نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۶،ص.۱۰۱۴-۱۰۰۱

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 4, Sept.-Oct.2017, p. 1001-1014

تاثیر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر بهروری مصرف آب و عملکرد کمی وکیفی ذرت شیرین(*Zea mays* var. saccharata)

محمد جواد فریدونی[۱]–هوشنگ فرجی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر بهروری مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. عامل اصلی آزمایش شامل آبیاری در ۳ سطح، ۱۰۰ (I_1)، ۷۵ (I_2) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_3) و عامل فرعی شامل روش‌های کشت در ۶ سطح، کشت بذر زیر خاکپوشه پلاستیک در ۱۵ فروردین‌ماه (CT_1)، کشت نشا زیر خاکپوشه پلاستیک در ۱۵ فروردین‌ماه (CT_2)، کشت بذر به روش متداول در ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_3)، کشت بذر زیر خاکپوشه پلاستیک در ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_4)، کشت نشا زیر خاکپوشه پلاستیک در ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_5) و کشت نشا به روش متداول در ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_6) بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش آبیاری و روش‌های کشت بر صفات عملکرد بلال و بهروری مصرف آب معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای I_1CT_1، I_1CT_2، I_2CT_1 و I_2CT_2 به ترتیب معادل ۱۴۴۲۰، ۱۴۴۱۴/۴، ۱۳۶۹۱/۷ و ۱۳۵۱۳/۵ کیلوگرم بر هکتارو میزان مصرف آب در تیمارهای مذکور به ترتیب معادل ۲۵۲۱، ۳۳۶۲، ۲۳۸۵ و ۳۱۸۰ متر مکعب بر هتار بود. عملکرد بلال در تیمارهای کشت نشا در مقایسه با تیمارهای کشت بذر و همچنین تیمارهای خاکپوشه در مقایسه با تیمارهای بدون خاکپوشه به ترتیب حدود ۲/۸۵ و ۲۷/۸۰ درصد افزایش یافت.بیشترین بهروری اقتصادی مصرف آب در تیمارهای I_2CT_2، I_2CT_1، I_3CT_2 و I_3CT_1 به ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. استفاده از نشا و خاکپوشه پلاستیک باعث تسریع رشد و نمو گیاه و تولید خارج از فصل شد.حفظ رطوبت زیر خاکپوشه پلاستیک، باعث افزایش میزان قند و درصد ساکارز دانه گردید. در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد، جهت رسیدن به حداکثر عملکرد کمی و کیفی، استفاده از تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر خاکپوشه امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، تبخیر و تعرق، کم‌آبیاری، نشا

مقدمه

کمبود آب مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاه است و نسبت به سایر عوامل محیطی، رشد و تولید محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۱). تنش آب تقریبا در هر مرحله از رشد گیاه می‌تواند تاثیرگذار باشد. کاهش منابع آب در کشور و افزایش تلفات آب در روش‌های مختلف آبیاری سطحی، لزوم توجه به روش آبیاری تحت فشار، به خصوص آبیاری قطره‌ای با لوله‌های تیپ را (بعلت دارا بودن فشار کارکرد کم و هزینه‌های پایین تهیه لوله‌ها) افزایش داده است. با مصرف میزان مشخصی از حجم آبیاری (کم‌آبیاری منظم) در کشت بذر و نشا ذرت، می‌توان در مقدار آب صرفه‌جویی نمود و به میزان قابل توجهی بهروری مصرف آب را افزایش داد (۱۲).ارتیک و کارا (۴) با بررسی سطوح آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که بیشترین عملکرد بلال در تیمار آبیاری مطلوب و کمترین عملکرد بلال در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب معادل ۱۴/۸ و ۱۱/۵ تن در هکتار بدست آمد.قاضیان تفریشی و همکاران (۸) با بررسی سطوح آبیاری در تولید ذرت شیرین بیان کردند که کاهش عملکرد بلال و بیوماس، بهروری مصرف آب در ذرت شیرین را کاهش داد، ولی بین سطوح تامین نیاز آبی ۱۰۰ و ۸۰ درصد اختلاف معنی‌داری در بهروری مصرف آب مشاهده نگردید. محققان با بررسی سطوح مختلف آبیاری در تولید ذرت زیر خاکپوشه

۱ و ۲- دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*–نویسنده مسئول: (Email: Hooshangfarajee@yahoo.com
DOI: 10.22067/jsw.v31i3.53661

پلاستیک بیان کردند که کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه ذرت شد (۱۲).

یکی از تکنیک‌هایی که در کشت زودهنگام ذرت شیرین مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاربرد خاکپوشه پلاستیک می‌باشد. استفاده از این تکنیک، به دلیل تامین شرایط دمایی مناسب جهت رشد و بلوغ زودرس گیاه، موجب عرضه به موقع محصول به بازار هدف می‌گردد. همچنین استفاده از این تکنیک، فرصتی ایجاد می‌نماید که پس از برداشت محصول بهاره، مجددا بتوان گیاه تابستانه‌ای کشت شود.کاربرد خاکپوشه پلاستیک در فصل بهار به عنوان یکی از مهمترین روش‌های تولید ذرت به دلیل افزایش عملکرد و حفاظت از آب بیان شده است. بسیاری از مطالعات نشان داده است که کاربرد خاکپوشه پلاستیک یک روش موثر جهت افزایش جوانه زنی است چراکه با افزایش دمای خاک، میکروکلیمای خاک را تغییر می‌دهد (۳). پژوهشگران با کاربرد خاکپوشه پلاستیک در تولید ذرت در شرایط تنش کم‌آبی در کشور چین بیان کردند که عملکرد دانه بدست آمده در مقایسه با تیمار عدم خاکپوشه پلاستیک حدود ۲۶-۱۵ درصد افزایش یافته است (۲۳). کاربرد خاکپوشه پلاستیک، مقدار آب قابل دسترس را به وسیله محدود کردن تبخیر و بالا آوردن آب عمقی به وسیله نیروی کاپیلاریته و انتقال بخار آب به لایه‌های قابل استفاده ریشه، تحت شرایط تنش کم‌آبی افزایش می‌دهد (۱۷).محققان با ارزیابی تولید ذرت شیرین زیر خاکپوشه پلاستیک در خارج از فصل بیان نمودند که با ایجاد خاکپوشه پلاستیک جهت محافظت گیاه در برابر سرما، امکان تولید ذرت شیرین بدون کاهش عملکرد در خارج از فصل امکان پذیر است (۱۶).

استفاده از نشاهای جوانه‌زده در شرایط گلخانه و انتقال آن به زیر پلاستیک در مزرعه، زودرسی محصول را مضاعف می‌نماید. به طوری که با اجرای کشت نشا و خاکپوشه پلاستیک از یک سو، دوره رشد محصول جلو انداخته می‌شود و از سوی دیگر، خطر سرمازدگی بهاره محصول در کشت زودهنگام مرتفع می‌گردد، همچنین میزان مصرف آب کاهش می‌یابد. افزایش عملکرد کشت نشایی ذرت شیرین در مقایسه با کشت متداول ناشی از افزایش جذب نور، شاخص برداشت و عملکرد در واحد سطح می‌باشد.پژوهشگران بیان کردند که کشت نشایی ذرت شیرین باعث جذب بیشتر نور در مرحله پرشدن دانه، افزایش راندمان استفاده از نور و نهایتا عملکرد گردید (۱۹).

قند اصلی ذرت شیرین، ساکارزبا مقدار کمی ازگلوکز، فروکتوزو مالتوزاست. فارسیانی و همکاران (۶) با بررسی تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که بیشترین میزان ساکارز در تیمار تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و تنش شدید آبی معادل ۱/۴۸ درصد بدست آمد. ارتیک و کارا (۴) با بررسی سطوح آبیاری بر کیفیت دانه ذرت شیرین بیان کردند که بیشترین میزان پروتئین و قند دانه در تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بدست آمد. تقیان اقدم و همکاران (۲۱) با بررسی تاثیر سطوح آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین بیان نمودند که تاثیر سطوح آبیاری بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار گردید.

منطقه یاسوج به علت داشتن شرایط آب و هوایی معتدل، جهت کشت ذرت شیرین بهاره مناسب است، اما عدم وجود شرایط دمایی مناسب اولیه جهت سبزشدن ذرت شیرین در مزرعه در فروردین‌ماه یک محدودیت اساسی می‌باشد. برهمین اساس، به نظر می‌رسد که بتوان با استفاده از روش خاکپوشه پلاستیک و کشت نشا، ذرت شیرین خارج از فصل تولید نمود. لذا پژوهش حاضر به منظور تولید ذرت شیرین خارج از فصل کشت، کاربرد روش‌های مختلف جهت تولید محصول و افزایش بهروری مصرف آب، بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین با استفاده از روش خاکپوشه پلاستیک و استفاده از خاکپوشه پلاستیک به منظور کاهش مصرف آب انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی بهروری مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی شیرین با کاربرد سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. عامل اصلی آزمایش شامل سطوح آبیاری در ۳ سطح، ۱۰۰ (I_1)، ۷۵ (I_2) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_3) و عامل فرعی شامل روش‌های کشت ذرت شیرین در ۶ سطح، کشت بذر زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (CT_1)، کشت نشا زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (CT_2)، کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_3)، کشت بذر زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_4)، کشت نشا زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_5) و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT_6) بودند.

ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۳ متر، فاصله بین بلوک‌ها و فاصله بین کرت‌های اصلی از یکدیگر سه متر و فاصله بینکرت‌های فرعی از یکدیگر دو متر لحاظ گردید. مقادیر کود شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در آزمایش اعمال گردید. تمام کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در یک مرحله به صورت یکنواخت و قبل از کاشت در سطح کرت‌های مربوطه پخش گردید و به طور کامل با خاک مخلوط شدند. کود نیتروژن نیز از منبع اوره در دو مرحله، دو سوم پس از مرحله تنک کردن و یک سوم باقیمانده در مرحله ظهور گل‌تاجی به خاک اضافه گردید. بذرهای

ذرت شیرین از هیبرید تمپتیشن[1](دوره رشد ۸۰ روز) بود که با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف‌های کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و تراکم ۶۶/۰۰۰ بوته در هکتار در عمق ۷-۵ سانتی-متری با دست کشت شد. سپس لوله‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) روی خطوط کشت نصب گردید.

به منظور ایجاد خاکپوشه پلاستیک، بعد از کشت بذر ذرت شیرین، میل‌گردهای فلزی مخصوص به شکل هلالی تهیه گردید، بر روی خطوط کشت قرار داده شدند؛ به‌طوری که هر کدام از این هلالی‌ها یک خط کشت را پوشش دادند. پس از آن، پلاستیک‌هایی به عرض ۱ متر روی این هلالی‌ها قرار داده شدند. زمانی که ارتفاع گیاه به اندازه ارتفاع تونل پلاستیکی گردید، اقدام به سوراخ نمودن پلاستیک‌ها جهت خروج بوته‌ها از پلاستیک‌ها گردید. به منظور تولید نشا و کشت نشا ذرت شیرین (زمانی که گیاهچه‌ها وارد مرحله سه برگی شدند) در تاریخ‌های ذکر شده، ۱۴ روز قبل بذرهای ذرت شیرین در سینی‌های نشا (با تعداد حفره ۷×۱۵ و حجم ۳۰ سی‌سی) در گلخانه پرورش داده شدند. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ذکر گردید.در تمامی روش‌های کشت، میزان آب آبیاری اولیه به منظور سبز شدن و استقرار گیاه به طور یکسان صورت گرفت. پس از استقرار گیاه در مزرعه، سطوح آبیاری اعمال شدند. اندازه‌گیری نیاز آبی گیاه به منظور اعمال سطوح آبیاری، با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A به صورت روزانه انجام گردید؛ به طوری که میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اندازه‌گیری و در ضریب تشتک ضرب شد. حجم آب آبیاری با استفاده از فرمول (۱) محاسبه گردید.

$$V=PE.\ KC.\ A/Ei \quad (۱)$$

در این فرمول، V[2] حجم آبیاری بر حسب متر مکعب، PE[3]تبخیر از تشتک تبخیر کلاسAبر حسب متر، KC[4] ضریب گیاهی، A[5] مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع و Ei[6]راندمان آبیاری که حدود ۹۰ درصد فرض شد. ضریب گیاهی ذرت شیرین در اواسط مراحل رشد حدود ۱/۱۵ و در مرحله رسیدگی و برداشت حدود ۱/۰۵ متفاوت است (۲۲). جهت تعیین نیاز آبی گیاه در تیمارهای زیر خاکپوشه پلاستیک، حجم آب آبیاری در عدد ۰/۸ ضرب شد(۱۰). پساز محاسبه نیاز آبی گیاه، حجم آب آبیاری از طریق کنتورهای حجمی در اختیار گیاه قرار داده شد (۱). با استفاده از خصوصیات ظاهری خاک، گیاه و نمونه‌برداری‌های رطوبتی از خاک مزرعه، زمان آبیاری مشخص گردید. ابتدا با استفاده از نمونه‌برداری‌های رطوبتی خاک، عمق کل آب قابل دسترس (فرمول ۲) محاسبه شد و سپس با استفاده از میزان حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی گیاه در مراحل رشد، عمق آب سهل‌الوصول (فرمول ۳) محاسبه گردید (۱۵).

$$TAW=(FC-PWP)Dr.As \quad (۲)$$

در این فرمول، TAW[7] عمق کل آب قابل دسترس، FC[8] ظرفیت مزرعه، PWP[9] نقطه پژمردگی دائم مزرعه، D_r[10]عمق توسعه ریشه و A_s[11]جرم مخصوص ظاهری خاک می‌باشد.

$$RAW=TAW.MAD \quad (۳)$$

در این فرمول، RAW[12] عمق آب سهل‌الوصول و MAD[13] حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی است. همچنین از طریق فرمول (۴) میزان رطوبت سهل‌الوصول مزرعه محاسبه شد و بر این اساس، به محض اینکه میزان رطوبت مزرعه به میزان رطوبت سهل‌الوصول رسید، آبیاری انجام گردید.

$$RAW=(FC-\theta RA)Dr.\ As \quad (۴)$$

در این فرمول، θ_{RA}[14]میزان رطوبت مزرعه است.

در زمان رسیدگی محصول (رطوبت دانه‌های بلال حدود ۷۵ درصد بود)، جهت برداشت نهایی، ۲ متر مربع وسط کرت‌ها با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف، به صورت کف‌بر برداشت شد و بلال‌ها جدا و توزین گردید. همچنین دانه‌های بلال‌ها جدا شدند و عملکرد دانه کنسروی توزین گردید. پس از جدا نمودن بلال‌ها، عملکرد علوفه توزین شد. بهروری اقتصادی مصرف آب از طریق فرمول ۵ محاسبه شد (۵).

$$WUE\ fresh\ grain= GY/Wap \quad (۵)$$

در این فرمول، $WUE_{fresh\ grain}$[15]، GY[16]و W_{ap}[17]به ترتیب بهروری اقتصادی مصرف آب، کیلوگرم دانه تولید شده و مترمکعب آب مصرفی است. همچنین، بهروری بیولوژیکی مصرف آب از طریق فرمول ۶ محاسبه گردید (۵).

$$WUE\ biological= GY/Wap \quad (۶)$$

در این فرمول، $WUE_{biological}$،GYوW_{ap}به ترتیب بهروری بیولوژیکی مصرف آب، کیلوگرم ماده خشک تولید شده و مترمکعب آب مصرفی است.

1- Temptation
2- Volume
3- Pan Evaporation
4- Crop Coefficient Factor
5- Irrigated Area
6- Irrigation Efficiency

7- Total available water
8- Field Capacity
9- Permanent Wilting Point
10- Depth of root
11- Bulk density of Soil
12- Readily Available Water
13- Maximum Allowable Deficit
14- Readily Available Moisture
15- Water Use Efficiency fresh ear
16- Grain Yield
17- Water Application

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil for experimental site (depth 0-30 cm)

پتاسیم قابل جذب Available potassium ($mgkg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available phosphorus ($mgkg^{-1}$)	اسیدیته pH (1:1)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	کربن آلی Organic carbon (%)	بافت خاک Soil texture
229	11.1	7.93	0.25	0.36	2.36	Clay loamy

برای اندازه‌گیری درصد کل قند و درصد قندهای ساکارز و فروکتوز در دانه‌های ذرت شیرین تعداد دو عدد بلال بلافاصله پس از برداشت در مرحله خمیری نرم در فریزر منجمد شده و تا مهیا شدن امکانات برای استفاده از روش HPLC[1] نگهداری شدند.جهت تعیین درصد روغن دانه از دستگاه سوکسله استفاده گردید.میزان نیتروژن دانه با استفاده از روش میکروکجلدال (۲۰) اندازه‌گیری شد و سپس میزان پروتئین (N×۶/۲۵) محاسبه گردید.تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد، مقایسه گردید. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که برهمکنش سطوحآبیاری و روش‌های کشت بر صفات عملکرد بلال، عملکرد دانه کنسروی و بهروری اقتصادی و بیولوژیکی مصرف آب و عملکرد علوفه ذرت شیرین معنی‌دار گردید (جدول ۲).

بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای $I_۲CT_۱$، $I_۱CT_۱$، $I_۲CT_۲$ و $I_۱CT_۲$ به ترتیب معادل ۱۴۴۲۰، ۱۴۴۱۴/۴، ۱۳۶۹۱/۷ و ۱۳۵۱۳/۵ کیلوگرم بر هکتاربدست آمد (شکل ۱)، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین کمترین عملکرد بلال در تیمار $I_۳CT_۳$ معادل ۷۰۶۴ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد و نیز اختلاف معنی‌داری با تیمار $I_۳CT_۶$ نداشت (شکل ۱). در واقع می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه در کشت بذر ذرت شیرین زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ کشت ۱۵ فروردین‌ماه بیشترین عملکرد بلال را داشته است. در حالت کلی، نشا حدود ۷ تا ۱۰ روز و خاکپوشه پلاستیک با توجه به تاریخ کاشت حدود ۸ تا ۱۰ روز نسبت به تیمارهای بدون خاکپوشه سریعتر وارد مرحله رسیدگی شدند. در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه، بیشترین عملکرد بلال در تیمار کشت نشا ذرت شیرین زیر خاکپوشه پلاستیک بدست آمد (شکل ۱).

افزایش عملکرد بلال در کشت زودهنگام، احتمالابه دلیل مناسب‌تر بودن شرایط محیطی از لحاظ درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا می‌باشد. با افزایش طول دوره رشد محصول در تاریخ کشت ۱۵ فروردین‌ماه نسبت به تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه، گیاه تا حدودی توانست فرصت بیشتری جهت تولید و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی داشته باشد، در حالی که با افزایش درجه حرارت در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه، دوره رشد رویشی گیاه کوتاه‌ترگردید، بنابراین گیاه فرصت کمتری جهت ذخیره‌سازی و انتقال مواد به دانه‌ها داشته است. همچنین، عدم تلقیح کامل گل‌ها به علت دمای بالا، موجب کاهش تولید تعداد دانه در بلال شده است و این امر موجب گردید که عملکرد بلال کاهش یابد (شکل ۱). البته در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه زیر خاکپوشه پلاستیک در مقایسه با کشت بدون خاکپوشه پلاستیک، گیاه تا حدودی توانسته است با زودرس نمودن، از گرمای آخر فصل رشد رهایی یابد. نارکی و همکاران (۱۶) با بررسی تولید ذرت شیرین زیر خاکپوشه پلاستیک در خارج از فصل بیان نمودند که عملکرد بلال در تاریخ کشت زودهنگام نسبت به کشت بعدی افزایش یافت.

همچنین، نتایج آزمایش نشان داد که کم آبیاری سبب کاهش عملکرد بلال در ذرت شیرین گردید (شکل ۱). کاهش عملکرد بلال به دلیل کاهش در اجزای موثر عملکرد از جمله افزایش طول دوره گرده‌افشانی، ظهورکاکل و در نهایت کاهش تعداد دانه تشکیل شده در بلال بود. قاضیان تفریشی و همکاران (۸) با بررسی سطوح آبیاری در تولید ذرت شیرین بیان کردند که محدودیت آبیاری، عملکرد بلال را کاهش داد که در واقع با نتایج این تحقیق مشابه است. فارسیانی و همکاران (۶) با بررسی اثر تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که بیشترین عملکرد بلال زمانی بدست آمد که مراحل گلدهی تاسل، گرده افشانی بلال و مرحله شیری ذرت شیرین با گرمای هوا برخورد نداشته است. کمبود ذخیره آب در طی فصل رشد، منجر به کاهش رطوبت خاک و عملکرد ذرت شیرین گردید (شکل ۱).

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که برهمکنش سطوح آبیاری و روش‌های کشت بر میزان عملکرد دانه کنسروی ذرت شیرین معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه کنسروی در تیمارهای $I_۱CT_۱$، $I_۲CT_۱$، $I_۱CT_۲$ و $I_۲CT_۲$ به ترتیب معادل ۵۵۸/۷، ۵۵۱/۱، ۵۳۶/۲ و ۵۲۷/۴ گرم بر متر مربع بدست آمد (شکل ۲)، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

1- High Performance Liquid Chromatography

جدول ۲- تجزیه واریانس بهروری مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت

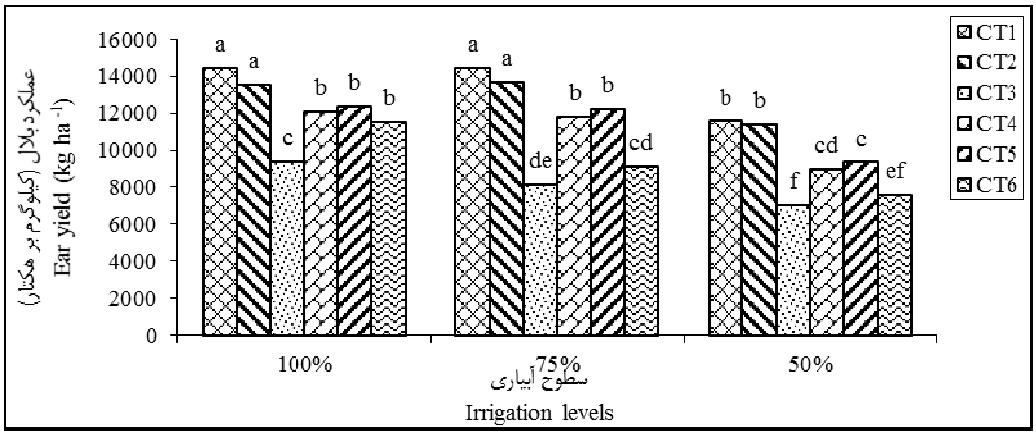
Table 2: Analysis of variance for water use efficiency and quantity and quality yield of sweet corn under the effect of different irrigation levels and cultivation techniques

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square				
		عملکرد بلال	عملکرد دانه کنسروی	میزان آب مصرفی	بهروری اقتصادی مصرف آب	بهروری بیولوژیک مصرف آب
Source of variation	**df**	**Ear yield**	**Canned yield**	**Water consumption content**	**Water use efficiency** fresh grrain	**Water use efficiency** biological
Replication	2	4446199.2	5536.8	16.07	0.03	0.113
Irrigation (I)	2	41241159.0 *	1110116.9**	17531094.6**	1.12**	5.140**
Rep×I	4	3557559.2	2889.2	0.24	0.02	0.042
Cultivation Techniques (CT)	5	36086818.5**	34928.3**	1780599.99**	1.67**	3.116**
I×CT	10	1001620.1*	3357.2**	65931.69**	0.04**	0.031*
Error	30	387424.3	534.4	0.19	0.01	0.011
Coefficient of Variation (%)	-	5.63	5.46	0.01	6.18	4.64

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس بهروری مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت

Continued Table 2: Analysis of variance for water use efficiency and quantity and quality yield of sweet corn under the effect of different irrigation levels and cultivation techniques

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square					
		عملکرد علوفه	میزان قند دانه	میزان ساکارز دانه	میزان فروکتوز دانه	میزان روغن دانه	میزان پروتئین دانه
Source of variation	**df**	**Forage yield**	**Grain sugar content**	**Grain sucrose content**	**Grain fructose content**	**Grain oil content**	**Grain protein content**
Replication	2	38428.1	0.51	0.26	0.01	2.31	1.23
Irrigation levels (I)	2	452493.6**	4.01*	3.26*	3.06**	2.69ns	9.72**
Rep×I	4	16455.9	0.26	0.12	0.01	0.79	0.05
Cultivation Techniques (CT)	5	153849.2**	13.41**	7.81**	0.01ns	0.32ns	7.46**
I×CT	10	26363.9*	0.22ns	0.15ns	0.01ns	0.16ns	1.34ns
Error	30	12055.6	0.17	0.12	0.01	0.33	0.62
Coefficient of Variation (%)	-	7.15	6.61	7.77	9.28	11.86	9.79

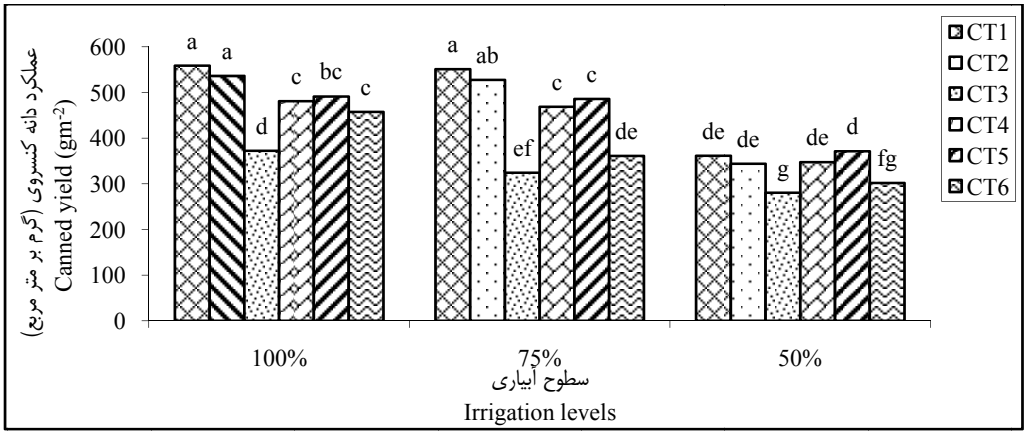


شکل ۱- برهمکنش سطوح آبیاری بر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر عملکرد بلال ذرت شیرین. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند (p≤0.05).

Figure 1- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on ear yield of sweet corn. Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at p≤0.05.

همچنین کمترین عملکرد دانه کنسروی در تیمار I_3CT_3 معادل ۲۸۰/۳ گرم بر متر مربع بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار I_3CT_6 نداشت (شکل ۲). استفاده از بذر و نشا ذرت شیرین زیر خاکپوشه پلاستیک در تاریخ کشت ۱۵ فروردین‌ماه به دلیل مطلوب بودن شرایط رشدی گیاه زیر خاکپوشه پلاستیک، باعث تسریع رشد و نمو گیاه و نهایتا افزایش تولید دانه کنسروی گردید.

استفاده از خاکپوشه پلاستیک به علت عدم تماس هوای خشک با سطح خاک و تابش خورشیدی به سطح آن، از تبخیر جلوگیری می‌کند. تیمار خاکپوشه پلاستیک در مقایسه با تیمار عدم استفاده از خاکپوشه پلاستیک، به دلیل افزایش تجمع ماده خشک قبل از مرحله تولید ابریشم،باعث افزایش عملکرد دانه ذرت گردید، به طوری که افزایش دما و محتوای آب زیر خاکپوشه پلاستیک منجر به افزایش سرعت تجمع ماده خشک دانه شد (۲۳). در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه در تیمارهایی که زودرسی محصول به وسیله خاکپوشه پلاستیک تسریع گردید، نیز بیشترین عملکرد دانه کنسروی بدست آمد (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش سطوح آبیاری بر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر عملکرد دانه کنسروی ذرت شیرین. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند (p≤0.05).

Figure 2- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on canned yield of sweet corn. Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at p≤0.05.

خاکپوشه پلاستیک دمای خاک را حدود ۱/۹ الی ۲/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش داد (۲۵) و این امر ممکن است به دلیل دریافت انرژی خورشیدی از طریق خاکپوشه و گرم نمودن هوا و خاک در زیر خاکپوشه، سپس حفظ حرارت باشد (۲۶). همچنین با توجه به تاریخ کشت، خاکپوشه پلاستیک دمای خاک مزرعه را حدود ۶-۴ درجه سانتی‌گراد تغییر داد. همچنین کاربرد خاکپوشه پلاستیک نشان داد که

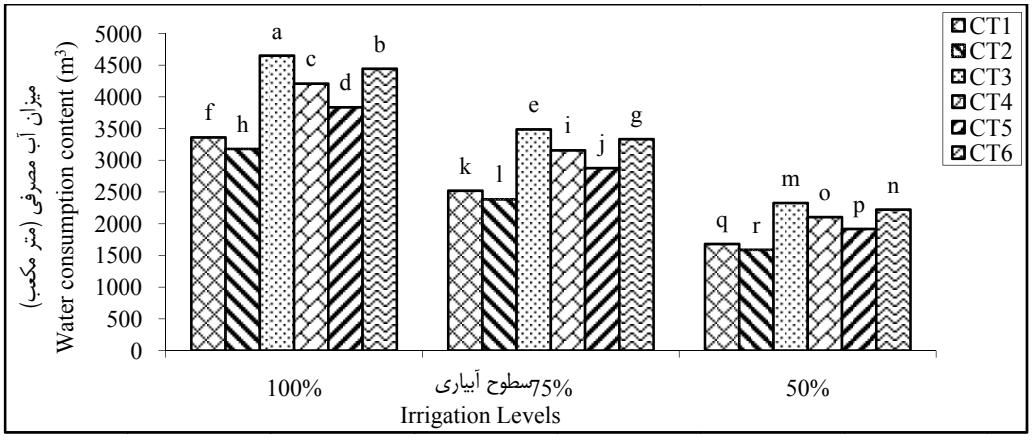
با مصرف آب کمتر به خصوص استفاده از تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی و کاهش تبخیر آب از سطح خاک، باعث افزایش عملکرد دانه کنسروی گردد (شکل ۲).

تاثیر سطوح آبیاری و روش‌های کشت بر میزان آب مصرفی و بهروری اقتصادی و بیولوژیکی مصرف آب معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین میزان آب مصرفی در تیمار I_1CT_3معادل ۴۶۵۲ متر مکعب بدست آمد (شکل ۳). بیشترین بهروری اقتصادی مصرف آب در تیمارهای I_2CT_2، I_2CT_1، I_3CT_2 و I_3CT_1به ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۴). همچنین کمترین بهروری اقتصادی مصرف آب در تیمار I_1CT_3معادل ۰/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار I_2CT_3 نداشت (شکل ۴). نتایج نشان داد که با کاهش مصرف آب زیر خاکپوشه پلاستیک، می‌توان به حداکثر عملکرد دست یافت؛ با کاهش تبخیر آب از سطح خاک به علت وجود خاکپوشه پلاستیک، میزان آب مصرفی معادل ۶۷۶ مترمکعب بر هکتار کمتر شد. در طول روز، زمانی که سطح خاک خشک می‌شود، رطوبت خاک توسط لوله‌های مویین به طرف سطح خاک باسرعت بیشتری منتقل شده و موجب کاهش ذخیره آب موجود در خاک می‌شود. هنگامی که سطحخاک توسط خاکپوشه پلاستیکی پوشیده می‌شود، به علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطحی، حرکتآب به سطح خاک توسط لوله‌های مویین کند شده و در نتیجه توزیع رطوبت در خاک یکنواخت می‌شود و نهایتا رطوبت بیشتری در خاک ذخیره می‌گردد. یاقی و همکاران (۲۴) با بررسی بهروری مصرف آب با استفاده از خاکپوشه پلاستیک بیان کردند که بیشترین بهروری مصرف آب با کاربرد خاکپوشه پلاستیک بدست آمد و در شرایطی که از خاکپوشه پلاستیک استفاده نشد، بهروری مصرف آب نیز کاهش یافت.

بهروری مصرف آب ذرت، تابع عوامل متعددی از جمله خصوصیات فیزیولوژیکی، ژنوتیپ، خصوصیات خاک مانند ظرفیت نگهداری آب در خاک، شرایط آب و هوایی و شیوه‌های کشت است. مدیریت آبیاری ذرت در مزرعه را می‌توان با تعادل آب و استفاده از تکنیک‌های پیشرفته جهت برنامه‌ریزی آبیاری در استفاده موثرتر و اقتصادی از منابع آب محدود، بهبود داد. افزایش بهروری مصرف آب از لحاظ نظری می‌تواند در رشد گیاه موثر باشد. همچنین، افزایش بهروری مصرف آب در تولید ماده خشک با استفاده از مقدار آب محدود امکان پذیر است، اما با این حال افزایش مقدار آب، منجر به کاهش بهروری مصرف آب گردید (۲۵).

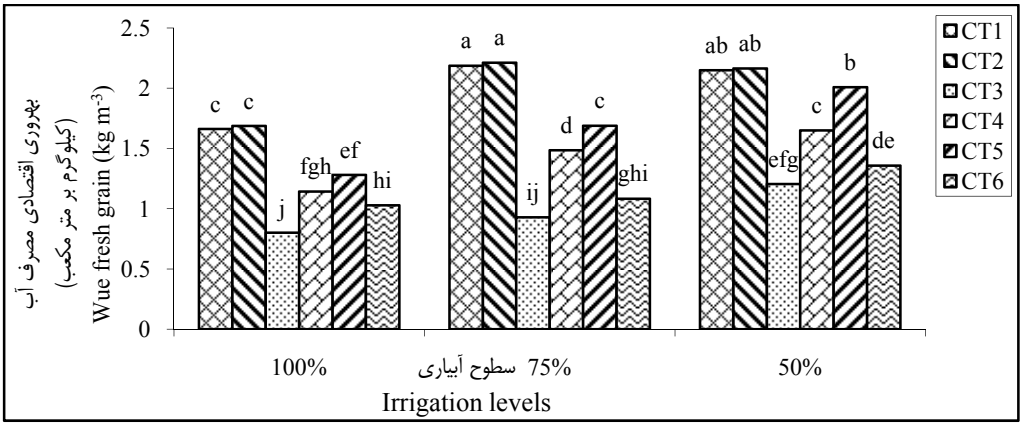
فاره و و فاسی (۵) گزارش نمودند کارآیی مصرف آب در شرایط آبیاری مطلوب، ۱/۸۸ گرم دانه بر لیتر و در شرایط کمبود آب به ۰/۵۰ گرم دانه بر لیتر رسید. به نظر می‌رسد پایین بودن شاخص سطح برگ در شرایط تنش خشکی، باعث کاهش سرعت رشد نسبی و عملکرد دانه و در نتیجه کاهش کارآیی مصرف آب می‌شود. با توجه به عملکرد اقتصادی، تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه جهت تولید ذرت شیرین توصیه شده است (۵).

بیشترین بهروری بیولوژیکی مصرف آب در تیمارهای I_2CT_2 و I_2CT_1 به ترتیب معادل ۳/۶۹ و ۳/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد (شکل ۵)، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین کمترین بهروری بیولوژیکی مصرف آب در تیمار I_1CT_3 معادل ۱/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار I_1CT_6 نداشت (شکل ۵).



شکل ۳- برهمکنش سطوح آبیاریبر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر میزان آب مصرفی ذرت شیرین. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq0.05$).

Figure 3- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on water consumption sweet corn.Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at $p\leq0.05$.



شکل ٤- برهمکنش سطوح آبیاری بر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر بهروری اقتصادی مصرف آب دانه ذرت شیرین.میانگین-های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq0.05$).

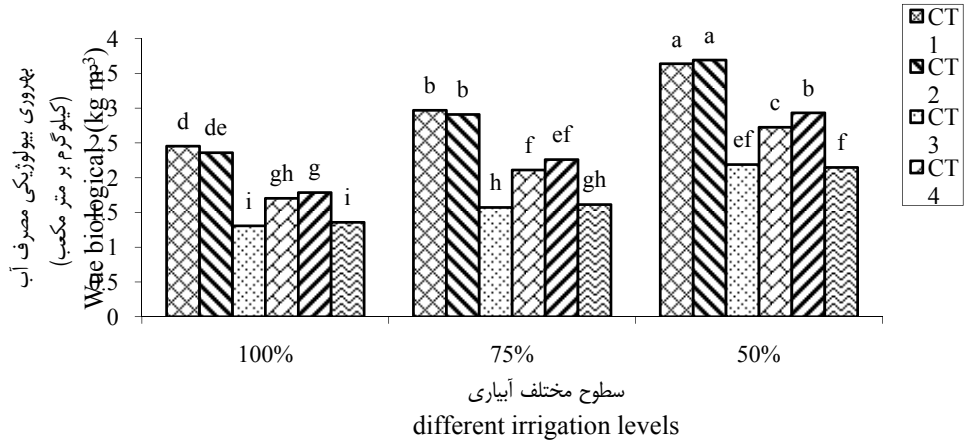
Figure 4- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on water use efficiency fresh grain of sweet corn.Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at $p\leq0.05$.

علت افزایش بهروری بیولوژیکی مصرف آب در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به دلیل مصرف آب کمتر می‌باشد. در تیمارهایی که از مالچ پلاستیک استفاده شده است، بهروری بیولوژیکی مصرف آب نیز افزایش یافته است که به دلیل کاهش از دست دادن آب می-باشد. ای و همکاران (۲۵) با بررسی عملکرد ذرت زیر مالچ پلاستیک بیان کردند که آبیاری در این روش باعث افزایش ۲۵-۲۳ درصدی بهروری مصرف آب نسبت به سایر تیمارها گردید و احتمالا به دلیل محدودیت از دست دادن آب از طریق تبخیر و افزایش بهروری فیزیولوژیکی از طریق افزایش تعرق گیاه است. یاقی و همکاران (۲۴) با ارزیابی بهروری مصرف آب با استفاده از مالچ پلاستیک بیان کردند که بیشترین بهروری مصرف آب با استفاده از این روش بدست آمد و در شرایطی که از مالچ پلاستیک استفاده نگردید، بهروری مصرف آب نیز کاهش یافت. جینزیا و همکاران (۱۲) با کشت ذرت زیر مالچ پلاستیک تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری بیان کردند که کم‌آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ذرت داشت. همچنین در تیمارهایی که از کشت نشا استفاده گردید، بهروری بیولوژیکی مصرف آب به دلیل مصرف کمتر آب افزایش یافت (شکل ۵).

فانادزو و همکاران (۷) بیان کردند که با کاربرد نشا ذرت با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در مقایسه با کشت متداول حدود ۱۰ الی ۱۵ روز گیاه سریعتر به بلوغ رسید، بنابراین با کاهش طول دوره رشد، مصرف آب در مقایسه با کشت متداول کاهش یافت. با مصرف میزان مشخصی از حجم آبیاری (کم‌آبیاری منظم) در کشت بذر و نشا ذرت می‌توان در مقدار آب صرفه‌جویی نمود و به میزان قابل توجهی بهروری آب را افزایش داد (۱۲).

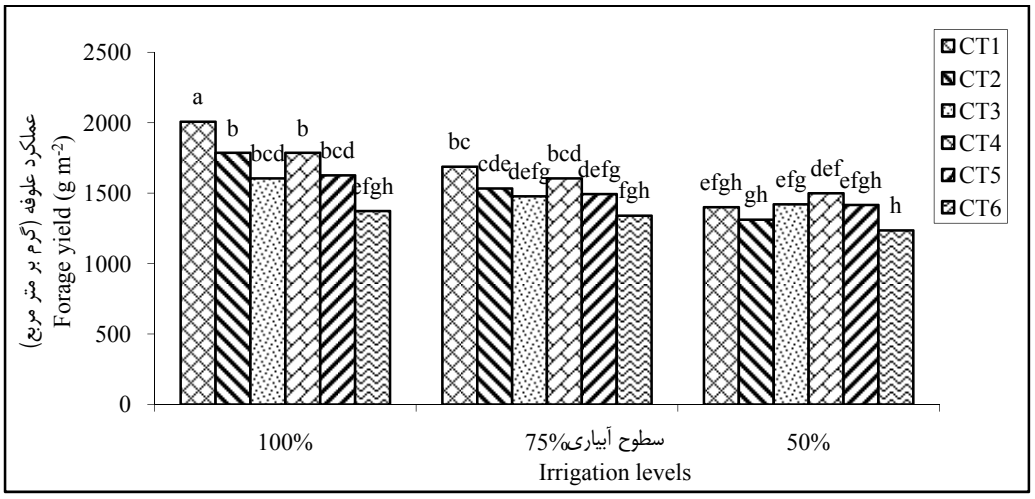
بیشترین میزان عملکرد علوفه در تیمار I_1CT_1 معادل ۲۰۰۸ گرم بر متر مربع و کمترین میزان عملکرد علوفه در تیمار I_4CT_6 معادل ۱۲۳۷ گرم بر متر مربع بدست آمد (شکل ۶). نتایج آزمایش نشان داد که با کاربرد آبیاری مطلوب (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کشت بذر به روش متداول، گیاه مدت زمان کافی جهت بهره‌برداری از منابع نوری و شرایط رشدی را در اختیار داشته است که نهایتا منجر به افزایش عملکرد علوفه ذرت شیرین شده است. کشت نشایی در مقایسه با کشت متداول بذر به دلیل زودرسی، باعث کاهش عملکرد علوفه ذرت شیرین گردید (شکل ۶). نشاها حدود ۷ تا ۱۰ روز و بوته‌های زیر خاکپوشه پلاستیک با توجه به تاریخ کاشت حدود ۸ تا ۱۰ روز نسبت به تیمارهای بدون خاکپوشه سریعتر وارد مرحله رسیدگی شدند. نشاها در ابتدا به دلیل قرار گرفتن در سینی‌های نشا و داشتن بستر مناسب جهت جوانه زنی و سبز شدن سریعتر، دارای ریشه‌های زیادی بودند. زمانی که نشاها در مزرعه قرار گرفتند، جهت گسترش اندام‌های هوایی، گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را نسبت به تیمار بذری جهت استقرار سریعتر به سمت ریشه‌ها ارسال نمودند. بنابراین، با توجه به وضعیت استقرار بوته‌ها در خاک، بوته‌های نشاها دارای ارتفاع کمتری نسبت به بوته‌های بذری بودند و این نیز به دلیل مصرف بیشتر مواد پرورده توسط ریشه‌ها و زودرسی محصول بود. همچنین در تیمارهایی که خاکپوشه پلاستیک بکار رفته بود، بیشترین میزان علوفه بدست آمد (شکل ۶). کاهش شیب جریان حرکت رطوبت از عمق به سطح خاکدر خاکی که سطح آن خشک است، رطوبت خاک توسط لوله‌های مویین به طرف سطح خاک باسرعت بیشتری منتقل شده و موجب کاهش ذخیره آب موجود در خاک می شود.هنگامی که سطحخاک توسط خاکپوشه پلاستیک پوشیده شود به علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطح خاک، حرکتآب بهسطح خاک توسط لوله‌های مویین کند و در نتیجه توزیع رطوبت در خاک یکنواخت شده ورطوبت بیشتری در خاک ذخیره می‌گردد. آب قابل

دسترس در زیر خاکپوشه پلاستیک، رشد و نمو گیاه را با افزایش شاخص سطح برگ و بیوماس ساقه به دلیل باز نمودن روزنه‌ها افزایش داد (۱۸). دمای خاک زیر خاکپوشه پلاستیک، جوانه‌زنی و رشد محصول را جهت رسیدن به تراکم مناسب تسریع می‌کند (۲۶) و نهایتا باعث افزایش جذب نور و حداکثر عملکرد می‌گردد (۱۴).



شکل ۵- برهمکنش سطوح آبیاری بر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر بهروریبیولوژیکی مصرف آب ذرت شیرین. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند (p≤0.05).

Figure 5- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on water use efficiency biological of sweet corn. Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at p≤0.05.



شکل ٦- برهمکنش سطوح آبیاری بر اساس نیاز آبی و روش‌های کشت بر عملکرد علوفه ذرت شیرین. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند (p≤0.05).

Figure 6- Interaction irrigation levels based on water requirement and cultivation techniques on fresh yield of sweet corn. Means with the similar letters based on LSD test are not significantly different at p≤0.05.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان دادتاثیر آبیاری بر صفات میزان کل قند، میزان ساکارز، میزان فروکتوز و پروتئین دانه و روش‌های کشت بر صفات میزان کل قند، میزان ساکارز و پروتئین دانه معنی‌دار گردید (جدول ۲). همچنین تاثیر آبیاری و روش‌های کشت بر میزان روغن دانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). قند اصلی ذرت شیرین ساکارز،با مقدار کمی ازگلوکز، فروکتوزو مالتوزاست و میزان ساکارز در برداشت زودهنگام حدودا دو برابر بیشتر از زمان برداشت نرمال ذرت شیرین است (۱۳). عمدتا میزان ساکارز دانه، باعث شیرینی دانه ذرت شیرین می‌گردد. بیشترین میزان ساکارز در تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۴/۹۲ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار تامین ۷۵

درصد نیاز آبی گیاه نداشت، همچنین کمترین آن در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، معادل ۴/۱۱ درصد بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین اثرات ساده سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد کیفی ذرت شیرین

Table3- Comparison of the meaneffectsofdifferent irrigation levels andcultivationtechniqueson quantity yield of sweet corn

عامل‌های آزمایش	میزان قند دانه	میزان ساکارز دانه	میزان فروکتوز دانه	میزان روغن دانه (درصد)	میزان پروتئین دانه (درصد)
Experimental Factors	**Grain sugar Content (%)**	**Grain sucrose content (%)**	**Grain fructose content (%)**	**Grain oil content (%)**	**Grain protein content (%)**
Different Irrigation Levels					
I_1	6.66a	4.92a	0.23c	5.25a	7.25b
I_2	6.54a	4.74a	0.31b	4.82a	8.44a
I_3	5.79b	4.11b	0.36a	4.48a	8.58a
Cultivation Techniques					
ST_1	7.41a	5.42a	0.29a	4.92a	7.57b
ST_2	7.03ab	5.11ab	0.30a	4.78a	7.33b
ST_3	4.93c	3.54c	0.32a	5.08a	9.36a
ST_4	7.06ab	5.15ab	0.29a	4.97a	7.56b
ST_5	6.94b	5.05b	0.29a	4.80a	7.56b
ST_6	4.62c	3.26c	0.30a	4.54a	9.15a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون و برای هر صفت بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq0.05$).

Means with the similar letters in the per column and for any trait based on LSD test are not significantly different at $p\leq0.05$.

بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۸/۵۸ درصد و کمترین آن در تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۷/۲۵ درصد بدست آمد (جدول ۳). با کاهش رطوبت خاک، میزان پروتئین دانه افزایش معنی‌دار داشت، به طوری که بیشترین میزان پروتئین در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بدست آمد، اما بیشترین سطح آبیاری نیز باعث کاهش میزان پروتئین دانه گردید (جدول ۳). در شرایط تنش رطوبتی، مواد مورد نیاز گیاه به اندازه کافی نمی‌باشد، به طوری که با کاهش انتقال مواد غذایی، توسعه و نمو سلول‌های ساقه و برگ به تاخیر می‌افتد که منجر به کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و قند دانه می‌شود و نهایتا تجمع ماده خشک در بذر کاهش ولی میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد (۲) و با انتقال مواد غذایی از برگ، مرگ زودرس برگ حاصل می‌گردد. حاجی‌حسنی اصل و همکاران (۹) با ارزیابی اثر کم‌آبیاری در ذرت در منطقه خوی بیان کردند که با کاهش سطح آبیاری، میزان پروتئین افزایش یافت. در مناطقی که محدودیت آب وجود داشته باشد، جهت رسیدن به حداکثر پروتئین ذرت شیرین، تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی به همراه خاکپوشه پلاستیک توصیه می‌شود. همچنین، بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه معادل ۹/۳۶ درصد بود (جدول ۳)، سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تنش آب به ایجاد اختلال در فرایند فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها و سنتز پروتئین‌های جدید منجر می‌شود که جابجایی متابولیت‌ها را به سمت دانه تحت تاثیر قرار می‌دهند (۲۱).

نتیجه‌گیری کلی

بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه، تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه، تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه و تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه به ترتیب معادل ۱۴۴۲۰، ۱۴۴۱۴/۴، ۱۳۶۹۱/۷ و ۱۳۵۱۳/۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. استفاده از خاکپوشه پلاستیک جهت حصول حداکثر عملکرد ذرت شیرین خارج از فصل امکان‌پذیر است؛ این تکنیک باعث می‌شود که با کاهش تبخیر آب از سطح خاک، مصرف آب کمتر شود. میانگین مصرف آب در تیمارهای خاکپوشه پلاستیک حدود ۲۷۳۵ و در تیمارهای بدون خاکپوشه پلاستیک حدود ۳۴۱۱ مترمکعب در هکتاربود.استفاده از تیمار خاکپوشه پلاستیک نسبت به تیمار بدون خاکپوشه، کارآیی مصرف آب را حدود ۴۰/۱ درصد افزایش داد. همچنین کاربرد نشا، کارآیی مصرف آب در مقایسه با تیمار کشت بذر را حدود ۱۰/۴ درصد افزایش داد.همچنین با کاربرد نشا، می‌توان بلوغ گیاه را تسریع نمود و در شرایطی که ممکن است گیاه با شرایط نامطلوب آب و هوایی برخورد نماید، کاربرد نشا طول این فرآیند را کاهش می‌دهد و باعث تولید سریع‌تر محصول می‌گردد.بیشترین میزان ساکارز در تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۴/۹۲ درصد بود. باتوجه به بهره‌وری بالای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری جهت صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری و افزایش کارآیی مصرف آب، می‌توان از این سامانه جهت حداکثر حصول عملکرد استفاده نمود. در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد، جهت تولید حداکثر عملکرد کمی و کیفی، تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیرخاکپوشه پلاستیک قابل استفاده است.

منابع

1. Alizade A.M. 2005. Soil and plant water relations. MashhadUniv, Iran. (in Persian)
2. Andrade F.H., Sadras V.O., Vega C.R.C. and Echarte L. 2005. Physiological determinant crop growth and yield in maize, sunflower and soybean: their application to crop management, modeling and breeding, Journal of Crop Improvement, 14: 51-101.
3. Bu L., Liu J., Zhu L., Luo S., Chen X. and Li S. 2013. The effects of mulching on maize growth, yield and water use in a semi-arid region, Agriculture Water Management, 123: 71-78.
4. Ertek A. and Kar, B. 2013. Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation, Agriculture Water Management, 129: 138-144.
5. 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, Agriculture Water Management, 83: 135-143.
6. Farsiani A., Ghobadi M.E. and JalaliHonarmand S. 2011. The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (*Zea mays* L.), African Journal of Agriculture Research, 6(26): 5769-5774.
7. Fanadzo M., Chiduza C. and Mnkeni P.N.S. 2010. Comparative performance of direct seeded and transplanted green maize under farmer management in small scale irrigation: a case study of Zanyokwe, Eastern Cape, South Africa, African Journal of Agriculture Research, 5(7): 524-531.
8. GhazianTafrishi S., Ayenehband A., Tavakoli H., KhavariKhorasani S. and Joleini M. 2013. Impact of drought stress and planting methods on sweet corn yield and water use efficiency, Journal of Plant Physiology and Breeding, 3(2): 23-31.
9. Haji HassaniAsl N., MoradiAghdam A., AliabadiFarahani H., Hosseini N. and RassaeiFar M. 2011.Three forage yield and its components under water deficit condition in delaycroppingin Khoy, Iran, Advance Environmental Biology, 5(5): 847-852.
10. Harmanto V.M., Babel M.S.andTantau H.J. 2004. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment, Agriculture Water Management, 71: 225-242.
11. Huai-Fu F., Ling D., Chang-Xig D. and Xue W. 2014. Effect of short-term water deficit stress on antioxidative systems in cucumber seedling roots, Botanical Studies, 1: 55-46.
12. Jinxia Z., Ziyong C. and Rui Z. 2012. Regulated deficit drip irrigation influence on seed maize growth and yield under film, Agriculture Engineer, 28: 464-468.
13. Kaukis K. and Davis D.W. 1986. Sweet corn breeding.p. 475-519.In: Bassett M.J. (ed.), Breeding vegetable crops.Westport, AVI.
14. Li S.X., Wang Z.H., Li S.Q., Gao Y.J. and Tian X.H. 2013. Effect of plastic sheet mulch, wheat straw mulch, and maize growth on water loss by evaporation in dry land areas of China, Agriculture Water Management, 116: 39-49.
15. Musavi S.F. and Akhavan S. 2007. Irrigation Principles. Tehran, Kankash Press. (in Persian)
16. Naraki H., Farajee H., MovahediDehnavi M. and Didghah S.K.A. 2012. Sweet corn production off season under plastic mulch in Gachsaran region, Journal of Crop Ecology, 6(2): 201-218. (in Persian with English abstract)
17. Payero J.O., Tarkalson D.D., Irmak S., Davison D. and Petersen J.L. 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass, Agricultural Water Management, 96: 1387-1397.
18. Qin S.H., Zhang J.L., Dai H.L., Wang D.M. and Li D. 2014. Effect of ridge-furrow and plastic-mulching planting patterns on yield formation and water movement of potato in a semi-arid area, Agriculture Water Management, 131: 87-94.
19. Rattin J., Valinote J.P., Gonzalo R. and Di Benedetto A. 2015. Transplant and change in plant density improve sweet maize (*Zea mays* L.) yield, American Journal of Experimental Agriculture, 5(4): 336-351.
20. Simonne A.H., Simonne E.H., Eitenmiller R.R., Mills H.A. and Cresman C. P. 1996. Could the Dumas method replace the Kjeldahl digestion for nitrogen and crude protein determinations in foods, Journal of the Science of Food and Agriculture, 73: 39-45.
21. TagheianAghdam E., Hashemi S.R., Khashei A. and Shahidi A. 2014. Effect of various irrigation treatments on qualitative and quantitative characteristics of sweet corn, International Research Journal of Applied and Basic Science, 8(9): 1165-1173.
22. Vaziri Z., Salamat A.R., Antesari M.R., Moschi M., Heidary N. and DehghaniSanich H. 2008. Plant Evapotranspiration (Instructions calculate crop water requirement). Working Group on the sustainable use of water resources for agricultural production, Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 270 p. (in Persian)
23. Xu J., Li C., Liu H., Zhou P., Tao Z. and Wang P. 2015. The effect of plastic film mulching on maize growth and

water use in dry and rainy years northeast China, Journal National Basic Research Program of China, 1-14.
24. Yaghi T., Arsalan A. and Naoum F. 2013. Cucumber (*Cucumissativus* L.) water use efficiency under plastic mulch and drip irrigation, Agriculture Water Management, 128: 149-157.
25. Yi L., Shenjiao Y., Shiqing L., Xinping C. and Fand C. 2010. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practice: Resource capture and use efficiency, Agriculture and Forest Meteorology, 150: 606-613.
26. Zhou L.M., Li F.M., Jin S.L. and Song Y. J. 2009. How two ridges and the furrow mulched with plastic film affect soil water, soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China, Field Crops Research, 113: 41–47.

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 4, Sept.-Oct.2017, p. 1001-1014

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۶،ص.۱۰۱۴-۱۰۰۱

Effect of Different Irrigation Levels and Cultivation Techniques on Water Use Efficiency and Quantity and Quality yield of Sweet Corn (*Zea mays* var. saccharata)

M.J.Fereidooni[1]- H. Farajee[2]*

Received:05-04-2016
Accepted:19-12-2016

Introduction: In Iran, due toreduction ofwater resourcesandincreasing ofwater losses in thevariousmethods of the surface irrigation pressurized irrigation methods, especially drip irrigation have got many attentions. Application of the plastic mulch method is used in cultivation of early sweet corn. Application of this technique due to its temperature provides both plant growth and early maturity and then causes the on-time delivery of product to the target market. Additionally, to reduce water consumption, the use of germinated seedlings in the greenhouse and move it under plastic on the farm, productivity will increase. The aim of this study was to evaluate irrigation levels on yield of sweet corn by using plastic mulch, and the feasibility of seedling cultivation to early crop.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of different irrigation levels and cultivation techniques on water use efficiency and quality and quantity yield of sweet corn, an experimental program was carried out as split plot in randomize complete blocks design with three replication in Faculty of Agriculture, Research Field Station of Yasouj University in 2015. The main factor consisted of three levels of irrigation: 100 (I_1), 75 (I_2) and 50 percentage of water requirement (I_3) and the sub-factor was including cultivation techniques of sweet corn in six levels: seed cultivation of sweet corn under plastic mulch on 4 April (CT_1), seedling cultivation under plastic mulch on 4 April (CT_2), seed cultivation to conventional method of sweet corn on 5 May (CT_3), seed cultivation of sweet corn under plastic mulch on 5 May (CT_4), seedling cultivation of sweet corn under plastic mulch on 5 May (CT_5) and seedling cultivation to conventional method of sweet corn on 5 May (CT_6).

In order to establish plastic mulch, after seed and seedling cultivation of sweet corn with installation of irrigation tape tubes, steel bars which were made in a semi-circular shape, were placed on rows and plastics were laid on it. After the establishment of the seedling on the farm, the irrigation levels were applied by volumetric counters. When the plant height was equal to the height of plastic tunnels, it was tried to pierce the plastic to grow suitability. During the time of maturity product, a 2 m^2 plot in the middle of farm was selected and the ears were separated and weighed, and the forage yield was weighted. The grains of sweet corn were separated and canned yield was measured. The content of grain sugar, sucrose and fructose were measured by means of HPLC method, and the content of grain nitrogen with using of micro Kjeldahl'smethod achieved. Statistical analysis was performed using SAS software. The mean values were compared by using LSD multiple range tests at 5% level. Figures were depicted by using of Excel software.

Results and Discussion: The results indicated that irrigation interaction and cultivation techniques were significant on ear yield, the canned yield, water use efficiency, and forage yield. The maximum ear yield obtained in treatments of I_2CT_1, I_1CT_1, I_2CT_2 and I_1CT_2 were equal to 14420, 14414.4, 13691.7 and 13513.5 kg ha^{-1}, respectively and the maximum water consumption content for mentioned treatments were equal to 2521, 3362, 2385 and 3180 m^3 ha^{-1}, respectively. The minimum ear yield obtained in treatment of I_3CT_3 was equal to 706 gm^{-2}. Water stress delayed the physiological processes including silk rating and tassel emergence, so that, it reduced growth and plant height and finally leaded to the reduction of grain yield. The maximum canned yield were obtained in treatment of I_1CT_1, I_2CT_1, I_1CT_2 and I_2CT_2 equal to 558.7, 551.1, 536.2 and 527.4 gm^{-2}, respectively. Higher grain yield of sweet corn under plastic mulch in comparison with non plastic mulch, was due to increasing of dry matter accumulation before the silk production. It seems that increasing temperature and water content under plastic mulch resulted in an increase in grain dry matter accumulation. The maximum water use efficiency$_{\text{fresh grain}}$ was obtained in treatment of I_2CT_2, I_2CT_1, I_3CT_2 and I_3CT_1 equal to 2.21, 2.18, 2.16 and

1 and 2- Ph.D of Crop Physiology and Associate Professor,Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj
(*- Corresponding Author Email: farajeehooshang@yahoo.com)

2.14 kgm^{-3}, respectively. With increasing of water consumption water use efficiency$_{fresh\ grain}$ decreased. Maximum forage yield was obtained in I_1CT_1 equal 2008 gm^{-2} and minimum forage yield was obtained in I_3CT_6 equal 1237 gm^{-2}. Available water under plastic mulch, increased plant growth by increasing of leaf area index and shoot biomass due to stomata opening.

The effect of irrigation were significant on grain sucrose percentage, and content of protein. Moreover cultivation techniques effect was also significant on content of grain sugar, sucrose percentage and subsequently the content of grain protein. The maximum grain sucrose percentage was for treatment of 100% water requirement of sweet corn which was equal to 4.92%. Treatment of 75 percentage water requirement, also, the minimum grain sucrose percentage equal to 4.11% was obtained in treatment of 50 percentage water requirement. Retaining of moisture increased the amount of sugar and grain sucrose content. The maximum content of grain protein was equal to 11.41% in treatment of 100 percentage water requirements; also the minimum content of grain protein equal 8.58% was obtained in treatment of 50 percentage water requirement.

By reducing soil moisture, the content of protein and sugar grain increased, so the maximum content of grain protein and sugar were obtained in treatment of 50 percentage water requirement, although the maximum levels of irrigation reduced the content of protein and sugar. Under stress conditions, the plant material requirement is not enough, so by reducing nutrient transport, the leaf and stem cell development delayed, resulting in reduced plant height, leaf area, the content of grain protein, sugar. Finally, dry matter accumulation in the grain decreases with the transfer of nutrients from the leaves, and then it caused early death the leaf.

Conclusions: Application of seedling and plastic mulch accelerated plant growth, its development and then it was out of season production. If there are not water restrictions, application of treatment of 100 percentage water requirement of sweet corn with plastic mulch is desirable to maximum yield produce. Average of water consumption was in treatments of plastic mulch and non-plastic mulch equal to 2735 and 3411 m^3 respectively. Maximum content of grain protein and sucrose percentage were obtained in treatments contains plastic mulch. Seedling cultivation in comparison with seed cultivation showed minimum content of grain sugar and grain sucrose percentage. In order to achieve the maximum quality and quantity yield in areas that are faced to water restriction, it is possible to use treatment of 75 percentage of water requirement and seeding cultivation under plastic mulch.

Keywords: Deficit Irrigation, Drip Irrigation, Evapotranspiration, Seedling