین را تولید کردند. عملکرد ماده خشک مجموع سه چین نیز بروی کرد، با این تفاوت که علی رغم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس، بین خشک این دو تیمار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول تفاوت بین عملکرد علوفه تر این دو تیمار به علت وجود آب تفاوت گیاهی تیمار ۴۰ درصد می‌باشد. همچنین میزان کاهش به تیمار شاهد (۴۰ درصد)، در تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد قابل دسترس، به ترتیب ۲۷ و ۴۸ درصد بود. Farre و Faci گزارش کردند عملکرد زیست توده و عملکرد دانه با افزایش خشکی کاهش می‌یابد.

مصرف نیتروژن، سبب افزایش عملکرد علوفه تر و خشک چین گردید. تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در و تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن) کمترین عملکرد را تولید کردند (جدول ۳). Ayub و همکاران (۲۰۰۹) نیز بالاترین عملکرد علوفه و عملکرد ماده خشک (۱۹/۸۳ تن کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. بنابراین، منگامیکه آب ذخیره شده ثابت باشد، با افزایش نیتروژن افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه اثر متقابل آبیاری و نیتروژن عملکرد تر و عملکرد ماده خشک کل معنی‌دار نشد (Viets,

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متقابل عملکرد خشک و تر مجموع سه چین ارزن مرواریدی علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات: وزن تر کل سه چین (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک کل سه چین (تن در هکتار)
بلوک	۲	۶۶۰	۶۶۰
نیتروژن	۳	۶۳۰۶	۶۳۰۶
آبیاری	۲	۳۲۱۶۶	۳۲۱۶۶
آبیاری× نیتروژن	۶	۳۹۵۱	۳۹۵۱
خطا	۲۲	۳	۳
کل	۳۵		
درجه تغییرات(CV%)		۱۲/۲۶	۱۲/۲۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم معنی‌دار

جدول۲- مقایسه میانگین عملکرد تر و خشک مجموع سه چین ارزن مرواریدی تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری

رژیم‌های آبیاری بر اساس حداکثر تخلیه مجاز آب خاک قابل دسترس	عملکرد تر کل سه چین (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک سه چین(تن در هکتار)
۴۰ درصد	۱۰۶/۷ a	۲۱/۴۵ a
۶۰ درصد	۹۳/۲۵ b	۱۹/۹۹ a
۸۰ درصد	۶۷/۸۶ c	۱۵/۴۴ b
۱۰۰ درصد	۴۳/۲۷ d	۱۱/۲۷ c

میانگین‌ها در هر ستون و برای تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

جدول۳- مقایسه میانگین عملکرد تر و خشک مجموع سه چین ارزن مرواریدی تحت تاثیر مقادیر مصرف نیتروژن

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد تر کل سه چین (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک سه چین(تن در هکتار)
۰	۶۴/۰۷ c	۱۴/۴۳ c
۷۵	۷۵/۵۹ b	۱۶/۶۳ b
۱۵۰	۸۴/۶۸ a	۱۸/۱۳ ab
۲۲۵	۸۶/۷۳ a	۱۸/۹۶ a

میانگین‌ها در هر ستون و برای تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

عملکرد ماده خشک کل، برگ و ساقه در چین‌های مختلف

نتایج تجزیه واریانس سه چین نشان داد که اثر نیتروژن و آبیاری بر عملکرد ماده خشک کل، برگ و ساقه معنی‌دار بود (جدول ۴). با افزایش میزان مصرف نیتروژن، ماده خشک کل و ماده خشک برگ افزایش پیدا کرد و بالاترین عملکرد ماده خشک کل (۶/۳۲ تن در هکتار) و برگ در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که البته با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). Sivakumar و Salaam (۱۹۹۹) گزارش کردندکه عملکرد ماده خشک ارزن مرواریدی با مصرف کود به مقدار دو برابر نسبت به شاهد (بدون مصرف کود) افزایش یافت. در آزمایش حاضر، افزایش عملکرد در تیمار حداکثر کود دهی کمتر از دو برابر بود. این تفاوت احتمالاً به نوع خاکی که آزمایش در آن اجرا شده است، باز می‌گردد. زیرا درصد مواد آلی و میزان نیتروژن ابتدایی خاک می‌تواند بر تولید تاثیر بگذارد (Maman et al., 2000). در مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک ساقه هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن مشاهده نشد و تنها تیمار شاهد کمترین عملکرد ماده خشک ساقه را تولید نمود (جدول ۵). بنابراین به نظر می‌رسد که در سطوح بالای نیتروژن، رشد برگ‌ها بیشتر از رشد ساقه تحریک شده است. روند تغییرات عملکرد ماده خشک کل، عملکرد ماده خشک برگ و ساقه در رژیم‌های مختلف آبیاری یکسان بود (جدول ۶) به نحوی که با افزایش درصد تخلیه آب خاک، هر سه عملکرد کاهش یافت. کمبود آب قابل دسترس عملکرد ماده خشک کل را بین ۷ تا ۴۷ درصد کاهش داد. Winkel و همکاران (۱۹۹۷) نیز کاهش ۴۰ درصدی عملکرد ماده خشک را در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط شاهد گزارش کردند. ثقةالاسلامی و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که عملکرد ماده خشک ارزن مرواریدی در تنش متوسط ۲۸ درصد کاهش می‌یابد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. عملکرد ماده خشک کل و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس وزن خشک کل، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ و نسبت برگ به ساقه در ارزن مرواریدی تحت

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک کل (تن در هکتار)	وزن خشک ساقه (تن در هکتار)	وزن خشک برگ (تن در هکتار)	شاخص سطح برگ	نسبت برگ به ساقه
بلوک	۳	۲۰۱۹ ns	۰.۶۵ ns	۰.۵۹ ns	۲۲.۹ ns	۰.۲۷ ns
آبیاری (A)	۳	۱۱۳.۹۳ **	۲۱.۷ **	۲۴.۲۳ **	۲۰۵۲.۶ **	۱.۰۸ **
نیتروژن (B)	۳	۲۱.۱ **	۳.۸۶ **	۲.۵۸ **	۳۱۳۶ **	۰.۱۹ **
نیتروژن× آبیاری	۹	۱.۳۱ ns	۰.۳۰ ns	۰.۲۵ ns	۲۲۹ **	۰.۰۲ ns
خطای ab	۴۵	۰.۹۲	۰.۱۶	۰.۰۸	۱۲.۰	۰.۰۱
چین (C)	۲	۱۱۱.۹۲ **	۷.۷۸ **	۱۰.۰۵۵ **	۵۰۵۲.۲ **	۲.۰۸ **
آبیاری× چین	۶	۳۱.۴ **	۶.۱۰ **	۰.۴۶ **	۵۲۵ **	۰.۲۲ **
نیتروژن× چین	۶	۱.۸۲ ns	۰.۳۹ ns	۰.۲۴ ns	۱۶۰ ns	۰.۰۲ ns
آبیاری×نیتروژن× چین	۱۸	۱.۵۳ ns	۰.۴۱ ns	۰.۲۳ ns	۱۶۲ ns	۰.۰۲ ns
خطای c	۹۶	۰.۷۲	۰.۳۴	۰.۲۵	۱۶۶	۰.۰۲
کل	۱۹۱					
درجه تغییرات (C.V)		۱۵.۰۲	۲۲	۱۶.۲۹	۲۲۶۶	۲۱۶۵

* و **، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns، غیر معنی‌دار

جدول۵- مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک کل، عملکرد ماده خشک برگ و ساقه و نسبت برگ به ساقه تحت تاثیر سطوح مصرف نیتروژن

مقدار مصرف نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک کل (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک برگ (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک ساقه (تن در هکتار)	نسبت برگ به ساقه
۰	۴.۸۱ c	۳.۱۱ c	۱.۷۰ c	۱.۸۳ b
۷۵	۵.۵۴ b	۳.۵ b	۲.۰۴ b	۱.۹۲ b
۱۵۰	۶.۰۴ ab	۳.۸۲ ab	۲.۲۲ a	۱.۷۲ b
۲۲۵	۶.۳۲ a	۴.۰۸ a	۲.۲۴ a	۱.۸۵ a

میانگین ها در هر ستون و برای تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

برگ تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. حال آنکه عملکرد ماده خشک کل و برگ در تیمار ۱۰۰ درصد نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۷ و ۴۵ درصد کاهش نشان داد. همچنین عملکرد ماده خشک برگ نسبت به ساقه در تیمار تنش شدید (۱۰۰ درصد) نسبت به تیمار شاهد (۴۰ درصد) بیشتر کاهش یافت که با نتایج Gheysari و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. اثر متقابل چین در آبیاری برای تمامی صفات معنی‌دار بود (جدول ۴). در اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و چین بر عملکرد ماده خشک، به ازای افزایش هر ۲۰ درصد تخلیه رطوبت در محدوده رطوبت ۴۰ تا ۱۰۰ درصد، عملکرد ماده خشک از یک روند کاهشی برخوردار بود. تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس در چین اول با ۹/۴ تن بیشترین عملکرد ماده خشک را داشت و بین چین دوم تیمار ۴۰ درصد و چین اول و دوم تیمار ۶۰ درصد از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). همانطور که انتظار می‌رفت، عملکرد ماده خشک چین آخر در تمامی تیمارها به جزء تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس به علت خنک‌تر شدن هوا و کاهش فتوسنتز گیاه نسبت به چین اول و دوم کمتر بود. در تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس، تفاوت معنی‌داری بین چین ها وجود نداشت. اما به علت خنک‌تر شدن هوا در چین آخر و کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه افزایش آب قابل دسترس، عملکرد ماده خشک کل در چین سوم کمی نسبت به چین اول و دوم افزایش پیدا کرد اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱).

مقایسه میانگین اثر متقابل چین در آبیاری بر وزن خشک
داد که تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس، بیشترین وزن
را تولید کرد (۶/۳ تن در هکتار) و در تمامی سطوح آبیاری
خشک برگ در چین دوم و سوم نسبت به چین اول به طور
کاهش یافت. همچنین وزن خشک برگ در چین سوم در
آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲).

اثر متقابل چین در نیتروژن برای ماده خشک کل و وزن
معنی‌دار بود (جدول۴). با افزایش میزان کود، عملکرد
در تمامی چین ها افزایش یافت (شکل ۳). بالاترین عملکرد
در چین دوم تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در چین
کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. همچنین بین چین اول
کیلوگرم نیتروژن در هکتار و چین اول و دوم تیمار ۱۵۰ کیلوگرم
در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار شاهد (بدون
نیتروژن) در تمامی چین‌ها عملکرد ماده خشک کمتری را
تیمارها تولید کرد (شکل ۳). در وزن خشک برگ نیز روندی
خشک کل مشاهده شد. بدین صورت که چین اول و دوم
کیلوگرم نیتروژن در هکتار و چین اول تیمار ۱۵۰ کیلوگرم
هکتار بالاترین وزن خشک برگ را تولید کردند و با کاهش
و پیشروی به سمت چین سوم، وزن خشک برگ به طور معنی‌دار
پیدا کرد (شکل۴).

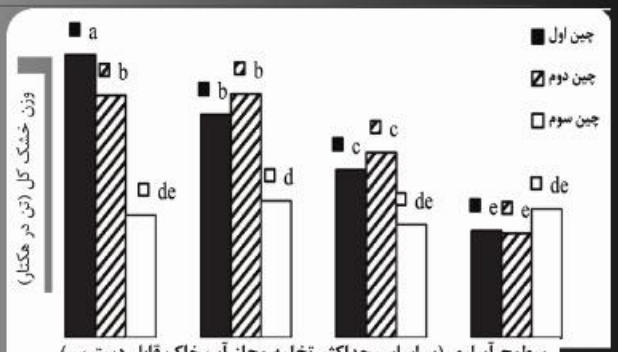
www.SID.ir

Archive of SID

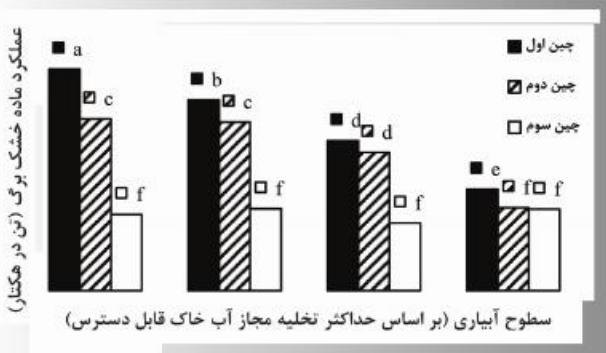
جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک کل، عملکرد ماده خشک برگ و ساقه و نسبت برگ به ساقه ارزن مرواریدی تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری

رژیم‌های آبیاری بر اساس حداکثر تخلیه مجاز آب خاک قابل دسترس	عملکرد ماده خشک کل (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک برگ (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک ساقه (تن در هکتار)	نسبت برگ به ساقه
۴۰ درصد	۷/۱۶ a	۴/۴۵ a	۲/۷۱ a	۱/۶۴ c
۶۰ درصد	۶/۶۷ a	۴/۱۸ a	۲/۴۹ a	۱/۷۸ c
۸۰ درصد	۵/۲۵ b	۳/۳۷ b	۱/۷۷ b	۲/۱۱ b
۱۰۰ درصد	۳/۷۷ c	۲/۵۲ c	۱/۲۳ c	۲/۶۷ a

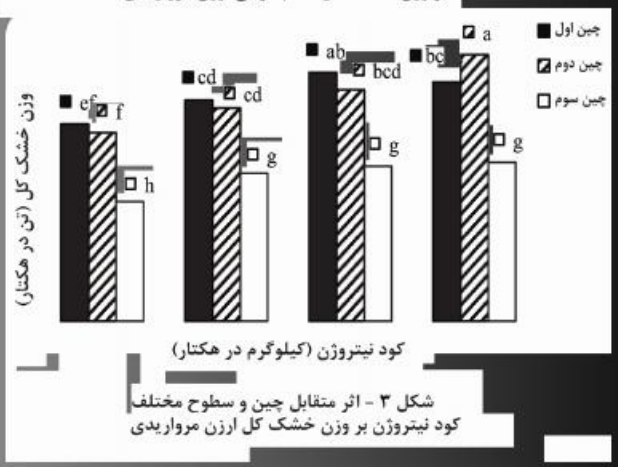
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند



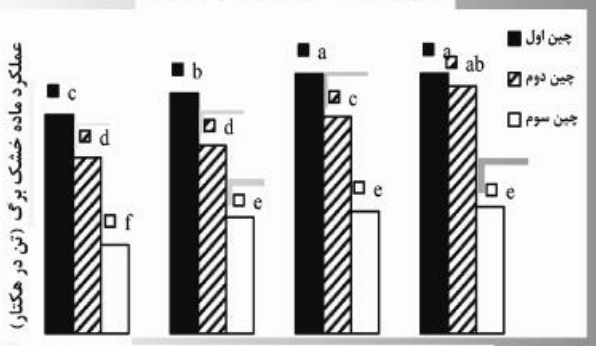
شکل ۱- اثر متقابل چین و سطوح آبیاری بر وزن خشک کل اندام هوایی ارزن مرواریدی



شکل ۲ - اثر متقابل چین و سطوح آبیاری بر عملکرد ماده خشک برگ ارزن مرواریدی



شکل ۳ - اثر متقابل چین و سطوح مختلف کود نیتروژن بر وزن خشک کل ارزن مرواریدی



شکل ۴ - اثر متقابل چین و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک برگ ارزن مرواریدی

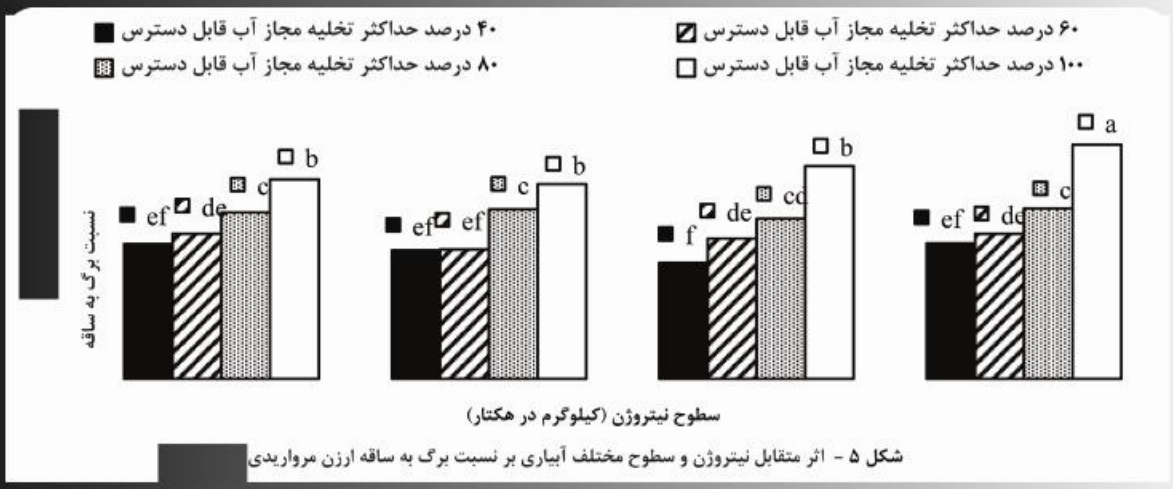
نسبت برگ به ساقه و شاخص سطح برگ

نیتروژن و آبیاری و همچنین اثر متقابل این دو تیمار بر نسبت [illegible] و شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۴). با افزایش نیتروژن از صفر تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، در تمامی سطوح آبیاری، [illegible] ساقه افزایش یافت. با افزایش شدت تنش خشکی و مصرف [illegible] افزایش وزن خشک برگ نسبت به وزن خشک ساقه بیشتر [illegible] که نسبت برگ به ساقه در تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه آب [illegible] و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با مقدار ۳ به حداکثر [illegible] رسید (شکل ۵). این پدیده بیانگر آن است که گیاه مقدار رشد [illegible] در شرایط تنش محدود و رشد برگ را به نسبت ساقه حفظ [illegible] بالا با افزایش سایه‌اندازی بیشتر از مقدار تبخیر از سطح خاک [illegible] به عمل آورد. در تمامی سطوح نیتروژن، کمترین نسبت برگ به ساقه به ترتیب در رژیم‌های آبی ۴۰ و ۶۰ درصد مشاهده شد (شکل ۵).

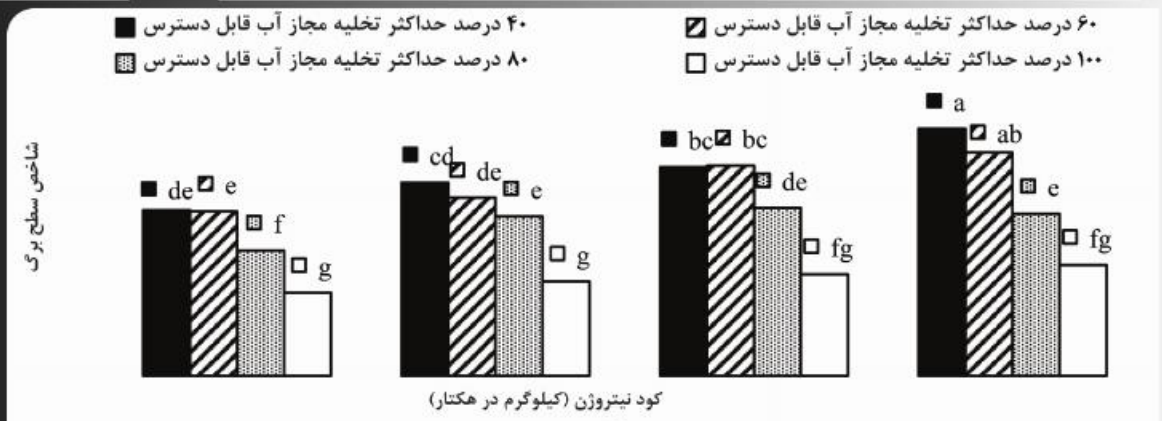
شاخص سطح برگ با افزایش کود نیتروژن و افزایش آب قابل دسترس افزایش یافت و در تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به حداکثر میزان خود یعنی ۱۰/۵ رسید (شکل ۶). البته این میزان شاخص سطح برگ بدست آمده بسیار بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط Zegada-Lizarazu و Iijima (۲۰۰۵) بود، اما با نتایج رستم زا (۲۰۰۴) مطابقت می‌کرد. Blum (۱۹۹۶) نیز کاهش معنی‌دار در سطح برگ سورگوم تحت تنش خشکی را گزارش کرد. همچنین در تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس، بین تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری در شاخص سطح برگ مشاهده نگردید. با افزایش درصد تخلیه رطوبت خاک و کاهش مصرف نیتروژن، شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، به طوری که در تیمار ۱۰۰ درصد

www.SID.ir

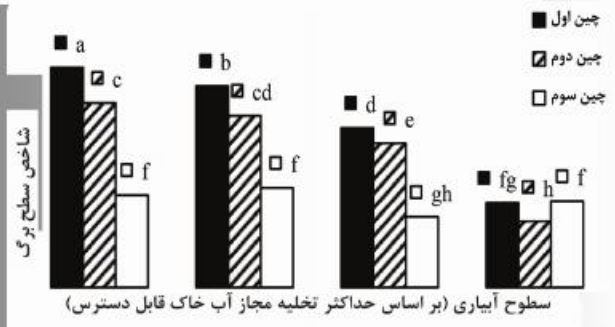
Archive of SID



شکل ۵ - اثر متقابل نیتروژن و سطوح مختلف آبیاری بر نسبت برگ به ساقه ارزن مرواریدی



شکل ۶- اثر متقابل کود نیتروژن و سطوح مختلف آبیاری بر شاخص سطح برگ ارزن مرواریدی در زمان برداشت



شکل ۷ - اثر متقابل چین و سطوح مختلف آبیاری بر شاخص سطح برگ ارزن مرواریدی در زمان برداشت

آب قابل دسترس، در چین آخر مشاهده گردید. به نظر می‌رسد گیاه به چین آخر نزدیک‌تر می‌شود، حساسیت آن نسبت به کمبود یا افزایش تنش رطوبتی به علت خنک‌تر شدن هوا و کاهش تبخیر کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش بیانگر افزایش عملکرد ماده خشک برگ و شاخص سطح برگ ارزن مرواریدی در اثر افزایش نیتروژن در تنش متوسط رطوبتی می‌باشد.

قدرت تولیدی گیاه در چین سوم به علت کاهش درجه حرارت کاهش یافت و بیشترین عملکرد ماده خشک کل، وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ در چین اول و دوم حاصل گردید و هیچ تفاوت داری بین آن دو مشاهده نشد. با توجه به اینکه بین رژیم‌های ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس و سطوح کودی ۱۵۰ و ۷۵ نیتروژن در هکتار در تولید ماده خشک کل، ماده خشک برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، بنابراین می‌توان با تخلیه ۶۰ قابل دسترس خاک و مصرف کود کمتر (۱۵۰ کیلوگرم کود در هکتار) عملکرد بالایی را تولید نمود. همچنین با توجه به مقاوم این گیاه به کم آبی، می‌توان تنها با ۳-۵ آبیاری در طول فصل استقرار کامل گیاه، عملکرد قابل قبولی را در شرایط خشکی تولید

پاورقی ها:

Water use efficiency

تخلیه آب قابل دسترس بدون مصرف نیتروژن، به حداقل مقدار خود (۳/۵) رسید. به دلیل شدید بودن تنش رطوبتی در تیمار ۱۰۰ درصد، هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کودی از نظر شاخص سطح برگ وجود نداشت. اما در سایر رژیم‌های آبیاری با کاهش مصرف کود، شاخص سطح برگ نیز کاهش یافت (شکل ۶). اثر متقابل چین در سطوح آبیاری بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). به علت بالاتر بودن وزن خشک برگ تیمار ۴۰ درصد در برداشت اول، بالاترین شاخص سطح برگ نیز در همین تیمار مشاهده شد (شکل ۷). در تمامی رژیم‌های آبیاری به جزء ۱۰۰ درصد، بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب در چین اول و سوم مشاهده شد. اما بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

1. Ayub, M., Nadeem, M. A. Tahir, M. Ibrahim, M. and Aslam. M. N. (2009) Effect of nitrogen application and harvesting intervals on forage yield and quality of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Pak. J. Life Soc. Sci.* 7: 185-189.
2. Bationo, A., Christianson, C. B. and Baethgen, W. E. (1990) Plant density and nitrogen fertilizer effects on pearl millet production in Niger: I. Grain yield and dry matter accumulation. *Agron. J.* 82: 290-295.
3. Bruck, H., Payne, W. A. and Sattelmacher. B. (2000) Effects of phosphorus and water supply on yield, Transpiration water-use efficiency, and carbon isotope discrimination on pearl millet. *Crop Sci.* 40: 120-125.
4. Blum, A. (1996) Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20: 135-148.
5. Craciun, I., and Craciun, M. (1999) Water and nitrogen use efficiency under limited water supply for maize to increase land productivity. In: Kirda, C., P., Moutonnet, C. Hera and D.R. Nielsen (Eds.), Crop Yield Response to Deficit Irrigation. 87-94.
6. Clark, R. B. (1990) Physiology of cereals for mineral nutrient uptake, and efficiency. Crops as enhancers of nutrient use. Academic Press, San in Diego, CA. P.131–209.
7. Farre, I., and Faci, J. M. (2006) Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agric. Water Manage.* 83: 135-143.
8. Gheysari, M., Mirlatifi, S. M. Bannayan, M. Homaee, M. and Hoogenboom, G. (2009) Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. *Agric. Water Manage.* 96: 809 - 821.
9. Kusaka, M., Lalusin, A. G. and Fujimura, T. (2005) The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennesitum Glaucum* [L.] Leek) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. *Plant Sci.* 168:1-14.
10. Maman, N., Mason1, S. C. and Sirifi, S. (2000) Influence of variety and management level on pearl millet production in Niger: I. Grain yield and dry matter accumulation. *Afr. Crop Sci. J.* 8(1): 25-34.
11. Meneze, R. S. C., Gascho, G. J. and Hanna. W. W. (1999) N fertilization foe pearl millet grain in Southern Coastal Plain. *J. Prod. Agric.* 12: 671-676.
12. Payne, W. A. (1997) Managing yield and water use of pearl millet in the Sahel. *Agron. J.* 89:481-490.
13. Payne, W. A., Wendt, C. W. and Lascano, R. J. (1990) Roots zone water balances of three low-input millet fields in Niger, West Africa. *Agron. J.* 82: 813-819.
14. Rostamza, M. (2004) Comparison of qualitative and quantitative characteristics of some cereal forages (pearl millet, sorghum and maize) in double cropping systems and their effects on subsequent crop. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Karaj, Iran.
15. Seghatoleslami, M. J., Kafi, M. Majidi, E. Darvish, F. Nour Mohammadi, G. (2006) Effect of deficit irrigation on yield and water use efficiency of three millets species. *J. Agr. Sci.* 4:121-129.
16. Serraj, R., Bidinger, F. R. Chauhan,Y. S. Seetharama, N. Nigam, S. N. and Saxena, N. P. (2003) Management of Drought in ICRISAT Cereal and Legume Mandate. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India.
17. Sharma, P. C., and Pareek, R. S. (1993) Variability of monsoon in west Rajasthan during last two decades. 44: 389-391.
18. Shapiro, C.A., Ferguson, R. B. Hergert, G. W. Dobermann, R and Wortmann, C. S. (2003) Fertilizer suggestions. Cooperative Extention Service, University of Nebra
19. Sivakumar, M. V. K., and Salaam, S. A. (1999) year and fertilizer on water-use efficiency of pe (*Pennesitum glaucum*) in Niger. *J. Agr. Sci.* 132: 13
20. Spencer, D. S. C., and Sivkumar, M. V. K. (1987) in African agriculture. Int. Pearl millet workshop. Pa India.
21. Van Oosterom, E. J., O'Leary, G. J. Carberry, Craufurd, P. Q. (2001) Simulating growth, develop yield of tillering pearl millet III. Biomass accumul partitioning. *Field Crop. Res.* 72: 85-1061.
22. Viets, F. G. 1962. Fertilizer and efficient use of *Agron.* 14: 223-264.
23. Winkel T., Payne, W. and Renno, J. F. (2000) modifies the effects of water stress on stomata leaf area duration and biomass partitioning of *glaucum*. *New Phytol.* 149: 71- 82.
24. Winkel, T., Renno, J. F. and Payne, W.A. (1997) timing of water deficit on growth, phenology and yie millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) grown conditions. *J. Exp. Bot.* 48: 1001-1009.
25. Zegada-Lizarazu, W., and Iijima, M. 2005. water uptake ability and water efficiency of pearl comparison to other millet species. *Plant Prod. Sci.* 460.
26. Zwart, S. J., and Bastiaanssen, W. G. M. (2004) measured crop water productivity values for irrigate rice, cotton and maize. *Agric. Water Manage.* 69: 11

www.SID.ir