Archiv

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره دوم، تابستان ۹۸
۱۳۷-۱۵۶
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.16045.2199

اثر آرایش کاشت و دور آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در پیشوا– ورامین

علی عرب‌حسینی[۱]، غلام عباس اکبری[۲]، الیاس سلطانی[۲*]، مصطفی نجفی[۳]، علی اسدی‌الموتی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان،
[۲]دانشیار دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه علوم زراعی واصلاح نباتات،
[۳]کارشناس‌ارشد زراعت و مدیر مزرعه زراعی کشت و صنعت چالتاسیان،
[۴]استادیار دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه علوم دامی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به شرایط کشور از نظر منابع آبی، ایجاد روش‌های جدید در آرایش کشت و استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری می‌تواند کمک شایانی به کاهش تهدیدات موجود نماید. هدف از انجام این آزمایش کاهش میزان آب مصرفی و حفظ عملکرد با وجود اعمال کم‌آبیاری بود.

مواد و روش‌ها: آزمایشی در مزرعه کشاورزی شرکت چالتاسیان واقع در شهرستان پیشوا در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ برای ارزیابی دورآبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت علوفه‌ای رقم ZP۴۳۴، انجام شد. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت که در این آزمایش کرت اصلی دور آبیاری و کرت فرعی آرایش کاشت در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت فرعی ۸×۹ متر بود. تیمار دور آبیاری در سه سطح ۴، ۶ و۸ روز فاصله آبیاری (I۱، I۲ و I۳) در هر نوبت آبیاری کرت‌ها به‌مدت ۸ ساعت به صورت قطره‌ای (با نوارتیپ) آبیاری شدند. تیمار آرایش کشت نیز به سه صورت آرایش کشت با فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه و ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه و ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه (به‌ترتیب P۱، P۲ و P۳) بود. P۱ و P۲ آرایش‌های مرسوم کشور می‌باشند و آرایش کشت P۳ به‌عنوان جدیدترین آرایش کشت ذرت بررسی گردید. در این آزمایش مجموعه‌ای از صفات کمی (قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال، وزن بلال، نسبت وزن بلال به وزن کل، درصد ماده خشک، عملکرد تر در هکتار و عملکرد خشک در هکتار)، صفات کیفی (پروتئین خام، درصد فیبر غیر محلول در شوینده خنثی، درصد فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی، خاکستر، چربی خام، درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبر) و صفات مربوط به سود اقتصادی و کارایی مصرف آب مورد بررسی قرارگرفت.

یافته‌ها: در اثر اعمال تیمار آبیاری، صفات اندازه‌گیری شده قطر ساقه، ارتفاع بوته، نسبت وزن بلال به وزن کل، درصد ماده خشک و عملکرد علوفه در سطح ۵ درصد و عملکرد ماده خشک (در هکتار) در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. همچنین، اثر تیمار آرایش کشت بر ارتفاع بوته (در سطح ۵ درصد احتمال) و قطر ساقه، تعداد دانه در بلال، وزن بلال، نسبت وزن بلال به وزن کل بوته، عملکرد (در هکتار) و عملکرد خشک (در هکتار) (در سطح یک درصد احتمال) معنی‌دار شد. نتایج تجزیه کیفی نشان داد که تیمارهای دور آبیاری و آرایش کشت در صفات پروتئین خام و چربی خام معنی‌دار شدند. نتایج حاصل از تجزیه داده‌های مربوط به کارایی مصرف آب، سود ناخالص و سود خالص نشان داد که اثر متقابل بر این صفات معنی‌دار هستند. در

*مسئول مکاتبه: elias.soltani@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

تمام تیمارهای دور آبیاری آرایش کشت P۳ بهترین تیمار آرایش کشت بود. تیمار آبیاری I۲ بیشترین سود خالص را داشت و با بررسی نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آرایش کشت در تیمار آبیاری I۲ مشخص شد کـه بـین تیمارهـای آرایـش کشت در این سطح از آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است.

نتیجه‌گیری: با اعمال آبیاری شش روز به‌جای چهار روز می‌توان با مصرف آب کمتر به همان سـطح از عملکـرد دسـت یافـت. همچنین در اثر اعمال آرایش کشت ۱۴۰سانتی‌متر دو ردیفه بجای آرایش‌های کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه و ۷۰ سانتی‌متـر دو ردیفه میزان آب مصرفی را کاهش داد. نتایج کلی نشان داد با توجه به میزان آب مصرفی، روش جدید آرایش کشت P۳ بـا دور آبیاری I۲ با مصرف ۳۲۰۰ متر مکعب آب در هکتار از عملکرد بالاتری نسبت به آب مصرفی در واحد سطح در مقایسـه بـا دو آرایش کاشت دیگر در همین دور آبیاری که معادل ۵۹۰۰ مترمکعب در هکتار برخوردار بوده است. می‌تـوان بـا آرایـش کشـت جدید با کاهش مصرف آب عملکرد زراعی را ثابت نگه داشت و بازده اقتصادی را حفظ نمود. از منظر کیفیت علوفه تولیدی نیز نتایج تغییر چشمگیری را نشان نمی‌دهند.

واژه‌های کلیدی: تراکم کاشت، سود اقتصادی، کارایی مصرف آب، نوار تیپ.

مقدمه

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) از مهمتـرین و قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان اسـت. سطح کاشت ذرت جـــهان در ســـال ۲۰۱۷ حدود ۱۹۷ میلیون هکتار و میـزان تولیـد آن یـک میلیـارد و ۱۳۴میلیون تن بود (۱۵). ذرت از مهمترین گیاهان در تغذیه انسان است و اهمیت بالایی در تامین تغذیه دام و طیـور دارد. بـا توجـه بـه شـرایط آب و هـوایی و وضعیت نامناسب مراتـع بـرای چـرای دام، در عمـوم واحدهای دامپروری کشور از علوفـه ذرت بـه عنـوان مهمترین گیاه برای تغذیـه دام در کنـار سـایر گیاهـان استفاده می‌شود. در سال ۲۰۲۰ جمعیت جهان به حدود ۷/۷ میلیارد نفر خواهد رسید و تا سال ۲۰۵۰ این رقـم به حدود ۹/۳ میلیارد نفر خواهد رسید، تا سـال ۲۰۵۰ تقاضا برای ذرت دوبرابر خواهد شـد (۳۷). در حـال حاضـر ذرت در نزدیـک بـه ۱۰۰ میلیـون هکتـار از زمین‌های ۱۲۵ کشور در حال توسعه تولید می‌شـود و همچنین در بین ۷۵ کشور در حال توسـعه جـزء سـه گیاهی است که بیشترین سطح زیر کشت را بـه خـود اختصاص داده‌اند (۱۴).

پیش‌بینی‌های مدلهای آب و هوایی جهانی[1] به یک خشکسـالی سراسـری در خاورمیانـه اشـاره مـی‌کنـد (۱۹،۱۱) بیش از ۶۵ درصد مساحت ایـران را منـاطق خشک و ۲۰ درصـد را نیمـه خشـک تشـکیل داده و سـایر منـاطق دارای آب و هـوای مرطـوب و نیمـه مرطوب است (۲۴). بر اساس گزارش‌هـا کشـاورزی ۶۰ درصد از مصرف آب دنیا را بـه خـود اختصـاص داده است (۲۸). با این حال گرمایش جهانی در حـال وقوع است و تغییرات شدید آب و هوایی در حال رخ دادن، در نتیجه کمبود آب درحال افزایش است (۲۲). کمبود آب در مناطق کشاورزی خشک و نیمه خشک، عامل اصلی در کاهش رشد و عملکـرد گیاهـان مـی باشد (۷، ۱۸). در مناطق خشـک، آب آبیـاری اصـلی ترین عامل محدود کننده در بین منابع بـرای عملکـرد در کشـاورزی اسـت. کـارایی مصـرف آب مهمتـرین شـاخص بـرای ارزیـابی صـرفه جـویی مـوثر در آب محصولات زراعی است (۱۲، ۲۲، ۲۳، ۲۵ و ۳۸).

پانـدی و همکـاران (۲۰۱۸) گـزارش کردنـد کـه توجه به مساله آبیاری، سـهم قابـل تـوجهی در بهبـود

1. Global climate models

www.SID.ir

Archive of SID

امنیت غذایی و پایداری در گذشته داشته است (۴۰). اگر سرمایه‌گذاری در هر دو بخش توسعه آبیاری و بهبود کارایی مصرف آب انجام شود، پیش‌بینی می‌شود تاثیرات مورد انتظار در زمینه امنیت غذایی و بهبود کارایی مصرف آب در کشورهای درحال توسعه قابل توجه باشد (۳۶). آبیاری قطره‌ای یکی از موثرترین راههای افزایش راندمان آبیاری و کاهش از دست رفتن آب در اثر تبخیر از سطح خاک است (۲۰). در آبیاری قطره‌ای آب غالبا در یک منطقه کوچک در نزدیکی منطقه رشد گیاه قرار می‌گیرد، در نتیجه بواسطه محدود کردن تبخیر از خاک و جلوگیری از نفوذ عمیق آب در خاک، موجب رشد سریع محصول می‌شود (۸). روش آبیاری قطره‌ای می‌تواند تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمیق آب را کاهش دهد (۳۰)، بدین وسیله موجب حفاظت از آب و افزایش عملکرد شود (۱۲، ۲۶، ۳۰، ۳۵ و ۴۱). در سال‌های اخیر استفاده از آبیاری قطره ای در مناطق کمتر مرطوب (نیمه مرطوب) به طور گسترده‌تری در تولید ذرت، به عنوان مثال در شمال شرق چین مورد استفاده قرار گرفته است (۴۳). رژیم‌های آبیاری روی عملکرد ذرت و تبخیر و تعرق تاثیر دارند. از این رو کاهش سطح آبیاری و بهبود کارایی مصرف آب برای کشاورزی پایدار از اهمیت زیادی برخوردار است. پس از ده سال تحقیق در کانزاس آمریکا، لام و تروین (۲۰۰۳) به این نتیجه رسیدند که با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در مقابل روش‌های سنتی آبیاری، میزان آب مورد استفاده در تولید ذرت با کاهش ۳۵ تا ۵۵ درصدی همراه بود (۲۷). در کمربند غربی ذرت ایالت متحده، گراسینای و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که، در مقایسه با میزان آب مصرفی فعلی توسط کشاورزان درصورت استفاده از روش کم آبیاری می‌توان آب ذخیره شده را تا ۳۲ درصد بالا برد و در مقابل تنها ۴ درصد از تولید در نتیجه این کار کاهش می‌یابد (۱۶).

آرایش کاشت در توزیع نور در کانوپی گیاهی، رقابت بین گیاهی و عملکرد نهایی اثرگذار است. نتایج پژوهشی در چین نشان داد که در سال ۱۹۵۰ میانگین تراکم کشت ۱۵۰۰۰ بوته در هکتار بوده است و این مقدار به ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است و از طرفی میانگین عملکرد دانه از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۹۴۰ تا ۶۰۰۰ کیلوگرم در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است (۲۹). دمای بالا، باران‌های مکرر و تابش ضعیف خورشید برای تشکیل ساقه‌های قوی مناسب نیست و می‌تواند موجب کاهش مقاومت مکانیکی ساقه‌های ذرت شود (۴۴). ژائو و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که تراکم گیاهی بالا باعث افزایش طول میانگره‌ها و کاهش مدت زمانی که گیاه به ضخیم کردن میانگره‌ها می‌پردازد می‌شود، که در نهایت موجب افزایش طول میانگره‌ها و کاهش قطر آن‌ها می‌گردد (۴۵). بدوی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که با ترویج کشت دو ردیفه ذرت و بکارگیری تراکم‌های بالاتر می‌توان بدون کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی و از طریق تقویت توان رقابتی گیاه زراعی، شاخص‌های رشد تاج خروس را تضعیف نمود (۵). در آزمایشی دو ساله در سال های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ الگوی کشت دو ردیفه روی یک پشته را برای ذرت علوفه‌ای در منطقهٔ شناندوا به علت بالا بودن راندمان مصرف آب توصیه نمودند. آنها میزان عملکرد علوفه خشک را ۵۰ و ۴۵ تن در هکتار به‌ترتیب از تیمارهای الگوی کاشت دو ردیفه و تک ردیفه گزارش کردند (۲۱).

ایلماز و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در کشت دو ردیفهٔ ذرت، عملکرد علوفهٔ تر و خشک به‌ترتیب ۱۶ و ۱۰ درصد نسبت به کشت یک ردیفه افزایش نشان دادند و کشت دو ردیفه را به عنوان یک

www.SID.ir

Archive of SID

تکنیک برای سودآوری بیشتر ذرت توصیه نمودند (۴۶). افشارمنش (۲۰۱۰) گزارش کرد که در آرایش کاشت دو ردیفه ذرت با توزیع مناسب نور داخل اجتماع گیاهی و عدم وجود رقابت نوری، گیاه از رشد طولی کمتری برخوردار بوده (بعلت تجزیه اکسین در ساقه) در حالی در سایر آرایش‌ها، بعلت وجود رقابت برای گرفتن نور مخصوصاً در کشت کف جوی در اوایل دوره رشد بیشتر بوده و در نهایت گیاه از ارتفاع بیشتری برخوردار می‌شود (۱).

عمده مشکل کشت ذرت در ایران نیاز آبی بالای این کشت می‌باشد. در روش‌های کشت مرسوم و آبیاری با روش‌های سنتی موجب می‌شود تا راندمان آب مصرفی پایین باشد و همچنین شاهد افزایش علف‌های هرز و عدم یک نواختی در مزرعه ذرت باشیم. در کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه و ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه در صورت استفاده از نوارتیپ در مزرعه با مشکل هزینه اولیه بالایی که استفاده از این روش آبیاری به کشاورز وارد می‌کند مواجه هستیم همچنین در کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه علف‌های هرز در سمت خالی ردیف ذرت کشت شده رشد می‌کنند و ایراد اصلی در آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه تراکم بالاست که خطر ورس را افزایش می‌دهد.

در صورت مناسب بودن آرایش کاشت ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه هزینه‌های استفاده از نوار تیپ جهت آبیاری قطره‌ای کاهش خواهد یافت. از طرفی با افزایش فاصله دور آبیاری در مزرعه و عدم کاهش شدید عملکرد می‌توان به کشاورزان توصیه نمود تا با طولانی کردن دور آبیاری، میزان آب مورد استفاده را کاهش دهند.

با توجه به موارد ذکر شده، هدف از انجام این آزمایش بررسی تغییر آرایش کاشت‌های مرسوم به فاصله ردیف ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه و تغییر دور آبیاری مرسوم و در نهایت کاهش آب مصرفی و ثابت نگه داشتن سطح تولید و کاهش هزینه‌های ابتدایی کشت است تا برای کشاورز استفاده از روش آبیاری قطره‌ای مقرون به صرفه باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر دور آبیاری و الگوی کاشت در کشت با روش آبیاری قطره‌ای (نوارتیپ) بر عملکرد، آزمایشی بر روی ذرت علوفه‌ای رقم ZP۴۳۴، انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات در پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری چالتاسیان واقع در شهرستان پیشوا در سال زراعی ۹۶-۹۷ انجام شد. کشت در تاریخ ۱۰مرداد صورت گرفت و میزان بذر استفاده شده برای آرایش کشت‌های P۱ و P۳ برابر ۲۵ کیلوگرم در هکتار و برای آرایش کشت P۲ برابر ۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. در این آزمایش کرت اصلی دور آبیاری و کرت فرعی آرایش کاشت بود. ابعاد هر کرت اصلی ۸×۹ یعنی ۷۲ مترمربع در نظر گرفته شد. تیمار دور آبیاری در سه سطح ۴، ۶ و ۸ روز فاصله دور آبیاری به‌ترتیب I۱، I۲ و I۳ در نظر گرفته شد (آب مورد استفاده در هر کرت با استفاده از کنتور اندازه‌گیری شد). در هر نوبت آبیاری کرت‌ها به‌مدت ۸ ساعت آبیاری شدند. نیاز آبی ذرت بر اساس گزارش سازمان غذا و خواربار جهانی در سال ۲۰۱۷ بین ۷۰۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمکعب گزارش شده‌است (۱۵). تیمار آرایش کشت در ۳ نوع آرایش کشت با فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر یک ردیفه و ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه و ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه به‌ترتیب P۱، P۲ و P۳ بود. تیمار P۱ و P۳ دارای تراکم ۷۸۰۰۰ بوته در هکتار و تیمار P۲ دارای تراکم ۱۵۶۰۰۰ بوته در هکتار بود. تراکم مطلوب برای ذرت علوفه‌ای بین ۷۵

www.SID.ir

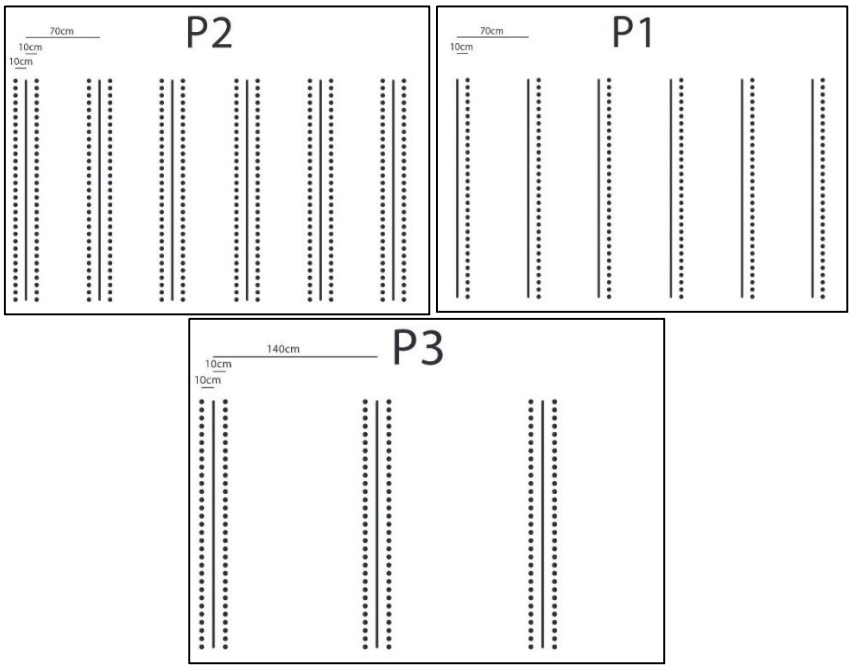
Archive of SID

تا ۱۲۵ هزار بوته در هکتار است. پیش از اجرای آزمایش از چندین نقطه مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک تهیه و برای تعیین نیازهای تغذیه‌ای به آزمایشگاه ارسال و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مشخص گردید.

جدول ۱- مشخصات فیزیک شیمیایی نمونه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of the field soil.

Sand (%) شن (درصد)	Silt (%) سیلت (درصد)	Clay (%) رس (درصد)	K_{ava} (ppm) پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	P_{ava} (ppm) فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	Total N (%) نیتروژن (درصد)	OC (%) ماده آلی‌خاک (درصد)	pH اسیدیته	EC ($ds.m^{-1}$) هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
16	46	38	450.1	44.5	0.11	1.19	7.7	1.26



شکل ۱- آرایش‌های مختلف کاشت: آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه (P۱)، آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۲) و آرایش کشت ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۳)

Figure 1. Different planting patterns; planting pattern, one row 70cm (P1), planting pattern, two rows 70cm (P2), planting pattern, two rows 140cm (P3)

برای تهیه بستر کاشت، عملیات شخم و سپس دیسک اجرا شد و بعد از آن با دستگاه ردیف‌کار، کشت به صورت ردیفی همراه با جایگذاری نوارهای تیپ (عرض ۲۲ میلی‌متر) در خاک انجام گرفت. در آرایش کاشت P۱ فاصله نوارهای تیپ قرار داده شده از هم ۷۰ سانتی‌متر بود و بذرهای ذرت در یک طرف این نوارها و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از نوار تیپ کشت گردید. در آرایش کشت P۲ فاصله نوارهای تیپ از یکدیگر به مانند P۱، ۷۰ سانتی‌متر بود اما در کنار هر نوار تیپ در هر دو طرف آن به فاصله ۱۰ سانتی‌متر کشت صورت گرفت که این مسئله منجر به افزایش دو برابری تراکم ذرت در این آرایش کشت نسبت به P۱ و P۳ گردید. اما در آرایش کشت P۳ نوارهای تیپ در فاصله ۱۴۰سانتی‌متری نسبت به هم قرار داده

www.SID.ir

Archive of SID

شدند و به عبارتی در این آرایش کشت نسبت به آرایش کشت اولیه یعنی P۱ از هر دو نوارتیپ یکی از آنها از زمین حذف گردید به عبارتی فاصله نوارهای آبیاری ۲ برابر شده و مصرف آنها نصف گردید و در این آرایش کشت تراکم بوته با وجود حذف یک ردیف از هر دو ردیف نوارتیپ نسبت به آرایش P۱ ثابت ماند و در دو طرف نوار تیپ به فاصله ۱۰ سانتی‌متر کشت صورت گرفت (شکل ۱).

در این آزمایش ۲۰ روز اول کشت تا استقرار گیاه آبیاری تمام کرت‌ها به صورت ۴ روز یکبار صورت گرفت و بعد از آن تیمار آبیاری به صورت‌های دور آبیاری ۴، ۶ و ۸ روز یکبار انجام شد. در زمانی که دانه‌ها حالت خمیری داشت از هر کرت به شکل تصادفی با حذف ردیف‌های کناری ۱۰ بوته انتخاب و صفات قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بلال ، وزن بلال، نسبت وزن بلال به وزن کل، درصد ماده خشک، عملکرد تر در هکتار و عملکرد خشک در هکتار اندازه‌گیری شد. در پایان دوره کشت از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته را به صورت تصادفی انتخاب و بعد از خرد کردن نمونه‌ها با استفاده از آون اقدام به خشک کردن آنها و سپس با آسیاب نمونه‌های همگنی را جهت انجام آزمایشات کیفی برای تعیین پروتئین خام[1]، درصد فیبر غیر محلول در شوینده خنثی[2]، درصد فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی[3]، خاکستر[4]، چربی خام[5]، درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبر[6] آماده شد. اندازه‌گیری پروتئین خام با روش کجلدال و اندازه‌گیری چربی با استفاده از روش سوکسله و خاکستر نیز با استفاده از کوره محاسبه گردید (۴۸).

اندازه‌گیری صفات در آزمایشگاه‌های زراعت و علوم دامی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران صورت گرفت برای نتیجه‌گیری بهتر کارایی مصرف آب و سود ناخالص فروش(میزان درآمد بدست آمده از محصول نهایی) و سود خالص حاصل از فروش نیز محاسبه گردید:

(۱) سود ناخالص = هزینه‌های مربوط به دوره کشت − سود ناخالص

(۲) $$\text{کارایی مصرف آب} = \frac{\text{ماده خشک تولیدی}(\boldsymbol{kg})}{\text{میزان آب مصرفی}(\boldsymbol{m3})}$$

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS[7] و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه داده‌ها نشان داد که تیمار دور آبیاری بر صفات اندازه‌گیری شده شامل قطر ساقه، ارتفاع بوته، نسبت وزن بلال به وزن کل، درصد ماده خشک، عملکرد تر در هکتار و عملکرد ماده خشک در هکتار معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، تیمار آرایش کشت نیز بر صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته ، قطر ساقه، تعداد دانه در بلال، وزن بلال، نسبت وزن بلال به وزن کل بوته، عملکرد تر در هکتار و عملکرد ماده خشک در هکتار معنی‌دار بود. اثر متقابل بین تیمارهای آرایش کشت و دورآبیاری نیز در صفات اندازه‌گیری شده، عملکرد ماده خشک در هکتار وزن بلال و عملکرد تر در هکتار معنی‌دار بود (جدول۲).

1. Crude protein
2. Neutral detergent fiber
3. Acid detergent fiber
4. ASH
5. Crude fat
6. Non-fiber Carbohydrates
7. Version 9.4

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات، قطرساقه ، ارتفاع، تعداد دانه‌ها در هر بلال، وزن بلال، نسبت وزن بلال به وزن‌کل، درصد ماده‌خشک، عملکرد تر در هکتار و عملکرد خشک در هکتار

Table 2. Results of analysis of variance for diameter, plant height, number of grains per spike, spike weight, the ratio of spike weight to biological weight, the percentage dry material, fresh yield per hectar, dry yield per hectare

میانگین مربعات Mean squares								
عملکرد خشک در هکتار Dry yield per hectare	عملکرد تر در هکتار Fresh yield per hectar	ماده‌خشک Dry mater	نسبت وزن‌بلال به وزن‌کل The ratio of spike weight to biological weight	وزن بلال Spike weight	تعداد دانه در بلال Number of grains per spike	ارتفاع Plant height	قطر Diameter	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
2689227.01	92516083 **	3.01	1.74	1731.85	130.46	0.0045	0.014	2	بلوک Block
24371496.35 **	44345900 *	26.94**	45.789*	877.93	136.17	0.221**	0.0855*	2	آبیاری Irrigation (I)
8495329.98	29181380	4.743	9.611	1589.62	527.66	0.002915	0.0061	4	خطای اول Error1
3096812.93 **	533289865 **	0.624	295.82**	57308.89**	102592.23**	0.1425*	0.9502**	2	آرایش کاشت Planting pattern (P)
10250687.31 *	47898055 **	8.59	20.15	2807.053**	2582.56	0.01848	0.0109	4	آبیاری□آرایش کشت P□
2811092.3	8637227	3.398	7.515	501.902	2255.42	0.02462	0.0189	12	خطای دوم Error2
10.09	4.58	7.14	9.06	10.54	11.88	5.55	7.27		C.V

I= دور آبیاری، P= آرایش کشت، * و ** معنی‌داری در سطح ۵درصد و یک درصد.

I= Irrigation intervals, P= Planting patterns, * and ** Significant at 0.05 and 0.01 probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

صفات کمی

بیشترین میانگین قطر ساقه در تیمار آبیاری I۱ بدست آمد و اختلاف معنی‌داری با I۳ داشت (جدول ۳). بین تیمارهای آرایش‌کاشت P۱ (۲/۰۰ سانتی‌متر) و P۳ (۲/۱۴ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری از نظر قطر ساقه نبود، ولی هردو این تیمارها اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار P۲ (۱/۵۲سانتی‌متر) داشتند (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش فاصله زمان آبیاری از ۴ روز به ۶ و ۸ روز ، قطر ساقه به شکل معنی‌داری کاهش یافت، همچنین در آرایش کاشت P۲ خطر ورس افزایش یافت.

نتایج بدست آمده از این پژوهش در مورد ارتفاع بوته‌ها نشان داد که تیمار آبیاری I۱ دارای بیشترین ارتفاع به میزان ۳ متر بود و اختلاف معنی‌داری با دو تیمار I۲ و I۳ داشت ولی بین I۲ و I۳ اختلاف معنی‌داری دیده نشد و این مسئله نشان می‌دهد با افزایش فاصله دورهای آبیاری از ۴ روز یکبار به ۶ و ۸ روز ارتفاع بوته کاهش معنی‌داری یافت. به این معنی که کاهش آب در دسترس گیاه به شکل عاملی محدودکننده عمل کرده و مانع افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. همچنین نتایج جدول ۳، بیانگر آن است که آرایش‌کاشت P۲ با ۲/۹۶ متر بیشترین ارتفاع را دارا بوده و با تیمار P۳ با ارتفاع ۲/۷۱ متر اختلاف معنی‌داری داشت، اما این تیمار (P۲)با تیمار P۱ با ارتفاع ۲/۸۲ متر اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری و آرایش‌های کاشت بر قطرساقه، ارتفاع بوته، تعداد دانه‌ها در هر بلال، نسبت وزن بلال به وزن‌کل، درصد ماده‌خشک ذرت علوفه ای.

Table 3. Mean compartion of irrigation and planting patterns treatments, diameter of stem, plant height, number of grains per spike, the ratio of spike weight to biological weight, the percentage of dry material.

ماده‌خشک (درصد) Dry mater (%)	نسبت وزن بلال به وزن کل The ratio of spike weight to biological weight	تعداد دانه در بلال Number of grains per spike	ارتفاع (متر) Plant height (m)	قطر ساقه (سانتی‌متر) Diameter of stem (cm)		
27.37 a	28.02 b	403.48 a	3.01 a	1.97 a	I1	دورهای آبیاری
26.17 a	30.19 ab	395.7 a	2.76 b	1.91 ab	I2	Irrigation intervals
23.96 b	32.53 a	399.78 a	2.72 b	1.78 b	I3	
25.74 a	32.85 a	446.44 a	2.82 ab	2.00 a	P1	آرایش‌های‌کشت
25.62 a	23.67 b	277.48 b	2.96 a	1.52 b	P2	planting patterns
26.13 a	34.21 a	475.04 a	2.71 b	2.14 a	P3	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Numbers with the same latters in each column have no significant difference.

I= آبیاری ۴ روز یکبار (I۱)، آبیاری ۶روز یکبار (I۲) و آبیاری ۸ روز یکبار (I۳).

P= آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه (P۱)، آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۲) و آرایش ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۳).

I= Irrigation, 4day interval(I1), 6day interval(I2) and 8day interval(I3).

P= Planting pattern, one row with spacing of 70 cm(P1), two rows with spacing of 70 cm(P2) and two rows with spacing of 140 cm(P3).

نتایج مقایسه میانگین آرایش‌های کاشت نشان داد که P۳ با تعداد ۴۷۵ دانه دارای بیشترین تعداد دانه در بلال در میان آرایش کشت‌های مختلف بود. اما بین P۳ و P۱ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی این دو تیمار با آرایش کاشت P۲ اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تغییر دور آبیاری تاثیری در وزن بلال تولیدی تک بوته نداشت. همچنین، اثر متقابل دور آبیاری در آرایش کاشت بر وزن بلال معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج اثر متقابل این صفت در تمام سطوح آبیاری حکایت از آن داشت که بین تیمارهای P۱ و P۳ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما هر دو این تیمارها با تیمار P۲ دارای اختلاف معنی‌دار بودند. به عبارتی تیمار P۲ در سطح آبیاری I۱، I۲ و I۳ به ترتیب با وزن‌های ۱۰۹ گرم، ۹۶ گرم و ۱۵۶ گرم دارای کمترین وزن بلال در تمام سطوح آبیاری بود. در تیمار I۲ آرایش کشت‌های P۱ و P۳ به‌ترتیب با میانگین وزن بلال ۲۸۶ و ۲۷۹ گرم اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه میانگین سطوح آرایش کشت در هر سطح آبیاری (به صورت برش‌دهی اثر متقابل) برای وزن بلال، عملکرد تر و عملکرد خشک، در ذرت علوفه‌ای

Table 4. Mean comparsion of planting pattern in each level of irrigation (slicing the interaction effect) for of spike weight, total fresh yield, total dry yield, in forage maize.

عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry yield per hectare ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh yield per hectar ($kg.ha^{-1}$)	وزن بلال (گرم) Spike weight (g)	آرایش‌های‌کشت planting patterns	دورهای آبیاری Irrigation intervals
15386.55 b	58803.33 b	230.89 a	P1	I1
20489.73 a	74377.33 a	109.67 b	P2	
17741.59 ab	62148.67 b	264.56 a	P3	
18389.98 a	65511.33 ab	286.89 a	P1	I2
18277.25 a	70737.33 a	96.55 b	P2	
14954.93 b	60779.33 b	279.67 a	P3	
12230.74 b	53326 b	231.78 a	P1	I3
17445.53 a	73866 a	156.55 b	P2	
14569.53 ab	57546.67 b	256.33 a	P3	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

Numbers with the same latters in each column have no significant difference.

I= آبیاری ۴ روز یکبار (I۱)، آبیاری ۶ روز یکبار (I۲) و آبیاری ۸ روز یکبار (I۳)، P= آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه (P۱)، آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۲) و آرایش ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۳).

I= Irrigation, 4day interval (I1), 6day interval(I2) and 8day interval (I3), P= Planting pattern, one row with spacing of 70 cm (P1), two rows with spacing of 70 cm (P2) and two rows with spacing of 140 cm (P3).

نتایج نشان داد که دور آبیاری، در صفت نسبت وزن بلال به وزن کل در سطح ۵درصد معنی‌دار شد (جدول۲). تیمار I۳ بیشترین میزان نسبت وزن بلال به وزن کل بوته را دارا بود. در بررسی تیمار آرایش‌کاشت نیز نتایج حکایت از آن دارند که تیمارهای P۱ و P۳ با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و بلال در این آرایش‌های کاشت نسبت یا درصد بیشتری از وزن کل بوته را به خود اختصاص می‌دهد در حالی که این آرایش‌های کاشت با P۲ با میزان ۲۳/۶۷ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. این نسبت در آرایش کاشت P۲ کاهش می‌یابد و این نشان از ضعف این آرایش کاشت در تشکیل بلال و پرکردن دانه‌ها دارد در نتیجه می‌توان گفت در آرایش کاشت P۲ کیفیت علوفه نسبت به دو آرایش دیگر کاهش یافته‌است. بزی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند قطر ساقه، طول و قطر بلال با افزایش تراکم بوته کم شده و ارتفاع بوته افزایش می یابد (۶).

نتایج حاصله نشان داد که درصد ماده خشک در تیمار آبیاری در سطح ۵درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود اما در تیمار آرایش کشت اختلاف معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج جدول۳ بیانگر آن است که در تیمارهای I۱ و I۲ بیشترین درصد ماده خشک به‌دست آمده و باهم اختلاف معنی‌داری ندارند در حالی‌که هردو این تیمارها با تیمار I۳ اختلاف معنی‌داری داشته و این نشان از آن دارد که گیاه در تیمار آبیاری ۴ روز یکبار و ۶ روز یکبار تفاوتی در رسیدن به درصد مشخصی از ماده خشک ندارد، یعنی گیاه از مازاد آب داده شده به آن در تیمار آبیاری I۱ نسبت به تیمار I۲ استفاده نکرده و عملا آب از دست رفته بدون آنکه از آن بهره‌برداری مناسبی در مسیر تولید صورت گرفته باشد. کاهش درصد ماده خشک در تیمار I۳ و اختلاف معنی‌داری که این تیمار با دو تیمار دیگر آبیاری از خود نشان می‌دهد حکایت از آن دارد که وقتی فاصله دورهای آبیاری به ۸ روز یکبار افزایش می‌یابد گیاه در توسعه و بالفعل رساندن پتانسیل‌های رشدی خود نسبت به دورهای آبیاری ۴ و ۶ روز یکبار به مشکل می‌خورد و دچار افت در درصد ماده خشک می‌شود. گیاه در بین آرایش کشت‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری در درصد ماده خشک نمی‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل تیمارهای آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد وزن تر در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با بررسی نتایج اثر متقابل مشخص شد که در تیمار آبیاری I۱ مناسب ترین تیمار آرایش کشت P۲ بود و این تیمار با دو تیمار P۱ و P۳ اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۴). در سطح آبیاری I۲ نیز نتایج نشان داد که تیمار P۲ مناسب ترین تیمار آرایش کشت بوده است و با آرایش‌کشت P۳ اختلاف معنی‌داری دارد اما تیمار P۱ به عنوان تیمار حدواسط بوده و با هیچ‌کدام از دو تیمار P۲ و P۳ اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول ۴). در تیمار I۳ نیز نتایج بیانگر آن بود که تیمار P۲ در این سطح از آبیاری بهترین تیمار آرایش کشت است و بین این تیمار با تیمارهای P۱ و P۳ اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که در صفت عملکرد خشک در هکتار اثر متقابل تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۲). با بررسی نتایج (جدول ۴) مشخص شد که در تیمار I۱ مناسب ترین تیمار آرایش کشت P۲ بوده و این تیمار با آرایش‌کشت P۱ دارای اختلاف معنی‌دار است و اما تیمار P۳ به عنوان تیمار حدواسط نه با تیمار P۱ و نه P۲ اختلاف معنی‌داری نداشته است. در سطح آبیاری I۲ نیز نتایج نشان داد که بین تیمارهای P۲ و P۱ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما تیمار P۳ با هر دو این تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌است. در تیمار آبیاری I۳ نیز تیمار P۲ بهترین تیمار آرایش کشت بوده و این تیمار با P۱ دارای اختلاف معنی‌دار بوده اما تیمار P۳ در این سطح از آبیاری به عنوان تیمار حدواسط بوده و اختلاف معنی‌داری با هیچ یک از دو تیمار P۱ و P۲ ندارد.

قطر ساقه در گیاه زراعی ذرت از این جهت دارای اهمیت است که با توجه به ارتفاع این گیاه در مراحل پایانی رشد و همزمانی این مرحله با افزایش وزن بلال در این گیاه و با توجه به محل قرارگیری و وزن این بخش گیاهی (بلال) در قسمت‌های میانی و بالایی بوته، خطر ورس و خوابیدگی در گیاه ذرت افزایش می‌یابد که از مهمترین و شایع‌ترین خسارات وارده به ذرت است که موجب می‌شود برداشت محصول با مشکل جدی روبرو گردد و در نتیجه افت عملکرد شدید و خسارت به کشاورزان را به همراه داشته باشد، چرا که دیگر چاپرهای برداشت مکانیزه نمی‌توانند گیاهان خوابیده را به خوبی برداشت کنند. از این رو صفت قطر ساقه از صفات مهم در ذرت است که هرچه بیشتر باشد گیاه در برابر ورس مقاومت بیشتری پیدا می‌کند. ورس ساقه با طول

www.SID.ir

Archive of SID

میانگره‌ها رابطه مستقیم دارد (۱۳)، اما با قطر ساقه رابطه عکس دارد (۳۱، ۳۳). چنگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که ضریب میوه ذرت (نسبت ارتفاع قرارگیری میوه به ارتفاع کل گیاه) و نسبت قطر میانگره به طول آن به‌طور معنی‌داری رابطه منفی با ورس در ذرت دارد (۹). با توجه به ارتفاع گیاهان در آرایش کشت P۲ بیشترین احتمال ورس و در آرایش کشت P۳ کمترین احتمال ورس وجود داد. در بررسی این مورد، داده‌های حاصل از قطر ساقه نیز در کنار ارتفاع بوته این مسئله را روشن می‌کند، که گیاهان در آرایش کشت P۲ دارای بیشترین احتمال ورس و در آرایش P۳ دارای کمترین احتمال ورس هستند. برای دامدارانی که کیفیت علوفه در کنار کمیت آن با اهمیت است، تعداد دانه تشکیل شده در گیاه از جمله صفات با ارزش به حساب می‌آید چرا که این دانه‌ها منابع ذخیره مواد غذایی می‌باشند. نشاسته که از جمله مواد با ارزش غذایی بالاست در این بخش از گیاه تجمع می‌یابد و هر عاملی که باعث شود تعداد این محل‌های ذخیره (sink) کم شوند بر عملکرد کمی و کیفی علوفه تولید شده تاثیر می‌گذارد. با بررسی نتایج جدول ۲ حاصل از تجزیه آماری مرتبط با تعداد دانه در بلال مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین دورهای آبیاری مختلف در این صفت مورد مطالعه وجود ندارد و گیاه در اثر افزایش فاصله زمان‌های دورآبیاری دچار اختلال در تولید دانه بلال نشده‌است، به عبارتی تشکیل و پرشدن sinkها تحت تاثیر این دورهای آبیاری قرار نگرفت. اما در تیمار آرایش‌کشت اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. به این معنی که تشکیل و پرشدن sink در گیاه ذرت تحت تاثیر نوع آرایش کشت قرار گرفت. بیشترین قابلیت هضم و کم‌ترین دیواره سلولی مربوط به بلال می‌باشد و پس از آن برگ گیاه سهم عمده‌ای در این امر را دارا است (۱۰). در آرایش کشت P۲ گیاه با توجه به رقابت نوری بالا، بیشتر توان خود را برای رشد رویشی می‌گذارد و در نتیجه بخش زایشی گیاه ضعیف می‌ماند و به شکل کامل توسعه نمی‌یابد، چرا که گیاه با دو مشکل روبروست. اول آنکه گیاه مدت طولانی‌تری نسبت به دو آرایش کشت دیگر به رشد رویشی خود ادامه می‌دهد و این مسئله انرژی بیشتری از گیاه برای توسعه اندام‌های رویشی می‌گیرد و دوم آنکه با توجه به نفوذ نامناسب نور در کانوپی این آرایش کشت برگ‌های پایینی گیاه از چرخه تولید و فتوسنتز خارج می‌شود و اگر نتوانند انرژی مورد نیاز خود را نیز تامین کنند حالت انگلی پیدا کرده و این خود موجب اتلاف انرژی گیاه می‌گردد که در نهایت می‌تواند موجب رشد نامناسب و غیرکافی بخش زایشی گیاه و اندوخته آن در بلال گردد (۲۱). با توجه به نتایج حاصله از وزن بلال و وزن تر تک بوته می‌توان نتیجه گرفت که گیاه وقتی در معرض کم‌آبیاری قرار می‌گیرد عملکرد وزن بلال آن کمتر از عملکرد بیوماس آن تحت تاثیر قرار گرفته و تنش آبی موجب کاهش عملکرد ذرت و بیوماس در ذرت می‌شود (۳۴ و ۴۷).

در نهایت آن‌چیز که برای کشاورز به عنوان صفت اصلی در انتهای دوره کشت با اهمیت است عملکرد ماده‌تر در هکتار می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در ظاهر مناسب‌ترین آرایش کشت برای رسیدن به حداکثر عملکرد در هکتار مربوط به آرایش کشت P۲ است و بین دو آرایش کشت P۱ و P۳ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. عملکرد تر در هکتار همان میزان وزن علوفه برداشت شده‌است که کشاورز آن را به عنوان محصول به دامداران و متقاضیان علوفه می‌فروشد. از این رو هرچه میزان ماده‌تر تولید شده بیشتر باشد نتیجه برای کشاورز مطلوب‌تر و بهتر به نظر می‌آید چرا که از این طریق توانسته به فروش محصول بیشتری دست یابد. اما این تنها ظاهر مسئله

www.SID.ir

Archive of SID

بوده و این نتیجه‌گیری، خلاف تمام صفات اندازه‌گیری شده در طول آزمایش است که آرایش کشت P۲ را آرایشی با وزن تک بوته کمتر، وزن بلال کمتر و حساس به ورس نشان می‌دادند و نباید این نکات را نادیده گرفت، اول آنکه تراکم این تیمار دو برابر بوده و این به معنی هزینه بذر دو برابر نسبت به دو تیمار دیگر است و دوم آنکه در تیمار P۲ به واسطه قطر کم ساقه و ارتفاع زیاد بوته احتمال رخداد ورس در این آرایش کشت افزایش می‌یابد. با تغییر الگوی کشت به شکل P۳ مصرف نوار تیپ و آب آبیاری به نصف کاهش خواهد یافت.

صفات کیفی

نتایج جدول ۵ نشان داد با تغییر در دور آبیاری و با کاهش آب مصرفی میزان پروتئین کاهش نیافت. درصد پروتئین در تیمار I۳ با میزان ۹/۱۴ درصد اختلاف معنی‌داری با تیمار I۱ با میزان ۸/۶۹ درصد نداشت، ولی با تیمار I۲ با مقدار ۸/۲ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۶). مهمترین دلیل عدم تاثیرگذاری همزمان کاهش آب مصرفی با درصد پروتئین موجود در گیاه شکل آبیاری انجام شده است که آبیاری قطره‌ای و زیر سطحی بوده و این روش توانسته آب را به خوبی در زیر سطح خاک در نزدیکی ریشه در دسترس گیاه قرار دهد. مقایسه میانگین بین تیمارهای آرایش کشت (جدول ۶) نیز نشان داد که درصد پروتئین در تیمار P۲ با ۹/۱۴ درصد اختلاف معنی‌داری با تیمار P۳ با درصد پروتئین ۸/۲۶ داشت و این درصد در تیمار P۲ افزایش یافت. این نتیجه بیانگر آن است که آرایش کشت P۲ بدلیل ادامه رشد رویشی خود و حفظ لطافت برگها و عدم خشبی شدن بافتها درصد پروتئین بیشتری را دارا بوده است.

جدول ۵- تجزیه واریانس برای ، پروتئین خام، درصد فیبر غیر محلول در شوینده خنثی، درصد فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی، خاکستر، چربی خام، درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبر

Table 5. Analysis of variance for crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ASH, crude fat, Non-fiber Carbohydrates.

میانگین مربعات Mean squares							
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پروتئین خام Crude protein	فیبر غیر محلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	خاکستر Ash	چربی خام Crude fat	کربوهیدرات‌های غیرفیبر Non-fiber Carbohydrates
بلوک Block	2	0.3180	7.6740	8.2868	0.5086	0.0145	3.9404
آبیاری Irrigation (I)	2	2.0319*	5.1719	2.3941	0.5429	0.0398**	19.1373
خطای اول Error1	4	0.9445	13.2633	19.3756	0.1821	0.0446	11.9101
آرایش کاشت Planting patterns (P)	2	1.7613*	3.6752	4.6004	1.7046	0.0225*	0.4693
کشت آبیاری×آرایش (P×I)	4	0.6147	23.2098	34.8545	1.1788	0.0110	29.5375
خطای دوم Error2	12	0.3321	20.1740	18.8054	0.7794	0.0053	26.9152
C.V		6.64	9.34	12.68	16.7	3.19	14.54

I= دور آبیاری، P= آرایش کشت، * و ** معنی‌داری در سطح ۵درصد و یک درصد.

I= Irrigation intervals, P= Planting pattern, * and ** Significant at 0.05 and 0.01 probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

با بررسی نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های مربوط به NDF مشخص گردید (جدول ۵) که تیمارهای آزمایشی هیچ تاثیری بر این شاخص کیفی علوفه ذرت نداشته است و در هیچ سطحی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بدست نیامد. در مقایسه میانگین بین آرایش کشت‌های مختلف P۱، P۲ و P۳ درصد NDF به ترتیب برابر با ۴۸/۱۷، ۴۷/۳۸ و ۴۸/۶۴ بوده است و تفاوت معنی‌داری باهم نداشته‌اند. در مورد شاخص ADF نیز نتایج بیانگر آن بود که (جدول ۵) تیمارهای اجرا شده در آزمایش اختلاف معنی‌داری در بین نمونه‌های آزمایشی ایجاد نکرده‌اند. در جدول ۶ مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آرایش کشت P۱، P۲ و P۳ وجود ندارد و درصد ADF به‌ترتیب برابر با ۳۳/۴۹، ۳۴/۱۶ و ۳۴/۹۲ بود. تجزیه واریانس خاکستر اندازه‌گیری شده نشان داد که در بین تیمارهای اجراشده هیچ تفاوت معنی‌داری نبوده است و به عبارتی تیمارهای اعمال شده هیچ تاثیری بر میزان درصد مواد معدنی تشکیل دهنده گیاه نداشته‌اند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تیمارهای آبیاری در جدول ۶ مشخص نمود که بین تیمارهای I۱، I۲ و I۳ که به ترتیب برابر با ۵/۱۷، ۵/۱۱ و ۵/۵۶ درصد بوده تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است. نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که تیمار آبیاری بر درصد چربی خام اثر معنی‌دار داشت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد چربی خام در تیمار آبیاری I۱ (۲/۳۶درصد) اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشت. اما اختلاف بین دو تیمار، I۲ (۲/۲۴ درصد) و I۳ (۲/۲۵درصد) از نظر درصد چربی خام تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تیمارهای آرایش کاشت اثر معنی‌داری (در سطح ۵درصد) بر درصد چربی خام داشتند (جدول ۵). نتایج نشان داد اثر آرایش کاشت، دور آبیاری و اثر متقابل آنها بر درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبری معنی‌دار نبودند (جدول ۵). نتبجه مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری و آرایش‌های کاشت نشان داد که تیمار P۳ دارای بیشترین میزان درصد چربی بود (۲/۳۴ درصد) و اختلاف آن با تیمار P۲ (۲/۲۴ درصد) معنی‌دار بود. اما تیمار P۱ با دو تیمار P۳ و P۲ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

با توجه به آنکه هدف اصلی از انجام این پژوهش کاهش میزان آب مصرفی در تولید ذرت علوفه‌ای بوده‌است، می‌توان گفت با وجود تغییر در دور آبیاری و آرایش کشت از P۱ و P۲ به P۳ تاثیری بر کیفیت علوفه تولیدی نداشته، پس می‌توان نتیجه گرفت که I۲ و I۳ تیمارهای بهتری از I۱ برای کشت می‌باشند، ولی به‌دلیل کاهش درصد ماده خشک در تیمار I۳ می‌توان گفت تیمار I۲ بهترین تیمار آبیاری و همین‌طور تیمار P۳ نیز با توجه به کاهش ۵۰ درصدی آب مصرفی و عدم تغییر در فاکتورهای کیفی ذرت علوفه‌ای بهترین تیمار آرایش کشت می‌باشد.

نباتی و رضوانی مقدم (۲۰۰۶) 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 به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۲). آسای و همکاران (۲۰۰۲) 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 (۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری و آرایش‌های کاشت، پروتئین خام، درصد فیبر غیر محلول در شوینده خنثی، درصد فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی، خاکستر، چربی خام، درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبر.

Table 6. Mean compartion of irrigation and planting patterns treatments, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ASH, crude fat, non-fiber carbohydrates.

		پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	فیبر غیر محلول در شوینده خنثی (٪) Neutral detergent fiber (%)	فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی (٪) Acid detergent fiber (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	چربی خام (٪) Crude fat (%)	کربوهیدرات‌های غیرفیبر (٪) Non-fiber Carbohydrates (%)
دورهای آبیاری Irrigation intervals	I1	8.6944ab	47.922a	34.136a	5.1722a	2.36667a	35.842a
	I2	8.1989b	47.39a	33.709a	5.1178a	2.24778b	37.044a
	I3	9.1489a	48.886a	34.736a	5.5678a	2.25556b	34.142a
آرایش‌های کشت planting patterns	P1	8.6344ab	48.173a	33.494a	4.9989a	2.29ab	35.903a
	P2	9.1444a	47.38a	34.162a	5.7867a	2.24b	35.447a
	P3	8.2633b	48.644a	34.923a	5.0722a	2.34a	35.679a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Numbers with the same latters in each column have no significant difference.

I= آبیاری ۴ روز یکبار (I۱)، آبیاری ۶روز یکبار (I۲) و آبیاری ۸ روز یکبار (I۳).

P= آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر تک ردیفه (P۱)، آرایش کشت ۷۰ سانتی‌متر دو ردیفه (P۲) و آرایش ۱۴۰ سانتی‌متر دو ردیفه(P۳).

I= Irrigation, 4day interval(I1), 6day interval(I2) and 8day interval(I3).
P= Planting pattern, one row with spacing of 70 cm(P1), two rows with spacing of 70 cm(P2) and two rows with spacing of 140 cm(P3).

ون سوئست (۱۹۹۱) مقدار فیبر شوینده خنثی در فرمول جیره نویسی دام‌ها مهم می‌باشد، زیرا مقدار مصرف علوفه توسط دام را نشان می‌دهد (۴۲). هلیل و همکاران (۲۰۰۹) فیبر قابل حل در شوینده خنثی شامل مجموع لیگنین، سلولز و همی سلولز می‌باشد و معیاری برای اندازه‌گیری حجم دیواره سلولی است که با افزایش سن گیاه قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین کاهش و در مقابل میزان فیبر خام و لیگنین افزایش می‌یابد. از آنجا که این صفت مورد بررسی فاکتوری مهم در مشخص کردن قابلیت هضم علوفه برای دام است، ثابت ماندن مقدار فیبر غیر محلول در شوینده خنثی در این آزمایش نشان داد که با کاهش میزان آبیاری و تغییر در آرایش کشت تغییری در این صفت موثر بر قابلیت هضم علوفه بوجود نیامد(۱۷). البیرک و همکاران (۲۰۱۱) محتوی الیاف نامحلول در شوینده های اسیدی (ADF) نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی در علوفه بوده که شامل لیگنین و سلولز است، این صفت نشانگر قابلیت هضم علوفه توسط دام می‌باشد، معمولاً با افزایش این شاخص از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود (۲). آنیل و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که خاکستر انواع املاح و مواد معدنی مورد نیاز دام، اعم از عناصر پرمصرف و کم مصرف را تأمین می‌کند. این مواد جهت فعالیت‌های متابولیکی و سلامت دام لازم است، درصد خاکستر به‌طور مستقیم با کیفیت علوفه مرتبط است (۳). هلیل و همکاران (۲۰۰۹)، از میزان خاکستر کل برای تعیین درصد فسفر، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سایر عناصر فرعی موجود در علوفه استفاده می‌گردد و درصد خاکستر کل علوفه در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی می‌باشد(۱۷). شارما (۲۰۰۲) گزارش کردند که عناصر معدنی در علوفه به لحاظ این که در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول های بدن لازم می‌باشند،

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت دارند در نتیجه عناصر معدنی می‌توانند در کیفیت علوفه نیز مؤثر باشند(۳۹).

داده‌های مرتبط با کارایی مصرف آب و سود اقتصادی: نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی مصرف آب و تجزیه آن نشان داد که اثر متقابل آرایش کشت و دورآبیاری روی کارایی مصرف آب در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). در هر سه تیمار آبیاری تیمار الگوی کشت P۳ تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشت. در تیمار I۱ و I۲ آرایش کاشت P۱ و P۲ اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی در تیمار آبیاری I۳ تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار P۱ و P۲ مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۷- تجزیه واریانس برای کارایی مصرف آب، فروش ناخالص، سود خالص

Table 7. Analysis of variance for water use efficiency, gross profit, net profit

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares: کارایی مصرف آب Water use efficiency	سود ناخالص Gross profit	سود خالص Net profit
بلوک Block	2	0.03508397	352×10^{10}**	352×10^{10}**
آبیاری Irrigation (I)	2	3.61225552**	169×10^{10}*	169×10^{10}*
خطای اول Error1	4	0.4037167	111×10^{10}	111×10^{10}
آرایش کاشت Planting patterns (P)	2	13.06132573**	203×10^{11}**	1080×10^{10}**
کشت آبیاری×آرایش (P×I)	4	0.57041725*	182×10^{10}**	182×10^{10}**
خطای دوم Error2	12	0.14213624	3.28431E+11	3.28431E+11
C.V (%)		10.79	4.58	4.76

I= دور آبیاری، P= آرایش کشت، * و ** معنی‌داری در سطح ۵درصد و یک درصد.

I= Irrigation intervals, P= Planting pattern, * and ** Significant at 0.05 and 0.01 probability level.

منظور از سود ناخالص، سود بدست آمده از فروش محصول نهایی بدون کسر هزینه‌های انجام گرفته در واحد هکتار است. در بررسی اثرات متقابل این صفت که در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۷) نتایج حکایت از آن داشتند که در تیمار I۱ آرایش‌کشت P۲ بهترین تیمار بوده و با تیمارهای P۱ و P۳ دارای اختلاف معنی‌دار است و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در I۲ نیز تیمار P۲ با ۱۳ میلیون و ۷۰۰ هزار تومان فروش محصول در هکتار بهترین تیمار بوده و اختلاف معنی‌داری با P۳ داشت که مبزان فروش آن ۱۱میلیون و ۸۰۰ هزار تومان در هکتار بود. اما تیمار P۱ با میزان فروش ۱۲ میلیون و ۷۰۰ هزار تومان در هکتار در این دور آبیاری به‌عنوان تیمار حد واسط به حساب می‌آید و با هیچکدام از دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار ندارد. در دور آبیاری I۳ نیز نتایج نشان داد که بهترین تیمار P۲ بوده و این تیمار با دو تیمار P۱ و P۳ اختلاف معنی‌دار دارد، و بین دو تیمار P۱ و P۳ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۸). سود خالص عبارت از سودی است که کشاورز پس از کسر هزینه‌های انجام

www.SID.ir

Archive of SID

داده از فروش محصول خود بدست می‌آورد. در بررسی اثر متقابل تیمارهای دورآبیاری و آرایش کاشت در این صفت مورد بررسی در جدول ۸، نتایج بیانگر آن بود که بین آرایش کشت‌های P۲ وP۳ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی هر دو این تیمارها با آرایش کشت P۱ دارای اختلاف معنی‌دار شدند. همان‌طور که مشاهده شد بین تیمارهای P۲ وP۳ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و با توجه به نصف بودن میزان نهاده‌های استفاده شده در تیمار P۳ نسبت به تیمار P۲ می توان گفت بهترین تیمار در آبیاری I۱ به طور قطعی تیمار P۳ می‌باشد. در دور آبیاری I۲ نیز نتایج حکایت از آن دارند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آرایش کشت وجود ندارد. در نتیجه می‌توان گفت که بهترین تیمار آرایش کشت P۳ با سود خالص ۸ میلیون و ۹۹۵ هزار تومان در هکتار شد. در تیمار آبیاری I۳ نیز نتایج بیانگر آن بود که تیمار P۲ با میزان سود خالص ۹ میلیون و ۹۴۵ هزار تومان در هکتار، بهترین تیمار آرایش کشت است و با تیمار P۳ با میزان سود خالص ۸ میلیون و ۳۶۵ هزار تومان در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار بوده، همچنین تیمار P۳ نیز با تیمار P۱ با سود خالص ۶ میلیون و ۴۵۰ هزار تومان دارای اختلاف معنی‌دار شد.

جدول ۸- **مقایسه میانگین سطوح آرایش کشت در هر سطح آبیاری (به صورت برش‌دهی اثر متقابل) برای** مقدار آب مصرفی، کارایی مصرف آب، فروش ناخالص، سود خالص.

Table 8. Mean comparsion of planting pattern in each level of irrigation (slicing the interaction effect), amount of water used duringirrigation, water use efficiency, gross profit, net profit.

دورهای آبیاری Irrigation intervals	آرایش‌های‌کشت planting patterns	مقدار آب‌مصرفی (مترمکعب) Water use (m^3)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم به مترمکعب) Water use efficiency (kg/m^3)	سود ناخاص (تومان در هکتار) Gross profit ($Toman.ha^{-1}$)	سود خالص (تومان در هکتار) Net profit ($Toman.ha^{-1}$)
I1	P1	8200	1.88 b	11466650 b	7518650 b
	P2	8200	2.5 b	14503580 a	10045580 a
	P3	4400	4.03 a	12118990 b	9262990 a
I2	P1	5900	3.12 b	12774710 ab	8826710 a
	P2	5900	3.1 b	13793780 a	9335780 a
	P3	3200	4.67 a	11851970 b	8995970 a
I3	P1	4700	2.6 c	10398570 b	6450570 c
	P2	4700	3.71 b	14403870 a	9945870 a
	P3	2500	5.83 a	11221600 b	8365600 b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Numbers with the same latters in each column have no significant difference.

I= آبیاری ۴روز یکبار(I۱)، آبیاری ۶روز یکبار(I۲) و آبیاری ۸روز یکبار(I۳)، P= آرایش کشت ۷۰سانتی‌متر تک ردیفه(P۱)، آرایش کشت ۷۰سانتی‌متر دو ردیفه(P۲) و آرایش ۱۴۰سانتی‌متر دو ردیفه(P۳).

I= Irrigation, 4day interval (I1), 6day interval(I2) and 8day interval (I3), P= Planting pattern, one row with spacing of 70 cm (P1), two rows with spacing of 70 cm (P2) and two rows with spacing of 140 cm (P3).

با توجه به سود خالص، مناسب‌ترین تیمار دور آبیاری تیمارهای I۱ وI۲ بودند (جدول ۸)، هرچند مقدار آب مصرفی در تیمار I۲ کمتر از تیمار I۱ بود. با توجه به نتیجه بدست آمده و با در نظر گرفتن این نکته که تیمار I۲ آب کمتری نسبت به تیمار I۱ مصرف می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که I۲ تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب‌تری نسبت به تیمار I۱ است. همچنین با توجه به نتایج حاصل از مقایسه اثرات متقابل تیمارهای آرایش‌کشت و آبیاری نتایج در تیمار I۲ حکایت از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آرایش کشت در این تیمار آبیاری داشت. با در نظر گرفتن این نکته که در بین تیمارهای آرایش کشت، آرایش‌کشت P۳ به اندازه نیمی از دو تیمار دیگر آب مصرف می‌کند می‌توان نتیجه گرفت که بهترین تیمار آبیاری در آزمایش تیمار I۲ و تیمار P۳ نیز بهترین تیمار آرایش‌کشت در بین تیمارهای مورد بررسی آزمایش بوده است.

از عمده مشکلات کشاورزان در صورت فراهم بودن زیرساخت برای انجام آبیاری قطره‌ای با نوار تیپ هزینه‌ای است که خرید نوارتیپ در هر کشت برروی دست کشاورزان می‌گذارد که این مشکل با اجرای آرایش کشت P۳ و حذف نیمی از نوارهای تیپ در مزرعه علاوه بر کاهش آب مصرفی به نصف، هزینه وارد شده به کشاورز را نیز به نصف کاهش می‌دهد. همچنین می‌توان به کاهش مصرف نیمی نوارهای تیپ و به تبع آن کاهش هزینه به همان اندازه اشاره کرد به عبارتی براساس برآوردهای سال ۹۶ حدود یک میلیون تومان به ازاء هر هکتار در هزینه‌ها صرفه‌جویی صورت می‌گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

با تغییر الگوی کاشت به شکل P۳ مصرف نوار تیپ و آب آبیاری به نصف کاهش خواهد یافت. نتایج کلی طرح نشان داد با توجه به میزان آب مصرفی، روش جدید آرایش کاشت(P۳) در دور آبیاری I۲ با مصرف ۳۲۰۰ مترمکعب آب از عملکرد بالاتری نسبت به آب مصرفی در واحد سطح در مقایسه با دو آرایش کاشت دیگر در همین دورآبیاری که معادل ۵۹۰۰ مترمکعب است برخوردار شد. با توجه به نتایج محاسبه سود خالص در تیمارهای آبیاری، بهترین تیمار آبیاری تیمارهای I۱ و I۲ بودند، از طرفی با توجه به مصرف کمتر آب در تیمار I۲ این تیمار بهترین تیمار دورآبیاری بوده‌است و با بررسی نتایج اثر متقابل تیمارهای آرایش‌کاشت و دورآبیاری در این فاکتور مشخص شد که بین تیمارهای آرایش‌کاشت در آبیاری I۲ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و باتوجه به اینکه در آرایش‌کاشت P۳ میزان آب مصرفی نصف دو تیمار دیگر آرایش‌کاشت بوده می‌توان نتیجه گرفت P۳ مناسب ترین تیمار آرایش کاشت در بین تیمارهای آزمایشی است.

منابع

1. Afsharmansh, Gh. 2010 Effect of Planting Pattern on Grain Yield of Maize Cultivars in Jiroft Region. Final report of Shahid Moghadli Agricultural Research Center in Jiroft and Kahnouj. 35 pages.
2. Albayrak, S., Turk, M., Yukel, O., and Yilmaz, M. 2011. Forage yield and quality of perennial legume – grass mixtures under rainfed conditions. Not. Bot. Horti. Agrobon., 39(1): 114-118.
3. Anil, L., Park, J., and Phipps, R.H. 2000. The potential of forage- maize intercrops in ruminant nutrition. Animal Feed Sci. Tech., 85: 157-164.
4. Asay, K.H., Jensen, K.B., Waldron, B.L., Han, G., and Monaco, T.A. 2002. Forage quality of tall fescue across an irrigation gradient. Agron. J., 94(3): 1337-1343.
5. Badavi, A.R., Ghalavand, A., Alikhani, M.A., Zand, A., and Fallah, S. 2007. Effect of plant density and canopy arrangement of corn on growth indices of Amaranthus retroflexus L. Res. Cons., 75: 33-42.
6. Bazi, M.T., Nemati, N., Mokhtarpour, H., and Mosavat, S.A. 2005. Effects of tiller removal and plant density on ear yield and forage of sweet corn. Azad University of Varamin. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

7. Bozkurt, Y., Yazar, A., Gencel, B., and Sezen, M.S. 2006. Optimum lateral spacing for drip irrigated corn in the Mediterranean region of Turkey. Agric. Water Manage. 85: 113–120.
8. Chen, R., Cheng, W.H., Cui, J., Liao, J., Fan, H., Zheng, Z., and Ma, F.Y. 2015. Lateral spacing in drip-irrigated wheat the effects on soil moisture, yield and water use efficiency. Field Crop. Res. 179: 52–62.
9. Cheng, F.L., Du, X., Liu, M.X., Jin, X.L., and Cui, Y.H. 2011. Lodging of summer maize and the effects on grain yield. J. Maize Sci., 19: 105–108. (in Chinese)
10. Choghan, R. 1996. Investigate and Comparative of yield and yield components of hybrid varieties of corn silage. J. Agric. Res. Branch., 2(12): 36-40. (In Persian).
11. Dai. A. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. Nat. Clim. Change., 3: 52–8.
12. Deng, X.P., Shan, L., Zhang, H., and Turner, N.C. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semi-arid areas of China. Agric. Water Manage., 80: 23–40.
13. Esechie, H.A. 1985. Relationship of stalk morphology and chemical composition to lodging resistance in maize (*Zea mays* L.) in a rainforest zone. J. Agric. Sci., 104: 429–433.
14. FAOSTAT. 2010. Statistical databases and data-sets of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao. org/default.aspx. Accessed April 2010.
15. FAOSTAT. 2017. Statistical databases and data-sets of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org.
16. Grassini, P., Yang, H.S., Irmak, S., Thorburn, J., Burr, C., and Cassman, K.G. 2011. High-yield irrigated maize in the Western U.S. Corn Belt: II. Irrigation management and crop water productivity. Field Crop. Res., 120: 133–141.
17. Halil, Y., Dasci, M. and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding Yield and quality. J. Anim. Veter. Adv., 8: 7. 1337-1342.
18. Hao, B.Z., Xue, Q.W., Marek, T.H., Jessup, K.E., Hou, X.B., Xu, W.W., Bynum, E.D., and Bean, B.W. 2015. Soil water extraction, water use and grain yield by drought tolerant maize on the Texas High Plains. Agric. Water Manage., 155: 11–21.
19. IPCC, 2013. Summary for policymakers Climate Change in the Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed T.F Stocker et al.
20. Irmak, S., Djaman, K., and Rudnick, D.R. 2016. Effects of full and limited irrigation amount and frequency on subsurface drip-irrigated maize evapotranspiration, yield, water use efficiency and yield response factors. Irrig. Sci., 34: 271–286.
21. Jones, B.P. 2008. Effects of twin – Row spacing on corn silage growth development and yield in the Shenandoah Valley available at http://www.valleycrop. Cses. Vt. Edu / corn Mdndgement Assts/ Twin Row Cornsilage.
22. Kang, S.Z., Hao, X.M., Du, T.S., Tong, L., Su, X.L., Lu, H.N., Li, X.L., Huo, Z.L., Li, S., and Ding, R.S. 2017. Improving Agricultural water productivity to ensure food security in China under changing environment: from research to practice. Agric. Water Manage. 179: 5–17.
23. Kang, S.Z., Shi, W.J., and Zhang, J.H. 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crop. Res. 67: 207–214.
24. Madani, K. 2014. Water management in iran: what is causing the looming crisis, J. Environ. Stud. Sci., 4(4): 315–328.
25. Kiziloglu, F.M., Sahin, U., Kuslu, Y., and Tunc, T. 2009. Determining water yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. Irrig Sci., 27: 129–137.
26. Kuscu, H., Karasu, A., Oz, M., Demir, A.O., and Turgut, I. 2013. Effect of irrigation amounts applied with drip irrigation on maize evapotranspiration yield, water use efficiency, and net

www.SID.ir

Archive of SID

return in a Sub-Humid climate. Turk. J. Field Crops., 18: 13–19.
27. Lamm, F.R., and Trooien, T.P. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: A review of 10 years of research in Kansas. Irrig. Sci., 22: 195–200.
28. Lin, Y., Zeng, Z., Ren, C., and Yuegao, H.U. 2012. Water use efficiency and physiological responses of oat under alternate partial root-zone irrigation in the semiarid areas of Northeast China. Proc. Engin., 28: 33–42.
29. Li, S., Wang, K., Xie, R., Hou, P., Ming, B., Yang, X., Han, D. and Wang, Y., 2016. Implementing higher population and full mechanization technologies to achieve high yield and high efficiency in maize production. Crops., 4: 1–6.
30. Liu, H.J., Wang, X.M., Zhang, X., Zhang, L.W., Li, Y., and Huang, G.H. 2017. Evaluation on the responses of maize (*Zea mays* L.) growth: yield and water use efficiency to drip irrigation water under mulch condition in the Hetao irrigation district of China. Agric. Water Manage. 179: 144–157.
31. Martin, M.J., and Russell, W.A. 1984. Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. Crop Sci., 24: 746–750.
32. Nabati, J., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. The effect of irrigation intervals on yield and morphological traits in forage millet, sorghum and corn. Iranian J. Field Crop Sci., 41: 179-186. (In Persian).
33. Novacek, M.J., Mason, S.C., Galusha, T.D., and Yaseen, M. 2013. Twin rows minimally impact irrigated maize yield, morphology, and lodging. Agron. J., 105: 268–276.
34. Payero, J.O., Melvin, S.R., Irmak, S. and Tarkalson, D. 2006. Yield response of maize to deficit irrigation in a semiarid climate. Agric. Water Manag., 84: 101-112.
35. Qin, S.J., Li, S.E., Kang, S.Z., Du, T.S., Tong, L., and Ding, R.S. 2016. Can the drip irrigation under film mulch reduce crop evapotranspiration and save water under the sufficient irrigation condition? Agric. Water Manag., 177: 128–137.
36. Ringler, C. 2017. Investment in Irrigation for Global Food Security, IFPRI Policy Note. International Food Policy Research Institute, Washington DC (USA).
37. Rosegrant, M.R., Ringler, C., Sulser, T.B., Ewing, M., Palazzo, A., and Zhu, T. 2009. Agriculture and food security under global change: Prospects for 2025/2050. Washington, D.C: International Food Policy Research Institute.
38. Rudnick, D., Irmak, S., Ferguson, R., Shaver, T., Djaman, K., Slater, G., Bereuter, A., Ward, N., Francis, D., Schmer, M., Wienhold, B., and Van Donk, S. 2016. Economic return versus crop water productivity of maize for various nitrogen rates under full irrigation, limited irrigation, and rainfed Settings in South Central Nebraska. J. Irrig. Drain. Eng., 142(6): 04016017.
39. Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios India, 407p.
40. Pandey, P. 2018. The Role of Irrigation for Food Security and Sustainability. Elsevier Inc.
41. Tian, F.Q., Yang, P.J., Hu, H.C., and Liu, H. 2017. Energy balance and canopy conductance for a cotton field under film mulched drip irrigation in an arid region of northwestern China. Agric. Water Manag., 179: 110–121.
42. Van Soest, P.J. 1991. Methods of fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.
43. Wang, Z., Li, J., and Li, Y. 2014. Simulation of nitrate leaching under drip system uniformities and precipitation patterns during the growing season of maize in North China Plain. Agric. Water Manage. 142: 19–28.
44. Xue, J., Gou, L., Shi, Z.G., Zhao, Y.S., and Zhang, W.F. 2017. Effect of leaf removal on photosynthetically active radiation distribution in maize canopy and stalk strength. J. Integr. Agri., 16: 85–96.

www.SID.ir

Archive of SID

45. Xue, J., Zhao, Y., Gou, L., Shi, Z., Yao, M. and Zhang, W. 2016. How high plant density of maize affects basal internode development and strength formation. Crop Sci., 56: 3295–3306.
46. Yilmaz, S., Erayman, M., Gozubenli, H., and Can, E. 2008. Twin or narrow – row Planting Patterns versus conventional planting in forage maize production in the Eastern Mediterranean. Cereal. Res. Commun., 36: 189-199.
47. Zand-Parsa, S., Sepaskhah, A.R., and Rownaghi, A. 2006. Development and evaluation of integrated water and nitrogen model for maize. Agric. Water Manage. 81: 227-256.
48. Zarei, A. 2012. Summary of Experiments on Animal Feeding Principles. Islamic Azad University, Karaj Branch, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Animal Sci. Dept., (In Persian).

www.SID.ir