"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پانزدهم، شماره۳، پاییز ۱۳۹۲

اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (سینگل کراس ۷۰٤) در منطقه رشت

Effect of irrigation regimes on yield and quality of forage maize (KSC 704) in Rasht region in Iran

محمدحسن بیگلوئی[۱]، علی کافی قاسمی[۲]، محمد جواهردشتی[۳] و مسعود اصفهانی[۴]

چکیده

بیگلوئی، م. ح.، ع. کافی قاسمی، م. جواهردشتی و م. اصفهانی. ۱۳۹۲. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در منطقه رشت. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۳): ۲۰٦-۱۹٦.**

به منظور بررسی اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد ماده خشک و میزان پروتئین و الیاف ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰٤)، آزمایشی در سال‌های۱۳۸٦ و ۱۳۸۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۵۰ درصد (I3) آبیاری کامل(شاهد)، ۷۵ درصد (I2) و ۱۰۰ درصد (I1) تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و تیمار بدون آبیاری (دیم) (I0). نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که عملکرد ماده خشک و میزان پروتئین کل و شاخص بهره‌وری آب آبیاری (در سطح احتمال یک درصد)و وزن خشک ساقه (در سطح احتمال پنج درصد) تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفتند.مقایسه میانگین‌های صفات نشان داد که با کاهش میزان آبیاری مقدار عملکرد ماده خشک و درصد وزن خشک بلال بطور معنی‌داری کاهش و میزان پروتئین کل بطور معنی‌داری افزایش پیدا کردند و تیمارهای آبیاری کامل (I3) و ۷۵ درصد (I2) از نظر عملکرد ماده خشک، میزان پروتئین کل و وزن خشک بلال تفاوت معنی‌داری نداشتند. میانگین عملکرد ماده خشک و میزان پروتئین کل در تیمار آبیاری کامل (I3)، ۷۵ درصد (I2)، ۱۰۰درصد (I1) و دیم (I0) به ترتیب ۱۵۹۸٤/٤، ۱٤۹٤۸/۹، ۱۲۱٦۵/۳ و ۱۰٤۱۸/٤ کیلو گرم در هکتار و ۵، ٤/۷، ۵/۳ و ٦/۰ درصد بودند. شاخص‌های بهره‌وری آب آبیاری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفتند. بیشترین بهره‌وری آب از نظر عملکرد ماده خشک با ۹/٤ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۱۰۰ درصد (I1) وکمترین آن با ۳/۷ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار آبیاری کامل (I3) مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که در شرایط کمبود آب در منطقه رشت با اعمال کم آبیاری بر اساس ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک، می‌توان ضمن صرفه جویی در مصرف آب، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد ماده خشک ومیزان پروتئین کل، کشت ذرت علوفه‌ای را توسعه داد.

واژه‌های کلیدی: الیاف، پروتئین، شاخص بهره وری آب، کم آبیاری و عملکرد علوفه خشک.

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۵ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۳۳۶ مصوب معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه گیلان می‌باشد

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان (عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران) (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: mhbiglouei@yahoo.com)
۲- مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۳- مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۴- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین غلات در تغذیه انسان و دام است که در شرایط مختلف آب و هوایی به صورت دانه‌ای و علوفه‌ای تولید می‌شود. کاهش میزان بارندگی و افزایش دما در سال‌های اخیر از یک سو و تقاضای روزافزون برای مصارف آب شهری و صنعتی از سوی دیگر، سهم آب تخصیص یافته به بخش کشاورزی را که مصرف کننده عمدهٔ آب می‌باشد، در آستانه بحران قرار داده است. بعلت محدود بودن منابع آب آبیاری، دست یابی به راهکارهای مناسب جهت صرفه جویی آب و افزایش سطح زیر کشت گیاهان مورد توجه پژوهشگران است. یکی از این راهکارها تعیین رژیم رطوبتی مناسب خاک جهت رشد و تولید محصول بیشترتوأم با افزایش بهره وری آب می‌باشد.

کوران و پوش (Curran and Posch, 2000)گزارش کردند که هر گیاه علوفه‌ای خوب باید دارای عملکرد ماده خشک بالا، میزان انرژی بالا (قابلیت هضم بالا) و الیاف کم به منظور تخمیر مطلوب در سیلو و انبارداری باشد. این ویژگی‌ها به استثنای میزان پروتئین در ذرت بهتر و بیشتر از سایر گیاهان علوفه‌ای است. پاندا و همکاران (Panda *et al*.,2004) در آزمایشی تأثیر پنج تیمار آبیاری (پس از ۱۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک) را در ذرت بررسی نموده و توزیع رطوبت در پروفیل خاک را با نوترون پروب ارزیابی کردند. آنها دریافتند که در هیچ مرحله‌ای از رشد ذرت، نباید تخلیه رطوبت خاک به بیش از ۴۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک برسد. بر اساس نتایج آزمایش دورنبوس و کاسام (Doorenbas and Kassam, 1979) بالاترین میزان عملکرد دانه ذرت، پس از تخلیه حدود ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک بدست آمد. استاکل و جیمس(Stockle and James, 1989) اثر چهار استراتژی کم‌آبیاری را بر روی عملکرد ذرت علوفه‌ای شبیه سازی کردند و نتیجه گرفتند که کاهش خفیف آبیاری، عملکرد و مزایای اقتصادی بهتری را در مقایسه با آبیاری کامل ایجاد می‌کند. طی تحقیقی در زیمبابوه نشان داده شده است که با ۵۹ درصد کاهش آب مصرفی ذرت و با افزایش سطح زیر کشت با آب مازاد، تولید کل ۶۸ درصد افزایش داشت (EnglishandRaja, 1996). پاندی و همکاران (Pandey*et al*., 2000) طی آزمایشی با اعمال کم‌آبیاری در طی دوره رشد ذرت به این نتیجه رسیدند که کمبود شدید آب باعث کاهش ماده خشک گیاه می‌شود. نباتی و رضوانی مقدم (Nabati and Rezvani Moghaddam, 2006) با بررسی تاثیر تنش خشکی روی کیفیت ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای گزارش کردند که با کاهش مقدار آب مورد نیاز برای گیاه، مقدار پروتئین به طور معنی‌داری افزایش یافت. آسای و همکاران(Asay*et al*., 2002) نیزگزارش کردند که در فسکیوی بلند (*Festuca arundinaceae*) کاهش آب آبیاری باعث افزایش مقدار پروتئین خام می‌شود، ولی عملکرد پروتئین خام در هکتار کاهش می‌یابد، زیرا در شرایط مطلوب آبی، عملکرد ماده خشک بالا است. حاجی حسنی اصل و همکاران (Haji HasaniAsl *et al.,* 2011) با ارزیابی اثر کم آبیاری در ذرت، میزان پروتئین را در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب ۱۳/۱۴، ۱۳/۴۴ و ۱۲/۱۳ درصد بدست آوردند. چاکر (Caker, 2004) با ارزیابی اثر تنش آبی در ذرت گزارش کرد که کمبود کوتاه مدت آب در طی مرحله رشد سریع رویشی، عملکرد ماده خشک را ۲۸ تا ۳۲ درصد کاهش داد. جاما و عثمان (Jama and Ottman, 1993) اثر تنش رطوبتی را در مرحله اولیه رشد ذرت بررسی نمودند و دریافتند که تأخیر در آبیاری در این مرحله وزن خشک گیاه را کاهش می‌دهد. یازار و همکاران (Yazar *et al*., 1999)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

اثر شش سطح آبیاری را در ذرت مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند تیماری که ۸۰ درصد از آب مصرفی را دریافت کرده بود، دارای بیشترین عملکرد ماده خشک بود. شیمشک و همکاران (Simsek *et al.*, 2011) در تحقیقی اثر چهار تیمار آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) را در ذرت مورد بررسی قرار دادند که بیشترین درصد ماده خشک (۲۶/۵ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد و کمترین آن (۲۳ درصد) در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه بدست آمد.

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه، میزان آب آبیاری و استفاده بهینه از منابع آب (بهره‌وری آب) است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود. بهره وری آب آبیاری در کشور ما به دلیل محدودیت کمی و کیفی آن از جایگاه خاصی برخوردار است (Ehsani and Khaledi, 1996). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای و ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در شرایط آب و هوایی رشت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در رشت اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۷- متر است. این منطقه دارای اقلیم منحصر به فردی در کشور است که مشابه اقلیم مدیترانه‌ای بوده و از نظر شرایط آب و هوایی بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم خیلی مرطوب با تابستان‌های گرم است. میزان بارندگی سالیانه بر مبنای میانگین ۱۰ ساله ۱۳۳۰ میلی‌متر می‌باشد. میزان بارش در طی دوره رشد ذرت علوفه‌ای در دهه‌های ماهانه در دو سال اجرای آزمایش که از ایستگاه هواشناسی کشاورزی رشت تهیه گردیده، در جدول یک ارائه شده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد و در آن چهار تیمار آبیاری شامل: ۵۰ (I_3) آبیاری کامل (شاهد)، ۷۵ (I_2) و ۱۰۰ (I_1) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و تیمار بدون آبیاری(دیم)(I_0) بودند. برای سنجش وضعیت رطوبتی خاک از تانسیومتر و بلوک‌های گچی استفاده شد. برای بدست آوردن نقطه ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) از دستگاه صفحه فشاری (Pressure plate) استفاده شد و میزان رطوبت خاک در این نقاط محاسبه شدند. بر این اساس میزان رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۳۰/۰۶ و ۱۳/۹۱ درصد بدست آمدند. میزان رطوبت وزنی خاک در زمان کاشت در سال‌های اول و دوم آزمایش نیز بترتیب ۲۳/۱۷ و ۲۴/۱۴ درصد بودند. جرم مخصوص ظاهری خاک بر اساس نمونه برداری از خاک، ۱/۳۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب تعیین گردید. برای محاسبه مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری از رابطه (۱) استفاده گردید (Alizadeh, 2004).

$$Dn = \frac{FC - PWP}{100}.\rho b.Dr.F \qquad (۱)$$

Dn مقدار آب در هر نوبت آبیاری (میلی‌متر)،FC درصد وزنی رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی،PWP درصد وزنی رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)، Dr عمق مؤثر ریشه (میلی‌متر) و F ضریب تخلیه رطوبت خاک (درصد) هستند. انتقال آب از منبع تا کرت‌های آزمایشی با استفاده از لوله و آبیاری به صورت جوی پشته‌ای انجام گرفت. تعداد دور آبیاری، مقدار آب مورد نیاز در هر دور و در طول دوره رشد در تیمارهای مختلف آبیاری در هر دو سال آزمایش محاسبه گردید (جدول ۲). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۳ ارائه شده است. در هر دو سال آزمایش پس از آماده

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

سازی زمین، بر اساس نتایج تجزیه خاک، ۶۹ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره) و ۶۲ کیلوگرم پتاسیم (از منبع سولفات پتاس) در هکتار به خاک افزوده شد. به منظور جلوگیری از رشد علف‌های هرز از علف‌کش ارادیکان به مقدار ۳/۵ کیلوگرم در هکتار به صورت پیش رویشی استفاده شد. فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۶۵ سانتی‌متر و ابعاد هر کرت ۳/۲۵×۶ متر بود. در این تحقیق از ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ که از شرکت کشت و صنعت دشت مغان تهیه شده بود، استفاده گردید. بعد از تعیین قوه نامیه بذر (۹۶ درصد) و ضد عفونی آنها با قارچ کش تیرام دو در هزار، مبادرت به کشت آنها شد. عملیات کاشت در سال اول آزمایش در اول خرداد و در سال دوم در سوم خرداد ماه با دست صورت گرفت. دو عدد بذر با فاصله کاشت ۱۲ سانتی‌متر در عمق ۵ سانتی‌متری خاک وسط پشته قرار داده شد به طوری که در هر مترمربع ۳۰ بوته وجود داشته باشد. بعد از سبز شدن با تنک کردن بوته‌ها در مرحله ۴ تا ۵ برگی، تراکم نهایی آنها ۱۲۸۰۰۰ بوته در هکتار رسانده شد (Budakli *et al.*,2010). همزمان با کاشت، تانسیومترها در عمق ۳۵ سانتی‌متری زمین کار گذاشته شدند که در همه کرت‌ها به جز تیمارهای بدون آبیاری، یک تانسیومتر تعبیه شد. برای اینکه در تیمار تخلیه ۱۰۰ درصد رطوبت(I_1) برآورد دقیقی از رطوبت خاک وجود داشته باشد، علاوه بر تانسیومترها، سه عدد بلوک گچی در عمق ۳۵ سانتی متری خاک در سه کرت مربوط به تیمار مزبور کار گذاشته شد. مقدار آب آبیاری، با استفاده ازکنتور آب با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. فاصله بین تیمارها ۱/۵ متر و فاصله بین بلوک ها دو متر بود. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله ۵ برگی و ۱۰ برگی صورت گرفت. کود سرک نیز به صورت دستی در عمق ۱۰-۷ سانتی‌متری پای بوته‌ها و به صورت نواری در دو مرحله ۸-۷ برگی و گرده افشانی، هر بار به میزان ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (از منبع اوره) قرار داده شد. برداشت محصول درمرحله خمیری دانه(Majidian and Emam, 2012) و به صورت دستی صورت گرفت. از هر کرت تعداد ۵۰ بوته به‌طورتصادفی پس از حذف ردیف‌های حاشیه انتخاب و از ارتفاع ۴-۳ سانتی‌متری از سطح زمین بریده شدند. برای تعیین وزن خشک برگ، ساقه، بلال و گل آذین نر، بوته‌های برداشت شده تفکیک و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشکانده شدند. پس از توزین نمونه‌ها، درصد وزن خشک ساقه، برگ و بلال که نسبت وزن هر کدام به وزن خشک کل است، محاسبه شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه خرد کننده علوفه، در آزمایشگاه خرد و برای اندازه گیری میزان پروتئین و الیاف به آزمایشگاه سازمان جنگل ها و مراتع (تهران) ارسال شدند. میزان پروتئین با استفاده از روش طیف سنجی مادون قرمز با دستگاه (PertenInformatic 8620 Feed Analyzer) اندازه‌گیری شد (Jafari *et al.,* 2003). میزان الیاف نیز همزمان با استفاده از روش طیف سنجی مادون قرمز نزدیک اندازه گیری شد (Jafari *et al.*, 2003). برای تعیین شاخص‌های بهره‌وری آب آبیاری از روابط ۲، ۳ و ۴ استفاده شد (Sepaskhah, *et al.*, 2006). پس از اجرای آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی خطاهای آزمایش مبادرت به تجزیه مرکب داده ها شد. تجزیه و تحلیل

$$\text{بهره وری آب آبیاری (WP)} = \frac{\text{میزان ماده خشک } (kg.ha^{-1})}{\text{میزان آب آبیاری } (m^3.ha^{-1})} \quad (۲)$$

$$\text{بهره وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم (WPi)} = \frac{\text{میزان ماده خشک (دیم)} - \text{میزان ماده خشک (آبیاری)} (kg.ha^{-1})}{\text{میزان آب آبیاری } (m^3.ha^{-1})} \quad (۳)$$

$$\text{بهره وری مجموع آب آبیاری و بارش (WPt)} = \frac{\text{میزان ماده خشک } (kg.ha^{-1})}{\text{میزان آب آبیاری و بارش } (m^3.ha^{-1})} \quad (۴)$$

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

جدول ۱- میزان بارش (میلی متر) در طول فصل رشد ذرت علوفه‌ای (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷)

Table 1.Precipitation rate (mm) during the growth season of forage maize (2007 and 2008)

		May اردیبهشت	Jun خرداد			July تیر			August مرداد			Sep. شهریور	
Year	سال	دهه سوم 3th.Dec.	دهه اول 1th.Dec.	دهه دوم 2th.Dec.	دهه سوم 3th.Dec.	دهه اول 1th.Dec	دهه دوم 2th.Dec.	دهه سوم 3th.Dec.	دهه اول 1th.Dec.	دهه دوم 2th.Dec.	دهه سوم 3th.Dec.	دهه اول 1th.Dec.	جمع Total
2007	۱۳۸۶	00.00	2.08	0.10	30.65	12.90	56.85	1.30	3.30	51.50	0.15	0.30	159.1
2008	۱۳۸۷	5.20	26.35	17.20	42.80	94.25	26.30	0.05	25.80	0.00	2.00	20.60	245.1

جدول ۲- تعداد دور آبیاری، مقدار آب مصرفی در هر دور و مجموع آب آبیاری برای هر تیمار (۱۳۸۷ و ۱۳۸۶)

Table 2.Irrigation intervals, irrigation rate in each interval and total irrigation for each treatment (2007 and 2008)

		۱۳۸۶ (2007)			۱۳۸۷ (2008)		
تیمارهای آبیاری Irrigation treatments		تعداد دور آبیاری Irrigation intervals (day)	آب آبیاری در هر دور برای هر تیمار Irrigation rate interval^{-1}.treatment^{-1} ($m^3.ha^{-1}$)	مجموع آب آبیاری در طول دوره رشد Total irrigation during growing period ($m^3.ha^{-1}$)	تعداد دور آبیاری Irrigation intervals (day)	آب آبیاری در هر دور برای هر تیمار Irrigation rate interval^{-1}.treatment^{-1} ($m^3.ha^{-1}$)	مجموع آب آبیاری در طول دوره رشد Total irrigation during growing period ($m^3.ha^{-1}$)
Rainfed(I_0)	بدون آبیاری	-	-	-	-	-	-
100% water depletion(I_1)	۱۰۰٪ تخلیه	2	694.87	1389.75	2	605.13	1210.26
75% water depletion(I_2)	۷۵٪ تخلیه	6	493.33	2960.00	5	579.48	2897.44
50% water depletion(I_3)	۵۰٪ تخلیه	10	487.18	4871.80	7	545.78	3820.51

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای آبیاری کامل (I_3) و ۷۵ درصد (I_2) از نظر عملکرد ماده خشک اختلاف معنی‌داری نداشتند و عملکرد آنها (به ترتیب ۱۵۹۸۴ و ۱۴۹۴۸ کیلوگرم در هکتار)، به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای ۱۰۰ درصد (I_1) و دیم (I_0) بود. تیمار ۱۰۰ درصد (I_1) باعملکرد ۱۲۱۶۵ کیلوگرم در هکتار با تیمار دیم (I_0) (۱۰۴۱۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). تیمارهای ۷۵ درصد، ۱۰۰ درصد و دیم نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۶/۵، ۲۳/۹ و ۳۴/۸ درصد کاهش عملکرد داشتند. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد نشان می‌دهد که این دو تیمار اگر چه از لحاظ تعداد دور آبیاری با هم متفاوت بودند (جدول ۲)، ولی چون در هر دور آبیاری، تیمار ۷۵ درصد آب بیشتری دریافت کرده بود، با اعمال دور آبیاری کمتر و با اندکی آب بیشتر از آب مورد نیاز برای جبران ۵۰ درصد تخلیه رطوبت مورد نیاز، می‌توان به عملکرد ماده خشک مشابهی دست یافت. نتایج بدست آمده با یافته‌های ترائوره و همکاران (Traore*at al.*, 2000)، بریانت و همکاران (Bryant *at al.*, 1992) و کریمی و همکاران (Karimi*at al.*, 2009) مبنی بر اینکه عملکرد ماده خشک ذرت در اثر کمبود آب به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. لائر و همکاران (Laure *etal.*, 2001) نیز در آزمایش خود روی ذرت علوفه‌ای نتیجه گرفتند که افزایش مقدار رطوبت خاک عملکرد دانه، عملکرد علوفه و کیفیت آن را افزایش می‌دهد.

مقایسه میانگین‌های دو سال آزمایش نشان داد که تیمار آبیاری کامل (I_3)، ۷۵ درصد (I_2) و ۱۰۰ درصد (I_1) به ترتیب با ۵/۰، ۴/۸ و ۵/۳ درصدپروتئین کل با تیمار بدون آبیاری (I_0) با ۶/۰ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). هر چند رژیم‌های آبیاری (آبیاری کامل، ۷۵ درصد و ۱۰۰درصد) از نظر درصد پروتئین کل با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی در آنها با کاهش میزان آب آبیاری درصد پروتئین افزایش یافت. دلیل این موضوع را می‌توان به این شکل عنوان کرد که کم آبیاری در منطقه رشت توأم با وقوع بارندگی‌های کم در طول دوره رشد بوده که از افزایش درصد پروتئین در گیاه ذرت جلوگیری کرده است، ولی میزان بارندگی هم در طول دوره رشد در حدی نبود (جدول ۱) که تیمار بدون آبیاری از نظردرصد پروتئین تفاوت معنی‌داری با تیمار های کم آبیاری نداشته باشند (جدول ۴). به عبارت دیگر حداقل دو بار آبیاری در تیمار ۱۰۰درصد که یک نوع آبیاری تکمیلی محسوب می‌شود، نسبت به تیمار بدون آبیاری موجب بروز اختلاف معنی‌دار در بین آنها شد (جدول ۲). در کل نتایج نشان داد که با افزایش میزان آب آبیاری، درصد پروتئین کل کاهش یافت.آسای و همکاران (Asay*et al.*, 2002)، نباتی و رضوانی مقدم (Nabati and Rezvani Mogaddam, 2006)، حاجی حسنی اصل و همکاران (Haji Hassani Asl *et al.*, 2011) و شیمشک و همکاران (Simsek *et al.*, 2011) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

مقایسه میانگین‌های دو سال آزمایش نشان داد که به غیر از درصد وزن خشک بلال، سایر صفات در تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشتند. تیمار ۵۰ درصد و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک به ترتیب با ۴۴/۵۲ و ۴۳/۷۷ درصد بیشترین و تیمارهای ۱۰۰ درصدو بدون آبیاری به ترتیب با ۴۱/۰۶ و ۴۰/۹۲ درصد، کمترین وزن خشک بلال را داشتند (جدول ۴).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

جدول ۳- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 3.Physical and chemical properties of soil in experimental site

شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	کربن آلی OC. (%)	pH	هدایت الکتریکی(EC) ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن(N) (%)	پتاسیم قابل جذب(K) ($mg.kg^{-1}$)
13.00	30.00	57.00	2.01	6.1	0.67	0.177	247

جدول۴ - میانگین عملکرد ماده خشک، کیفیت، وزن خشک اجزای گیاهی و شاخص‌های بهره وری آب آبیاری ذرت علوفه‌ای سینگل گراس ۷۰۴ در رژیم‌های آبیاری (۱۳۸۶و ۱۳۸۷)

Table 4.Mean of dry matter, quality and dry weight of plant components and irrigation water productivity indices of forage maize (SC704) in irrigation regime treatments (2007 and 2008)

تیمارهای آزمایشی Treatments	ماده خشک Dry mater ($kg.ha^{-1}$)	ماده خشک کل Total dry mater (%)	پروتئین کل Total protein (%)	الیاف کل Total fiber (%)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (%)	وزن خشک برگ Leaf dry weigh (%)	وزن خشک بلال (%) Ear dry weigh	نسبت وزن خشک برگ به ساقه (%) stem dry weight Leaf:	بهره‌وری آب آبیاری Irrigation water ($kg.m^{-3}$) Productivity	بهره‌وری آب آبیاری نسبت به بدون آبیاری Irrigation water productivity ($kg.m^{-3}$) rate: non irrigation	مجموع بهره‌وری آب آبیاری و بارش Total irrigation and rain water productivity ($kg.m^{-3}$)
۵۰٪ تخلیه 50% water depletion(I_3)	15984a	26.2a	4.9b	42.2a	48.4a	6.16a	44.5a	12.8a	3.73c	1.31a	2.51d
۷۵٪ تخلیه 75% water depletion(I_2)	14948a	25.6a	4.7b	43.7a	49.1a	6.19a	43.7a	12.6a	5.11b	1.55a	3.03b
۱۰۰٪ تخلیه 100% water depletion(I_1)	12165b	24.8a	5.2b	44.1a	51.0a	6.31a	41.1b	12.4a	9.43a	1.41a	3.68a
بدون آبیاری (دیم) Rainfed(I_0)	10418c	24.3a	5.9a	44.6a	51.5a	6.35a	40.9b	12.3a	-	-	2.72c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

علت کاهش وزن بلال را می‌توان به کاهش آهنگ رشد بلال که مقصد قوی برای مواد پرورده می‌باشد نسبت داد، زیرا عرضه مواد پرورده تحت تأثیر کم آبیاری کاهش می‌یابد. این موضوع با یافته‌های سایر محققان مبنی بر کاهش وزن بلال در اثر تنش رطوبتی مطابقت دارد (Smith *et al.*, 2004).

نتایج مربوط به شاخص‌های بهره‌وری آب نشان داد که رژیم‌های آبیاری بر بهره‌وری آب آبیاری، بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط بدون آبیاری و بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین بهره‌وری آب آبیاری نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت با ۹/۴ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و تیمار آبیاری کامل با ۳/۷ کیلوگرم بر مترمکعب، کمترین بهره‌وری آب را داشتند و تیمار ۷۵ درصد با ۵/۱ کیلوگرم بر مترمکعب بین تیمارهای آبیاری کامل و تیمار ۷۵ درصد قرار گرفت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت با ۳/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و تیمار آبیاری کامل با ۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین بهره‌وری آب را در بین تیمارهای کم آبیاری داشتند. تیمار بدون آبیاری با ۲/۷ کیلوگرم بر مترمکعب بعد از تیمارهای کم آبیاری ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد قرار داشت. بنابراین در آزمایش حاضر کم آبیاری بیشتر موجب افزایش بهره‌وری آب در گیاه ذرت شد. محققان زیادی در تحقیقات خود درزمینه کم آبیاری، بهبود شاخص بهره‌وری آب آبیاری را گزارش کرده‌اند (Zhang *et al.*, 1998؛ Sharma *et al.*, 1990؛ Kang *et al.*, 2000؛ Yazar *et al.*, 2002 و Oktem *et al.*, 2003).

نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که مدیریت آب از طریق تغییر در کمیت آبیاری یا تغییر در تعداد دور آبیاری در طی دوره رشد رویشی و زایشی، موجب به حداقل رسیدن تبخیر و افزایش کارآیی آب برای رشد ذرت می‌شود (Chapman and Barreto, 1997 و Eek, 1986). هانکس (Hanks, 1974) گزارش کرد که اگر افزایش مقدار آب مصرفی در اثر افزایش تعداد دور آبیاری باشد، تبخیر از خاک بیشتر شده و بهره‌وری آب کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر نیز گویای همین نکته است، بطوری که در دو سال آزمایش برای تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت، تعداد دور آبیاری به‌طور متوسط به ترتیب ۷/۵، ۵/۵ و ۲ دور بود (جدول ۲) که بهره‌وری آب در این تیمارها به ترتیب ۳/۷، ۵/۱ و ۹/۴ بدست آمد (جدول ۴).

بر اساس نتایج آزمایش حاضر می‌توان دریافت که کم آبیاری موجب کاهش عملکرد ماده خشک ذرت می‌شود و در شرایطی از کمبود رطوبت خاک، تغییرات میزان پروتئین در مقایسه با تغییرات میزان الیاف محسوس‌تر می‌باشد. این تغییرات در برگ بیشتر از ساقه می‌باشد و با اعمال کم آبیاری در سطح ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی خاک در شرایط منطقه رشت، ضمن صرفه جویی در مصرف آب می‌توان عملکرد مناسبی از زراعت ذرت بدست آورد.

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از اعتبارات تحقیقاتی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه گیلان انجام گرفته است که بدینوسیله قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Alizadeh, A. 2004. Soil, water, plant relationship (4th Ed.).University of Emam Reza Press. pp. 470. (In Persian).

Asay, K. H., K. B. Jensen, B. L. Waldron, G. Han and T. A. Monaco. 2002. Forage quality of tall fescue

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

across an irrigation gradient. Agron. J. 94(3): 1337-1343.

Budakli, E., N. Carpci and B. CelikGamze. 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. Turk. J. Field Crops. 15(2): 128-132.

Bryant, K. J., V. W. Benson, J. R. Kiniry, J. R. Williams and R. D. Lacewell. 1992. Simulating corn yield response to irrigation timings: validation of the Epic model. J. Prod. Agric. 5(2): 237–242.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89(1): 1–16.

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

Curran, B. and J. Posch. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality: Silage cutting height. Crop Insight 10(2): 1- 4. Pioneer Hybrid International INC.

Doorenbos, J. and A. K. Kassam. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, United Nations, Rome, Italy, pp. 176.

Eek, H. H.1986. Effrct of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. Agron. J. 78(1): 1035-1040.

Ehsani, M.and H. Khaledi. 2003. Water productivity of agriculture. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID) Press, pp. 109. (In Persian).

English, M. J. and S. N. Raja. 1996. Perspective on deficit irrigation. Agric. Water Manage. 32(1): 1–14.

Jafari, A., V. Connolly, A. Frolich and E. K. Walsh. 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish J. Agric. Food Res. 42: 293–299.

Jama, A. O. and M. J. Ottman. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. Agron. J. 85(6): 1159–1164.

Haji Hassani Asl, N. A. Moradi Aghdam, H. Aliabadi Farahani, N. Hosseini and M. Rassaei Far. 2011.
Three forage yield and its components under water deficit condition in delay cropping in Khoy Zone (Iran). Adv. Environ. Biol., 5(5): 847-852.

Hanks, R. J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. Agron. J. 66: 660-665.

Kang, S., W. Shi and J. Zhang. 2000. An improved water use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crops Res. 67(3): 207–214.

Karimi, M., M. Esfahani, M. H. Biglouei, B. Rabiee and A. Kafi Gasemi. 2009. Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht Climate. Electronic J. Crop Prod. 2(2): 91-109. (In Persian with English abstract).

Lauer, G., J. C. Coors and P. J. Flannery. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different areas. Crop Sci. 41(5): 1449-1455.

Majidian, M. and Y. Emam. 2012. Growth and Development Stages of Cereal. University of Guilan Press. pp.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

161.(In Persian).

Nabati, J. and B. RezvaniMoghaddam. 2006. Effect of different irrigation interval on quantitative and qualitative attributes of millet, sorghum and forage corn. Iran. J. Agric. Sci. 37(1): 21-29. (In Persian with English abstract).

Oktem, A., M. Simsek and A. G. Oktem. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays* saccharataSturt) with drip irrigation in a semi-arid region. I. Water yield relationship. Agric. Water Manage. 61(1): 63–74.

Panda P. K., S. K. Behera and P. S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed condition. Agric. Water Manage. 66(3): 181-203.

Pandey, R. K., J. W. Maranville and M. M. Chetima. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agric. Water Manage. 46(1): 15–27.

Sepaskhah, A. R.,A. R. Tavakoli andS. F.Mousavi.2006. Principles and Applications of Deficit Irrigation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID) Press. pp. 288. (In Persian).

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

Simsek, M., A. Can, N. Denek and T. Tonkaz. 2011. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. Afr. J. Biotechnol. 10(31): 5869-5877.

Smith, C. W., J. Betran and E. C. A. Runge. 2004. Corn (Origin, history, technology and production). John Wiley and Sons.USA.

Stockle, C. O. and L. G. James. 1989. Analysis of deficit irrigation strategies for corn using crop growth simulation. Irrig. Sci. 10(2): 85–98.

Traore, S. B., R. E. Carlson, C. D. Pilcher and M. E. Rice.2000.Bt and Non-Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agron. J. 92(1):1027–1035.

Yazar, A., T. A. Howell, D. A.Dusek and K. S. Copeland. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. Irrig. Sci. 18(4): 171–180.

Zhang, J., X. Sui, Li, B. Su, J. Li and D. Zhou. 1998. An improved water-use efficiency for winter wheat grown under reduced irrigation. Field Crops Res. 59(2): 91–98.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

Effect of irrigation regimes on yield and quality of forage maize (KSC 704) in Rasht region in Iran

Biglouei, M. H.[1], A. Kafi Ghasemi[2], M. Javaher Dashti[3] and M. Esfahani[4]

ABSTRACT

Biglouei, M. H., A. Kafi Ghasemi, M. JavaherDashti and M. Esfahani. 2013. Effect of irrigation regimes on yield and quality of forage maize (KSC 704) in Rasht region in Iran**. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(3):196-206. (In Persian).**

To investigate the effect of deficit irrigation on dry forage yield, protein and fiber content of maize (KSC 704), a field experiment was conducted using complete randomized block design with four treatments and three replications in 2007 and 2008 at research farm of faculty of agricultural science of University of Guilan in Rasht, Iran. The experimental treatments included; 50% (I_3) full irrigation as the control, 75% (I_2) and 100% (I_1) of Total Available Water (TAW) depletion, and non-irrigated (I_0) or rainfed conditions. Results of combined analysis of variance showed that irrigation regime significantly affected the dry forage yield, total protein content and irrigation water productivity index ($P<0.01$) and stem dry weight proportion($P<0.05$). Mean comparison showed that dry forage yield, ear dry weight proportion (%) and total protein content increased by decreasing irrigation, however, I_3 and I_2 were not significantly different. The mean dry forage yield and total protein content of I_3, I_2, 100%I_1 and I_0 treatments were 15984.4, 14948.9, 12165.3 and 10418.4 kg.ha^{-1} and 5.0%, 4.7%, 5.3% and 6.0%, respectively. The water productivity index also differed in different irrigation regimes, and the highest water productivity index (9.4 kg.m^{-3}) was observed I_1 and the lowest (3.7 kg.m^{-3}) in I_3. Considering the results of this experiment, it can be concluded that application of 75% (I_2) of total available water depletion will be adequate for producing dry forage of maize with desirable quality in Rasht region in Iran.

Key words: Deficit irrigation, Dry forage yield, Fiber content, Protein content and Water productivity index

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.1.3]

Received: February 2011 Accepted: June 2013

1-Assistant Prof., University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: mhbiglouei@yahoo.com)
2-Lecturer, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Lecturer, University of Guilan, Rasht, Iran
4- Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran