تحقیقات غلات
دوره هفتم/ شماره اول/بهار ۱۳۹۶ (۱۲۷-۱۱۵)

تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays* var. saccharata) با استفاده از کشت نشا زیر مالچ پلاستیک

محمدجواد فریدونی[1*] و هوشنگ فرجی[2]

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۲

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری با استفاده از کشت نشا زیر مالچ پلاستیک، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. عامل اصلی آبیاری در سه سطح شامل ۱۰۰ (I_1)، ۷۵ (I_2) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_3) و عامل فرعی روش‌های کشت ذرت شیرین در شش سطح شامل کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (C_1)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (C_2)، کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (C_3)، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (C_4)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (C_5) و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (C_6) بود. میانگین دمای هوا در تاریخ ۱۵ فروردین ۱۳/۵ درجه و در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ۱۶ درجه سلسیوس بود. نتایج نشان داد که برهمکنش آبیاری و روش‌های کشت بر صفات عملکرد بلال در سطح احتمال پنج درصد و عملکرد دانه کنسروی و کارآیی اقتصادی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای I_2C_1، I_1C_1، I_2C_2 و I_1C_2 به‌ترتیب معادل ۱۴۴۲۰، ۱۴۴۱۴/۴، ۱۳۶۹۱/۷ و ۱۳۵۱۳/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. استفاده از نشا باعث کاهش مصرف آب و تسریع رشد و نمو گیاه شد. بیشترین کارآیی اقتصادی مصرف آب در تیمارهای I_2C_2، I_2C_1، I_3C_2 و I_3C_1 به‌ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب مشاهده شد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که جهت تولید حداکثر محصول، استفاده از تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه با روش آبیاری قطره‌ای نواری به‌همراه مالچ پلاستیک مناسب است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، کم‌آبیاری، تبخیر و تعرق، کارآیی مصرف آب

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
* نویسنده مسئول: fereidooni2010@yahoo.com

مقدمه

کیفیت محصول در تولید ذرت شیرین بسیار مهم است و از این‌رو استفاده از شیوه‌های مدیریتی خاص از زمان کاشت تا برداشت محصول جهت به‌دست آوردن عملکرد کمی و کیفی مطلوب ضروری است. انتقال نشا از گلخانه به مزرعه، زمانی که دمای خاک جهت رشد مناسب است، یک عمل بحث‌برانگیز در تولید ذرت شیرین است، زیرا تنش‌های فیزیولوژیکی که در آن شرایط بر گیاه تحمیل می‌شوند، اغلب مانع رشد و توسعه گیاه می‌شوند. این فرایند، هزینه‌ها و زمان تولید را نیز افزایش می‌دهند (Gimenez *et al.*, 2002). جهت کاهش این محدودیت‌ها، استفاده از مالچ پلاستیک در زمان کاشت به‌عنوان یک روش ساده، مقرون به‌صرفه و موثر در گرم کردن خاک است که در نهایت باعث بهبود استقرار و تسریع بلوغ گیاه می‌شود (Fanadzo *et al.*, 2010). همچنین، رشد گیاه زیر مالچ پلاستیک با توجه به محافظت گیاه در برابر دماهای پایین و آسیب‌های حشرات و پرندگان، یکنواخت‌تر می‌شود. فله‌چر و همکاران (Fletcher *et al.*, 2008) با ارزیابی رشد و نمو ذرت زیر مالچ پلاستیک بیان کردند که عملکرد ذرت حدود یک تا دو تن در هکتار افزایش یافت و گیاه حدود ۱۲-۱۰ روز سریع‌تر به بلوغ رسید. استفاده از مالچ پلاستیک، دمای خاک را حدود پنج درجه سلسیوس افزایش داد که نهایتاً منجر به افزایش سایه‌انداز گیاه، نمو جنسی و عملکرد دانه شد (Yi *et al.*, 2011). میرشکاری و همکاران (Mirshekari *et al.*, 2012) با کاربرد مالچ پلاستیک در تولید ذرت شیرین بیان کردند که با استفاده از این روش، عملکرد ذرت شیرین افزایش یافت. نراکی و همکاران (Naraki *et al.*, 2012) با ارزیابی تولید ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در خارج از فصل بیان کردند که با ایجاد مالچ پلاستیک جهت محافظت گیاه در برابر سرما، امکان تولید ذرت شیرین بدون کاهش عملکرد در خارج از فصل امکان‌پذیر است.

نظر به اینکه تعدیل شرایط جوانه‌زنی با استفاده از مالچ پلاستیک در مزرعه دارای محدوده‌ای مشخص است، بنابراین تولید نشاهای جوان در شرایط گلخانه و انتقال آن به زیر پلاستیک در مزرعه، زودرسی محصول را دوچندان می‌کند، به‌طوری‌که با اجرای کشت نشا و مالچ پلاستیک از یک سو دوره رشد محصول جلو انداخته می‌شود و از سوی دیگر، خطر سرمازدگی بهاره محصول در کشت زودهنگام مرتفع می‌شود. فانادزو و همکاران (Fanadzo *et al.*, 2010) 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 می‌رسد و بنابراین، با کاهش طول دوره رشد، مصرف آب در مقایسه با کشت متداول کاهش می‌یابد. ال‌حامد و همکاران (El-Hamed *et al.*, 2011) گزارش کردند که استفاده از نشا ذرت شیرین ابزاری جهت افزایش تولید و عملکرد گیاه است. راتین و همکاران (Rattin *et al.*, 2015) بیان کردند که کشت نشایی ذرت شیرین باعث جذب بیشتر نور در مرحله پرشدن دانه، افزایش راندمان استفاده از نور، شاخص برداشت و نهایتاً عملکرد شد.

ارتک و کارا (Ertek and Kara, 2013) با بررسی سطوح مختلف 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 به‌ترتیب معادل ۱۴/۸ و ۱۱/۵ تن در هکتار به‌دست آمد. اخوان و همکاران (Akhavan *et al.*, 2014) نیز با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه با تامین ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه (حدود ۸/۲۳ تن در هکتار) و کمترین عملکرد دانه با تامین فقط ۵۰ درصد نیاز آبی (حدود ۵/۰۲ تن در هکتار) به‌دست آمد. تقیان‌اقدم و همکاران (Tagheian Aghdam *et al.*, 2014) با بررسی تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین بیان کردند که تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد معنی‌دار شد. سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 2015) نیز با بررسی تولید ذرت شیرین تحت شرایط تنش کم‌آبیاری اظهار داشتند که اعمال تنش خشکی باعث کاهش وزن بلال و عملکرد دانه نسبت به شاهد شد.

منطقه یاسوج به‌علت 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 قابل درنگ در این باره است. بر همین اساس، به نظر می‌رسد که بتوان با استفاده از روش مالچ پلاستیک و کشت نشا، ذرت شیرین خارج از فصل تولید کرد. در رابطه با کشت نشا ذرت شیرین و مقایسه آن

با کشت بذر زیر پوشش پلاستیک تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، اطلاعات کمی موجود است و در ایران تا کنون این ارزیابی به‌عمل نیامده است. از این‌رو، پژوهش حاضر به‌منظور تولید ذرت شیرین در بازه زمانی خلاء محصول در بازار با استفاده از روش مالچ پلاستیک و امکان‌سنجی کشت نشایی به‌منظور زودرسی محصول تحت سطوح آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و به‌کارگیری کشت نشا زیر مالچ پلاستیک، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. عامل اصلی آبیاری در سه سطح شامل ۱۰۰ درصد (I_1)، ۷۵ درصد (I_2) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_3) و عامل فرعی روش‌های کشت ذرت شیرین در شش سطح شامل کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس، C_1)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس، C_2)، کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس، C_3)، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس، C_4)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس، C_5) و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس، C_6) بود.

ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۳ متر، فاصله بین بلوک‌ها و بین کرت‌های اصلی از یکدیگر سه متر و بین کرت‌های فرعی از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. مقادیر کودهای شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) در آزمایش اعمال شد. تمام کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در یک مرحله به صورت یکنواخت و قبل از کاشت در سطح کرت‌های مربوطه پخش و به‌طور 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 شد. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول شماره ۱ ارایه شده است. بذر ذرت شیرین از هیبرید تمپتیشن (Temptation) 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 پنج الی هفت سانتی‌متری با دست کشت شد. سپس لوله‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) روی خطوط کشت نصب شدند. به‌منظور تولید نشا و کشت نشا ذرت شیرین در تاریخ‌های ذکر شده، حدود دو الی سه هفته قبل، بذرهای ذرت شیرین در سینی‌های نشا در گلخانه کشت شدند و پرورش یافتند.

به‌منظور ایجاد مالچ پلاستیک، بعد از کشت بذر ذرت شیرین، میل‌گردهای فلزی مخصوص که به شکل هلالی تهیه شد، روی خطوط کشت قرار داده شدند، به‌طوری‌که هر کدام از این هلالی‌ها یک خط کشت را پوشش دادند. پس از آن، پلاستیک‌هایی به عرض یک متر روی این هلالی‌ها قرار داده شدند، به‌طوری‌که لبه‌های پلاستیک روی زمین قرار گرفتند و با استفاده از بیل روی لبه‌های پلاستیک، خاک ریخته شد از جابجاشدن پلاستیک‌ها در اثر وزش باد و دیگر عوامل ممانعت و از ورود هوای سرد به زیر پلاستیک‌ها جلوگیری شود. زمانی که ارتفاع گیاه به اندازه ارتفاع تونل پلاستیکی رسید، اقدام به سوراخ کردن پلاستیک‌ها جهت خروج بوته‌ها از آن‌ها شد.

در تمامی روش‌های کشت، دور آبیاری اولیه به‌منظور سبز شدن و استقرار گیاهان یکسان در نظر گرفته شد. پس از استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه، سطوح مختلف تیمارهای آبیاری اعمال شدند. اندازه‌گیری نیاز آبی گیاه به‌منظور اعمال سطوح مختلف آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A به‌صورت روزانه انجام شد، به‌طوری‌که میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اندازه‌گیری و در ضریب تشتک ضرب و سپس میزان آب آبیاری با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$V = \frac{PE \times KC \times A}{E_i} \qquad (1)$$

در این رابطه، V حجم آبیاری (Volume) بر حسب متر مکعب، PE میزان تبخیر (Pan Evaporation) از تشتک

تبخیر کلاس A بر حسب متر، KC ضریب گیاهی(Crop Coefficient Factor)، A مساحت آبیاری شده (Irrigated Area) بر حسب متر مربع و Ei راندمان آبیاری (Irrigation Efficiency) 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 (Vaziri *et al.*, 2008). جهت تعیین نیاز آبی گیاه در تیمارهای زیر مالچ پلاستیک، حجم آب آبیاری در عدد ۰/۸ ضرب شد (Harmanto *et al.*, 2004). از محاسبه نیاز آبی گیاه، حجم آب آبیاری از طریق کنتورهای حجمی در اختیار گیاه قرار داده شد (Alizade, 2005). زمان آبیاری با استفاده از ویژگی‌های ظاهری خاک و گیاه و نیز نمونه‌برداری‌های رطوبتی از خاک مزرعه مشخص شد. ابتدا با استفاده از نمونه‌برداری‌های رطوبتی خاک، عمق کل آب قابل دسترس از طریق رابطه (۲) محاسبه شد و سپس با استفاده از میزان حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی گیاه ذرت شیرین در مراحل رشد، عمق آب سهل‌الوصول با استفاده از رابطه (۳) به‌دست آمد (Mousavi and Akhavan, 2007):

$$TAW = (FC - PWP) \times D_r \times A_s \quad (۲)$$

$$RAW = TAW \times MAD \quad (۳)$$

در این روابط، TAW عمق کل آب قابل دسترس (Total available water)، FC ظرفیت مزرعه (Field Capacity)، PWP نقطه پژمردگی دائم مزرعه (Permanent Wilting Point)، D_r عمق توسعه ریشه (Depth of Root)، A_s چگالی ظاهری خاک (Appearance Density of Soil)، RAW عمق آب سهل‌الوصول (Readily Available Water) و MAD بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی گیاه (Maximum Allowable Deficit) هستند.

میزان رطوبت سهل‌الوصول مزرعه نیز از طریق رابطه (۴) محاسبه شد و بر این اساس، به محض اینکه میزان رطوبت مزرعه به‌میزان رطوبت سهل‌الوصول رسید، آبیاری مزرعه انجام شد:

$$RAW = (FC - \theta_{RA}) \times D_r \times A_s \quad (۴)$$

که در آن، θ_{RA} میزان رطوبت مزرعه (Readily Available Moisture) است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

Table 1. Chemical and physical characteristics of the experimental field soil at depth of 0-30 cm

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

جهت برداشت محصول، بلال‌های دو متر مربع وسط کرت‌ها در زمان رسیدگی محصول با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف، برداشت و سپس توزین شدند. پس از آن، دانه‌های بلال‌ها جدا و عملکرد دانه کنسروی توزین شد. کارآیی اقتصادی مصرف آب نیز از طریق رابطه ۵ محاسبه شد (Farre and Faci, 2006):

$$EWUE = \frac{GY}{Wap} \quad (۵)$$

که در آن، EWUE کارآیی اقتصادی مصرف آب (Economic Water Use Efficiency-Fresh Ear)، GY میزان عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم دانه تولید شده (Grain Yield) و Wap متر مکعب آب مصرفی (Applied Water) است.

همچنین از طریق یک نمونه تصادفی با پنج بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد کل دانه‌ها شمارش شد. چهار نمونه ۵۰۰ تایی دانه نیز از هر کرت توزین و وزن هزار دانه از میانگین آن‌ها به‌دست آمد. میزان نیتروژن دانه با استفاده از روش میکروکجلدال (Simonne *et al.*, 1996) اندازه‌گیری شد و سپس میزان پروتئین دانه با استفاده از روش برمنر (Bremner, 1996) از طریق

حاصل‌ضرب میزان نیتروژن دانه در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام و نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر اصلی آبیاری و روش کشت و برهمکنش آن‌ها بر صفات عملکرد بلال، عملکرد دانه کنسروی و کارآیی اقتصادی مصرف آب ذرت معنی‌دار شد (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس)، تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین، تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین و تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین به‌ترتیب معادل ۱۴۴۲، ۱۴۴۱، ۱۳۶۹ و ۱۳۵۱ گرم بر متر مربع به‌دست آمد (شکل ۱)، به‌طوری‌که این تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین کمترین عملکرد بلال در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس) معادل ۷۰۶ گرم بر متر مربع به‌دست آمد که اختلاف آن با تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت معنی‌داری نبود (شکل ۱).

می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه در کشت بذر و نشا ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس) بیشترین عملکرد بلال را داشت. در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه بیشترین عملکرد بلال در کشت نشا ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک (دمای خاک حدود ۱۴/۶ درجه سلسیوس بود) به‌دست آمد (شکل ۱). دمای خاک زیر مالچ پلاستیک از زمانی که مریستم در زیر خاک قرار دارد تا زمانی که مریستم از سطح خاک در مرحله رشد ساقه ظهور پیدا می‌کند، رشد و نمو ذرت را کنترل می‌کند. بنابراین، امکان تولید ذرت شیرین خارج از فصل با استفاده از مالچ پلاستیک فراهم شد. افزایش عملکرد بلال در کشت زودهنگام، احتمالاً به‌دلیل مناسب‌تر بودن شرایط محیطی از لحاظ دما، رطوبت نسبی هوا و طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی پس از خروج گیاه از پلاستیک است. در تاریخ ۱۵ فروردین گیاه تا حدودی توانست فرصت بیشتری جهت تولید و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی داشته باشد، اما با افزایش دما در تاریخ ۱۵ اردیبهشت، دوره رشد رویشی گیاه کوتاه‌تر شد. همچنین، عدم تلقیح کامل گل‌ها به‌علت دمای بالا، موجب کاهش تولید تعداد دانه در بلال شده است و این امر موجب شد که عملکرد بلال کاهش یابد. بنابراین، با توجه به موارد ذکر شده، استفاده از نشا و مالچ پلاستیک با کاهش مصرف آب، باعث تولید ذرت شیرین در خارج از فصل شد. در تیمار کشت بذر و نشا در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه زیر مالچ پلاستیک در مقایسه با کشت بدون مالچ پلاستیک، گیاه تا حدودی توانسته است با زودرس نمودن (گیاه به ترتیب ۱۰ و ۱۵ روز زودرس‌تر شد) از گرمای آخر فصل رهایی یابد. دیوبو و همکاران (Duo Bu *et al.*, 2014) با تولید ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک بیان کردند که عملکرد بلال با استفاده از مالچ پلاستیک افزایش یافت. دمای بالا موجب تضعیف قدرت باروری دانه‌های گرده شده و در نتیجه درصد دانه‌بندی بلال را کاهش می‌دهد. نراکی و همکاران (Naraki *et al.*, 2012) با بررسی تولید ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در خارج از فصل بیان کردند که عملکرد بلال در تاریخ کشت زودهنگام نسبت به کشت بعدی افزایش یافت. این محققان علت افزایش عملکرد در کشت زودهنگام را به‌علت مناسب‌تر بودن شرایط محیطی از لحاظ دما، رطوبت نسبی هوا و طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی گیاه اعلام کردند. نتایج این آزمایش نشان داد که کم‌آبیاری سبب کاهش عملکرد بلال در ذرت شیرین شد (شکل ۱). علت کاهش عملکرد بلال ناشی از کاهش اجزای موثر عملکرد از جمله افزایش طول دوره گرده افشانی، ظهور کاکل و در نهایت کاهش تعداد دانه در بلال بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای پروتئین دانه ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت

Table 2. Analysis of variance for yield, yield components and grain protein content of sweet corn under different irrigation levels and cultivation methods

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square								
		عملکرد بلال Ear yield	عملکرد دانه کنسروی Canned yield	کارایی اقتصادی مصرف آب Economic water use efficiency	حجم آب مصرفی Water consumption	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	تعداد ردیف در بلال No. of row per ear	تعداد کل دانه در بلال No. total grain per ear	وزن هزار دانه 1000-grain weight	میزان پروتئین Grain protein
تکرار Replication (R)	2	444619.9	5536.8	0.03	16.07	31.47	8.69	1874.83	270.36	1.61
آبیاری Irrigation (I)	2	41241159.0*	1110116.9**	1.12**	17531094.6**	57.78*	27.18*	57445.83**	2378.67*	12.50**
تکرار × آبیاری (R × I)	4	355755.9	2889.2	0.02	0.24	7.67	2.65	1458.52	145.41	0.05
روش‌کشت Cultivation method (C)	5	36086818.5**	34928.3**	1.67**	1780599.99**	13.39**	6.75**	13055.45**	307.73^{ns}	23.19**
آبیاری × روش‌کشت (I × C)	10	1001620.1*	3357.2**	0.04**	65931.69**	1.04^{ns}	0.24^{ns}	478.63^{ns}	564.01^{ns}	0.65^{ns}
خطای آزمایش Error	30	3874.3	534.4	0.009	0.19	2.05	1.01	694.65	275.31	0.55
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	5.63	5.46	6.18	0.01	5.91	7.58	7.39	10.91	7.05

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای پروتئین دانه ذرت شیرین

Table 3. Mean comparison of the irrigation and cultivation methods effects on yield, yield components and protein content of sweet corn

عامل‌های آزمایش Experimental Factors	حجم آب مصرفی Water consumption (m^3)	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	تعداد ردیف در بلال No. of row per ear	تعداد کل دانه در بلال No. of total grain	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	میزان پروتئین (درصد) Protein content (%)
Irrigation						
I_1	3947.8a	26.10a	14.59a	417.12a	145.41b	11.41a
I_2	2960.6b	24.08ab	13.13ab	346.16b	165.28a	10.58b
I_3	1974.0c	22.53b	12.15b	305.50c	145.32c	9.75c
Cultivation method						
C_1	2521.3e	25.73a	14.35a	406.24a	148.92ab	9.57b
C_2	2385.0f	25.08a	14.12ab	385.95a	151.09ab	9.50b
C_3	3489.0a	22.60b	12.13d	305.92c	143.55b	12.86a
C_4	3158.3c	24.53a	13.41abc	360.33b	153.52ab	9.56b
C_5	2877.1d	24.54a	13.19bc	359.10b	161.14a	9.56b
C_6	3334.3b	22.90b	12.53cd	320.00c	153.81ab	12.43b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level.

ارتک و کارا (Ertek and Kara, 2013) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که با کاهش میزان آبیاری، عملکرد بلال کاهش یافت، اما تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی، باعث حفظ رطوبت گیاه بدون کاهش عملکرد شد. بیشترین عملکرد دانه کنسروی در تیمارهای تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک، تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر زیر مالچ پلاستیک، تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک و تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا زیر مالچ پلاستیک به‌ترتیب معادل ۵۵۸/۷، ۵۵۱/۱، ۵۳۶/۲ و ۵۲۷/۴ گرم بر متر مربع، همگی در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (که میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس بود) به دست آمد (شکل ۲)، به‌طوری‌که این تیمارهای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین عملکرد دانه کنسروی نیز در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس) معادل ۲۸۰/۳ گرم بر متر مربع به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه نداشت (شکل ۲). استفاده از بذر و نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین به‌دلیل مطلوب بودن شرایط رشدی گیاه زیر مالچ، باعث تسریع رشد و نمو گیاه و افزایش تولید دانه کنسروی شد (دمای خاک زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین حدود ۹ درجه سلسیوس بود).

در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه که میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس بود، در تیمارهایی که زودرسی محصول به‌وسیله مالچ پلاستیک تسریع شد نیز بیشترین عملکرد دانه کنسروی به‌دست آمد (شکل ۲). استفاده از مالچ پلاستیک به‌علت عدم تماس هوای خشک با سطح خاک و تابش خورشیدی به سطح آن، از تبخیر جلوگیری می‌کند. همچنین در صورت تبخیر آب از سطح خاک، بخار آب در زیر مالچ پلاستیکی دوباره تبدیل به قطرات آب شده و به سطح خاک بازخواهد گشت. این چرخه همواره ادامه دارد و به مقدار قابل توجهی از تبخیر آب جلوگیری می‌کند. تیمار مالچ پلاستیک در مقایسه با تیمار عدم استفاده از مالچ ، به‌دلیل افزایش تجمع ماده خشک قبل از مرحله تولید ابریشم، باعث افزایش عملکرد دانه ذرت شد. گزارش شده است که افزایش دما و محتوای آب زیر مالچ پلاستیک منجر به افزایش سرعت تجمع ماده خشک دانه می‌شود (Xu *et al.*, 2015).

مالچ پلاستیک دمای خاک را حدود ۱/۹ تا ۲/۹ درجه سلسیوس افزایش می‌دهد (Yi *et al.*, 2011). این امر شاید به‌دلیل دریافت انرژی خورشیدی از طریق مالچ و گرم کردن هوا و خاک در زیر مالچ و سپس تسخیر حرارت از طریق اثر گلخانه‌ای باشد (Zhou and *et al.*, 2009). در این تحقیق، کاربرد مالچ پلاستیک با مصرف آب کمتر به‌ویژه استفاده از تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی و کاهش تبخیر از سطح خاک، باعث افزایش عملکرد دانه کنسروی شد (شکل ۲). قاضیان تفریشی و همکاران (Ghazian Tafrishi *et al.*, 2013) گزارش کردند که محدودیت آبیاری، به‌دلیل افزایش بازه زمانی گرده‌افشانی ابریشم‌های بلال، باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در ردیف و کاهش عملکرد دانه کنسروی در ذرت شیرین شد. یی و همکاران (Yi *et al.*, 2011) نیز بیان کردند که با کاربرد مالچ پلاستیک، ذرت سریع‌تر مراحل رویشی را طی کرد و به مرحله رشد زایشی نزدیک‌تر شد.

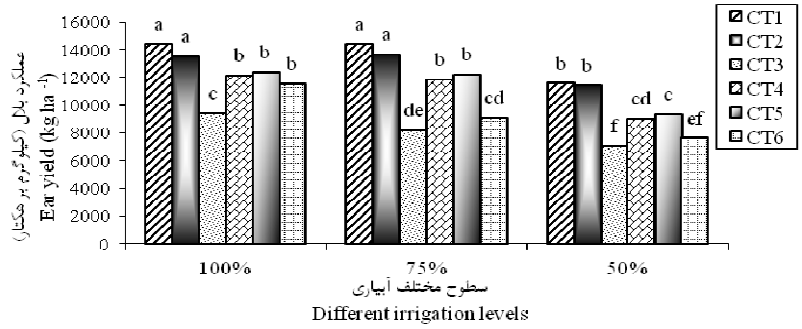
بیشترین کارآیی اقتصادی مصرف آب در تاریخ ۱۵ فروردین در تیمارهای تامین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا و بذر زیر مالچ پلاستیک و تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت نشا و بذر زیر مالچ پلاستیک به‌ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب، مشاهده شد (شکل ۳)، به‌طوری‌که این تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین کارآیی اقتصادی مصرف آب نیز در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر به‌روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت معادل ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کشت بذر به‌روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت نداشت (شکل ۳). نتایج نشان داد که با کاهش مصرف آب زیر مالچ پلاستیک، بیشترین مقدار عملکرد به‌دست می‌آید. میزان آب مصرفی گیاه در جدول شماره ۳ ذکر شده است. با کاهش تبخیر آب از سطح خاک به‌علت وجود مالچ پلاستیک، نیاز آبی کمتر شد (شکل ۳). در طول روز، زمانی که سطح خاک خشک می‌شود، رطوبت خاک توسط لوله‌های مویین با سرعت بیشتری به‌طرف سطح خاک منتقل و موجب کاهش ذخیره آب خاک می‌شود، اما وقتی‌که سطح خاک توسط مالچ پلاستیکی پوشانده می‌شود، به‌علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطحی خاک، حرکت آب به سطح خاک

توسط لوله‌های مویین کند، توزیع رطوبت خاک یکنواخت و نهایتاً ذخیره رطوبت خاک بیشتر می‌شود.

خرمی‌وفا و همکاران (Khoramivafa *et al.*, 2013) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت بیان کردند که کاهش آبیاری می‌تواند کارآیی مصرف آب را افزایش دهد، به‌طوری‌که بیشترین کارآیی مصرف آب در تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد. در مناطقی که کمبود آب وجود دارد، کارآیی مصرف آب یکی از ویژگی‌های مهم جهت برنامه‌ریزی‌های آبیاری است. بنابراین با توجه به عملکرد اقتصادی، تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه جهت تولید ذرت شیرین توصیه شده است (Ertek and Kara, 2013).

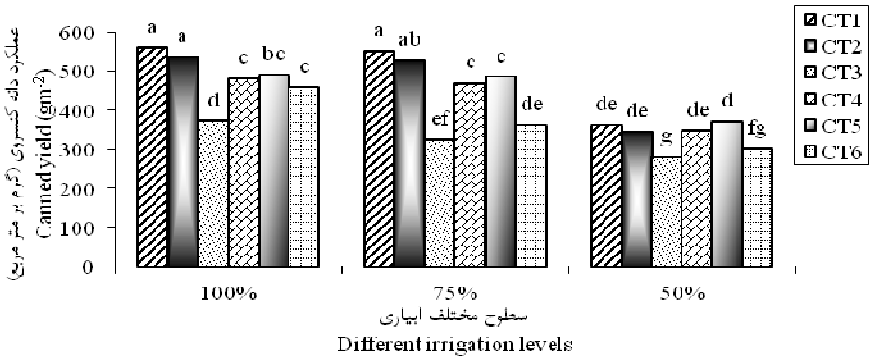
فاضلی‌رستم‌پور و همکاران (Fazeli Rostampor *et al.*, 2011) با بررسی اثر تنش آبی بر کارآیی مصرف آب در ذرت، اثر سطوح مختلف آبیاری بر کارآیی مصرف آب را معنی‌دار گزارش کردند، به‌طوری‌که کارآیی مصرف آب در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب معادل ۰/۹۶ و ۰/۷۲ و در تیمار تنش شدید (تامین ۴۰ درصد نیاز آبی) ۰/۱۵ گرم دانه بر لیتر بود. فاره و فاسی (Farre and Faci, 2006) گزارش کردند که کارآیی مصرف آب در شرایط آبیاری مطلوب، ۱/۸۸ گرم دانه بر لیتر بود که در شرایط کمبود آب به ۰/۵ گرم بر لیتر رسید. احتمالاً پایین‌بودن شاخص سطح برگ (که برابر با سه بود) در شرایط تنش خشکی، باعث کاهش سرعت رشد نسبی، عملکرد دانه و در نتیجه کاهش کارآیی مصرف آب شد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر صفات تعداد کل دانه (تعداد دانه در ردیف×تعداد ردیف بلال) معنی‌دار شدند (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین تعداد کل دانه در تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین آن در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب معادل ۴۱۷/۱۲ و ۳۰۵/۵۰ به‌دست آمد (جدول ۳). با افزایش مصرف آب، تعداد کل دانه در بلال افزایش و وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۳). تنش کمبود آب طی دوره پر شدن دانه از طریق کاهش وزن دانه‌ها، عملکرد را کاهش داد. از آن جایی که تعداد نهایی دانه در بلال در موقع گرده‌افشانی تعیین می‌شود، بنابراین تاخیر در ظهور کاکل و یا سقط جنین در اثر کمبود و ناکافی بودن مواد فتوسنتزی جهت رشد سلول‌های جنینی، اثر منفی بر تعداد دانه در بلال دارد (Panday *et al.*, 2000).



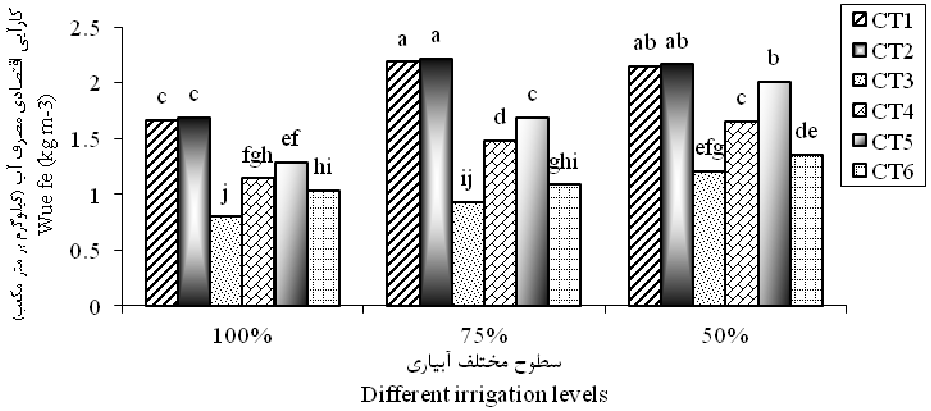
شکل ۱- برهمکنش آبیاری × روش کشت بر عملکرد بلال

Figure 1. Interaction effect of irrigation × cultivation method on ear yield



شکل ۲- برهمکنش آبیاری × روش کشت بر عملکرد دانه کنسروی

Figure 2. Interaction effect of irrigation × cultivation method on canned yield



شکل ۳- برهمکنش آبیاری × روش کشت بر کارآیی اقتصادی مصرف آب

Figure 3. Interaction effect of irrigation × cultivation method on economic water use efficiency (EWUE)

به‌نظر می‌رسد که کاهش معنی‌دار تعداد دانه تحت شرایط تنش کمبود آب، به‌دلیل کاهش سطح برگ در مرحله رشد رویشی و در نتیجه کاهش سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک و همچنین افزایش سقط جنین به‌دلیل کاهش شیره پرورده در مرحله رشد زایشی می‌باشد. افزایش تعداد دانه در تیمارهای تامین ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه را می‌توان ناشی از کاهش فاصلهٔ گرده‌افشانی، کاکل‌دهی و افزایش درصد باروری و تولید بهینه دانست.

بیشترین تعداد کل دانه در بلال در تیمار کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس) و تیمار کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه به‌ترتیب معادل ۴۰۶/۲۴ و ۳۸۵/۹۵ دانه در بلال به‌دست آمد (جدول ۳). کمترین تعداد کل دانه نیز در تیمار کشت نشا در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس) و کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه به‌ترتیب معادل ۳۲۰ و ۳۰۵/۹۲ دانه در بلال بود (جدول ۳). استفاده از مالچ پلاستیک باعث افزایش تعداد کل دانه شد که احتمالاً ناشی از زودرسی گیاه و عدم برخورد زمان گرده‌افشانی گیاه با شرایط نامساعد می‌باشد. همچنین کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ‌های کشت ۱۵ فروردین‌ماه (میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سلسیوس) و ۱۵ اردیبهشت‌ماه (میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس)، باعث افزایش تعداد کل دانه شد.

تاریخ کاشت ذرت شیرین نه فقط بر سرعت جوانه‌زنی بذرها مؤثر است، بلکه کلیه مراحل فنولوژیک گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این میان، ظهور اندام‌های زایشی و نیز گرده‌افشانی و تلقیح از نظر تفاوت با شرایط تنش‌زا به‌ویژه گرما و کمبود رطوبت، می‌تواند عملکرد نهایی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد. دماهای بالا از یک طرف، باعث تضعیف قدرت باروری دانه‌های گرده می‌شود و در نتیجه درصد کچلی بلال را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر، با ایجاد ناهماهنگی بین ظهور گل آذین نر و ماده، می‌تواند بوته‌های نازا را افزایش دهد. تاثیر تنش خشکی بر تعداد دانه، می‌تواند با فتوسنتز یا رشد گیاه در زمان گلدهی مرتبط باشد. علاوه بر این، به‌نظر می‌رسد که مکانیسم‌های دیگری نظیر تاثیر مستقیم تنش خشکی، سنتز هورمون‌ها و جریان یافتن مواد فتوسنتزی در کاهش تعداد دانه موثر باشد (Jones and setter, 2000).

نتایج تجزیه آماری داده‌ها تاثیر معنی‌دار آبیاری را بر وزن هزار دانه ذرت شیرین نشان داد (جدول ۲). تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، باعث کاهش وزن هزار دانه ذرت شیرین شد که این کاهش وزن هزار دانه، احتمالاً به‌دلیل افزایش تعداد کل دانه در بلال می‌باشد (جدول ۳). با کاهش میزان مصرف آب، وزن هزار دانه گیاهان ذرت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. علاوه بر آن، تنش خشکی طی دوره پر شدن دانه و کوتاه‌شدن طول این دوره به‌دلیل کاهش دوام سطح برگ، موجب کاهش وزن دانه شد (جدول ۳). سانچز آندونوا و همکاران (Sanchez Andonova *et al.*, 2014) بیان کردند که اختلاف وزن هزار دانه کشت نشایی ذرت شیرین در

مقایسه با کشت متداول بذر معنی‌دار نشد. وزن دانه ذرت در اوایل کاکل‌دهی یعنی هنگام تشکیل سلول‌های آندوسپرم و نیز طی دوره پر شدن دانه تعیین می‌شود. تامین مواد فتوسنتزی کافی برای بلال در این دوره، عامل مهم و تعیین کننده‌ای جهت تعیین تعداد و وزن دانه‌ها است. از طرف دیگر، کاهش عملکرد در تیمار تنش شدید (تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) را می‌توان به‌علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه دانست (جدول ۳). دلیل کاهش تعداد دانه، ممکن است به‌خاطر کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی تولید شده در مرحله پر شدن دانه باشد (Ghazian Tafrishi *et al.*, 2013) و بیشترین اثر تنش رطوبتی بر وزن دانه در مدت پر شدن دانه می‌باشد و تنش‌هایی که بعد از کاکل‌دهی به‌وقوع می‌پیوندند، باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود. همچنین دلیل این امر را می‌توان به عدم نمو دانه پس از گرده‌افشانی و باروری دانست. با توجه به این‌که گیاهان در تمام مراحل رشد در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه آب کمتری را دریافت کردند، از این‌رو تنش خشکی از طریق کاهش رشد و بیوماس گیاه، موجب کاهش اجزای عملکرد و در نهایت موجب کاهش وزن دانه‌ها شد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تاثیر سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱۱/۴۱ درصد و کمترین آن در تیمار تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۹/۷۵ درصد به‌دست آمد، به‌طوری‌که با کاهش رطوبت خاک، میزان پروتئین دانه کاهش یافت (جدول ۳). در شرایط تنش رطوبتی، مواد مورد نیاز گیاه به‌اندازه کافی نمی‌باشد، به‌طوری‌که با کاهش انتقال مواد غذایی، توسعه و نمو سلول‌های ساقه و برگ به‌تاخیر می‌افتد و در نتیجه منجر به کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و میزان پروتئین دانه و در نهایت کاهش تجمع ماده خشک در بذر می‌شود (Andrade *et al.*, 2005). با انتقال مواد غذایی از برگ، مرگ زودرس برگ نیز ایجاد می‌شود.

حاجی‌حسنی اصل و همکاران (Haji Hassani Asl *et al.*, 2011) با ارزیابی اثر کم‌آبیاری در تولید ذرت بیان کردند که با کاهش سطح آبیاری، میزان پروتئین افزایش یافت. در مناطقی که محدودیت آب وجود داشته باشد، جهت رسیدن به حداکثر کیفیت ذرت شیرین، تیمار تامین ۷۵ درصد نیاز آبی به‌همراه مالچ پلاستیک توصیه می‌شود. همچنین، بیشترین میزان پروتئین دانه معادل ۱۲/۸۶ درصد در تیمار کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (که میانگین دمای هوا ۱۶ درجه سلسیوس بود) مشاهده شد (جدول ۳)، در حالی‌که 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 به‌سمت دانه تحت تاثیر قرار می‌دهد (Tagheian Aghdam *et al.*, 2014).

نتیجه‌گیری کلی

در مناطقی که کمبود آب وجود دارد، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک به‌دلیل تسریع بلوغ تا حدودی می‌تواند باعث کاهش مصرف آب به‌وسیله گیاه شود. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مالچ پلاستیک جهت دستیابی به بیشترین عملکرد ذرت شیرین در خارج از فصل امکان‌پذیر است. از طرف دیگر، کاربرد نشای ذرت شیرین بلوغ گیاه را سرعت بخشید و به این ترتیب، در شرایطی که ممکن است گیاه با شرایط نامساعد آب و هوایی برخورد کند، کاربرد نشا می‌تواند طول این فرآیند را کاهش دهد. علاوه بر آن، کاربرد نشا همراه با کاهش دور آبیاری در این تحقیق، مصرف آب را کاهش داد و موجب افزایش کارآیی اقتصادی مصرف آب شد. همچنین، تامین ۷۵ درصد نیاز آبی ذرت شیرین با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری همراه با مالچ پلاستیک، بهترین تیمار جهت تولید بیشترین محصول و کیفیت دانه مطلوب در این تحقیق بود.

References

Akhavan, K., Shiri, M. R. and Kazemi Azar, F. 2014. The effect of water in drip irrigation and planting on corn yield. **Journal of Water in Agriculture** 28 (1): 97-105. (In Persian with English Abstract).

Alizade, A. M. 2005. Soil and plant water relations. Mashhad University Press, Mashhad, Iran. (In Persian).

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 (1-2): 51-101.

Bremner, J. M. 1996. Nitrogen total. In: Sparks, D. L., Donald, S. and Miller, L. H. (Eds.). Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA Book Series. SSSA and ASA, Madison, USA. pp: 1085-1122.

Duo Bu, L., Linang Liu, J., Zhu, L., Luo, S., Chen, X. and Li, S. 2014. Attainable yield achieved for plastic film mulched maize in response to nitrogen deficit. **European Journal of Agronomy** 55: 53-62.

El-Hamed, K. E. A., Elwan, M. W. M. and Shaban, W. I. 2011. Enhanced sweet corn propagation: Studies on transplanting feasibility and seed priming. **Vegetable Crops Research** 75: 31-50.

Ertek, A. and Kara, B. 2013. Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. **Agricultural Water Management** 129: 138-144.

Fanadzo, M., Chiduza, S. and Mnkeni, P. N. 2010. Comparative response of direct seeded and transplanted maize to nitrogen fertilization at Zanyokwe Irrigation Scheme, South Africa. **African Journal of Agricultural Research** 5 (8): 2011-2020.

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. **Agricultural Water Management** 83: 135-143.

Fazeli Rostampor, M., Saghatol Eslam, M. J. and Mousavi, S. G. R. 2011. Effect of water stress and polymer on yield and water use efficiency of corn (*Zea mays* L.) in Birjand Region. **Journal of Environmental Stress on Crop Science** 4 (1): 11-19. (In Persian with English Abstract).

Fletcher, A. L., Wilson, D. R., Brown, H. E., Li, F. Y. and Zyskowski, R. F. 2008. Simulating maize growth and development grown using plastic mulch. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited. **Agronomy New Zealand** 38: 1-10.

Ghazian Tafrishi, S., Ayenehband, A., Tavakoli, H., Khavari Khorasani, 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.

Gimenez, C., Otto, R. F. and Castilla, N. 2002. Productivity of leaf and root vegetable crops under direct cover. **Science Horticulture** 94: 1-11.

Haji Hassani Asl, N., Moradi Aghdam, A., Aliabadi Farahani, H., Hosseini, N. and Rassaeifar, M. 2011. Three forage yield and its components under water deficit condition in delay cropping in Khoy, Iran. **Advances in Environmental Biology** 5 (5): 847-852.

Harmanto, V. M., Babel, M. S. and Tantau, H. J. 2004. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. **Agricultural Water Management** 71: 225-242.

Jones, R. and Setter, T. 2000. Hormonal regulation of early kernel development. In: Westgate, M. and Boote, K. (Eds.). Physiology and modeling kernel set in maize. CSSA, Madison. Publish 29, pp: 25- 42.

Khoramivafa, M., Ghasemi, E., Farhadi, B. and Najaphy, A. 2013. The water use efficiency in forage maize at maize-faba bean relay intercropping in deficit irrigation and no tillage system. **International Journal of Agronomy and Plant Production** 4 (11): 3134-3139.

Mirshekari, B., Rajablarijani, H. M., Agha Alikhani, M., Farahvash, F. and Rashidi, V. 2012. Evaluation of biodegradable and polyethylene mulches in sweet corn production. **International Journal of Agriculture and Crop Science** 2 (20): 1540-1545.

Mousavi, S. F. and Akhavan, S. 2007. Principles of irrigation. Kankash Press, Tehran, Iran. (In Persian).

Naraki, H., Farajee, H., Movahedi Dehnavi, 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).

Panday, R. K., Marienville, J. W. and Adum, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I: Grain yield and yield components. **Agricultural Water Management** 46 (1): 1-13.

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.

Sanchez Andonova, P., Rattin, J. and Di Benedetto, A. 2014. Yield increase as influence by transplanting of sweet corn (*Zea mays* L. saccharata). **American Journal of Experimental Agriculture** 4 (11): 1314-1329.

Siadat, S. A. A., Karmalachab, A., Monjzi, H., Fathi, Gh. A. and Hamdi, H. 2015. The effect of filter cake on morphological traits and yield of sweet corn under drought stress. **Journal of Crop Production and Processing** 5 (15): 93-102. (In Persian with English Abstract).

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.

Tagheian Aghdam, 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.

Vaziri, Z., Salamat, A. R., Entesari, M. R., Meschi, M., Heidary, N. and Dehghani Sanich, 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. June 33-38, Tehran, Iran. (In Persian).

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. **PLoS ONE** 10 (5). e0125781. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125781.

Yi, L., Yufang, S., Shenjiao, Y., Shiqing, L. and Fang, C. 2011. Effect of mulch and irrigation practices on soil water, soil temperature and the grain yield of maize (*Zea mays* L.) in Loess Plateau, China. **African Journal of Agricultural Research** 6 (10): 2175-2182.

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.

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 1, Spring 2017 (115-127)

Effects of different irrigation levels on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* var. saccharata) using seedling cultivation under the plastic mulch

Mohammad Javad Fereidooni[1*] and Hooshang Farajee[2]

Received: November 24, 2015 Accepted: Febraury 1, 2016

Abstract

To evaluate the yield and yield components of sweet corn under the influence of different irrigation levels using seedling cultivation under plastic mulch, a split plot experiment was carried in a randomized complete block design with three replications at research field of Faculty of Agriculture, Yasouj University, in 2015. The main factor was irrigation in three levels based on the plant water requirement, 100% (I_1), 75% (I_2) and 50% (I_3), and the sub-factor was the cultivation methods of sweet corn in six levels including seed cultivation under plastic mulch at April 4, (C_1), seedling cultivation under plastic mulch at April 4 (C_2), seed cultivation as conventional method at May 5 (C_3), seed cultivation under plastic mulch at May 5 (C_4), seedling cultivation under plastic mulch at May 5 (C_5) and seedling cultivation as conventional method at May 5 (C_6). The average air temperature on April 4 was 13.5 ^oC and on May 4 it was 16 ^oC. The results indicated that the interaction of irrigation × cultivation methods on ear yield at 5% probability level and on canned grain yield and economic water use efficiency at 1% probability level were significant. The highest ear yield was obtained from I_2CT_1, I_1C_1, I_2C_2 and I_1C_2 with 14420, 14414.4, 13691.7 and 13513.5 $kg.ha^{-1}$, respectively. The use of seedling reduced water consumption and accelerated plant growth and development. The highest economic water use efficiency was observed in I_2C_2, I_2C_1, I_3C_2 and I_3C_1 with 2.21, 2.18, 2.16 and 2.14 $kg.m^{-3}$, respectively. Totally, The results of this study showed that the use of 75% plant water requirement together with drip tape irrigation under plastic mulch is suitable for producing the maximum yield.

Keywords: Drip tape irrigation, Irrigation deficit, Evapotranspiration, Water Use Efficiency

1. Ph. D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran
2. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran
[*] Corresponding author: fereidooni2010@yahoo.com