



نشریه تولید گیاهان زراعی  
جلد نهم، شماره دوم، تابستان ۹۵  
۱۳۷-۱۵۰  
<http://ejcp.gau.ac.ir>



## ارزیابی عملکرد و صفات مورفولوژیک ذرت شیرین با کاربرد سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت

\*محمدجواد فریدونی<sup>۱</sup>، هوشنگ فرجی<sup>۲</sup> و محمد صدقی‌اصل<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه یاسوج، آدانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات،

دانشگاه یاسوج، <sup>۳</sup>استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۴

### چکیده

**سابقه و هدف:** کاهش منابع آب در کشور و افزایش تلفات آب در روش‌های مختلف آبیاری سطحی، لزوم توجه به روش آبیاری تحت فشار، به‌خصوص آبیاری قطره‌ای را افزایش داده است. یکی از تکنیک‌هایی که در کشت زود هنگام ذرت شیرین مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاربرد مالچ پلاستیک می‌باشد. استفاده از این تکنیک، به دلیل تأمین شرایط دمایی مناسب جهت رشد و بلوغ زودرس گیاه، موجب عرضه به موقع محصول به بازار هدف می‌گردد. همچنین، استفاده از نشاهای جوانه‌زده در شرایط گلخانه و انتقال آن به زیر پلاستیک در مزرعه، علاوه بر کاهش مصرف آب، زودرسی محصول را مضاعف می‌نماید.

**مواد و روش‌ها:** به منظور ارزیابی عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک ذرت شیرین با کاربرد سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت، آزمایشی 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 آبیاری در ۳ سطح، تأمین ۱۰۰ (I<sub>۱</sub>)، ۷۵ (I<sub>۲</sub>) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I<sub>۳</sub>) و عامل فرعی شامل روش‌های کشت در ۶ سطح، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین ماه (CT<sub>۱</sub>)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین ماه (CT<sub>۲</sub>)، کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه

\*مسئول مکاتبه: [Fereidooni2010@yahoo.com](mailto:Fereidooni2010@yahoo.com)

(CT<sub>۳</sub>)، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه (CT<sub>۴</sub>)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه (CT<sub>۵</sub>) و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه (CT<sub>۶</sub>) بودند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که برهمکنش آبیاری و روش‌های کشت بر صفات عملکرد بلال، عملکرد دانه کنسروی، کارایی اقتصادی مصرف آب، عملکرد علوفه‌تر و بیولوژیک ذرت شیرین معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای I<sub>۱</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۲</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۱</sub>CT<sub>۲</sub> و I<sub>۲</sub>CT<sub>۲</sub> به ترتیب معادل ۱۴۴۲، ۱۴۴۱، ۱۳۶۹ و ۱۳۵۱ گرم بر مترمربع به دست آمد. کمترین عملکرد بلال در تیمار I<sub>۳</sub>CT<sub>۲</sub> معادل ۷۰۶ گرم بر مترمربع بود. بیشترین عملکرد دانه کنسروی در تیمارهای I<sub>۱</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۲</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۱</sub>CT<sub>۲</sub> و I<sub>۲</sub>CT<sub>۲</sub> به ترتیب معادل ۵۵۸/۷، ۵۵۱/۱، ۵۳۶/۲ و ۵۲۷/۴ گرم بر مترمربع به دست آمد. استفاده از نشا باعث تسریع رشد و نمو گیاه شد. بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب در تیمارهای I<sub>۱</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۲</sub>CT<sub>۱</sub>، I<sub>۲</sub>CT<sub>۲</sub> و I<sub>۱</sub>CT<sub>۲</sub> به ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر مترمربع به دست آمد. با افزایش مصرف آب، کارایی اقتصادی مصرف آب کاهش یافت. بنابراین، به کارگیری روش آبیاری قطره‌ای نواری به همراه تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی با حصول عملکرد قابل قبول، حداکثر کارایی مصرف آب را در پی داشته است. بیشترین عملکرد علوفه و بیولوژیک در تیمار I<sub>۱</sub>CT<sub>۱</sub> به ترتیب معادل ۲۰۰۸ و ۳۳۹۹ گرم بر مترمربع و کمترین آن‌ها در تیمار I<sub>۳</sub>CT<sub>۲</sub> به ترتیب معادل ۱۲۳۷ و ۱۹۴۷ گرم بر مترمربع بود. تأثیر آبیاری بر صفت طول بلال و تأثیر روش‌های کشت بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار گردید. بیشترین طول بلال در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۲۰/۳ سانتی‌متر و کمترین طول بلال در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱۷/۶ سانتی‌متر بود. بیشترین ارتفاع بوته معادل ۱۶۱/۱ سانتی‌متر در تیمار کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در ۱۵ فروردین ماه به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** در صورتی که محدودیت آب وجود داشته باشد، تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی ذرت شیرین به همراه مالچ پلاستیک جهت تولید حداکثر محصول، مطلوب می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، تبخیر و تعرق، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب

## مقدمه

مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاه، کمبود آب است که تولید محصولات مختلف در مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱). کمبود آب بر تمام مراحل رشدی گیاه تأثیرگذار است. کاهش منابع آب در کشور و افزایش تلفات آب در روش‌های مختلف آبیاری سطحی، لزوم توجه به روش آبیاری تحت فشار، به‌خصوص آبیاری قطره‌ای با استفاده از لوله‌های تیپ را افزایش داده است.

یکی از روش‌های مناسب جهت تولید محصول در خارج از فصل زراعی، استفاده از مالچ پلاستیک می‌باشد. استفاده از این تکنیک، به دلیل تأمین شرایط دمایی مناسب جهت رشد و بلوغ زودرس گیاه، موجب عرضه محصول به بازار هدف می‌گردد. همچنین استفاده از این تکنیک، باعث کاهش تبخیر آب از سطح خاک، کاهش مصرف آب، افزایش کارایی مصرف آب و کنترل مناسب علف‌های هرز می‌شود. نارکی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تولید ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در خارج از فصل، بیان نمودند که با ایجاد مالچ پلاستیک جهت حفاظت گیاه در برابر سرما، امکان تولید ذرت شیرین بدون کاهش عملکرد در خارج از فصل امکان‌پذیر است (۱۷). در کشت زود هنگام ذرت، زمان ظهور ابریشم، گرده‌افشانی و برداشت محصول زودتر از کشت مرحله بعد اتفاق می‌افتد (۱۹). بنابراین استفاده از این روش، باعث تسریع بلوغ و رسیدگی محصول بدون کاهش عملکرد می‌گردد.

استفاده از نشاهای جوانه‌زده در شرایط گلخانه و انتقال آن به زیر پلاستیک در مزرعه، همچنین از جمله روش‌هایی است که زودرسی محصول را مضاعف می‌نماید. به طوری که 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 زود هنگام مرتفع می‌گردد. افزایش عملکرد کشت نشایی ذرت شیرین در مقایسه با کشت متداول به دلیل افزایش جذب بیشتر نور، شاخص برداشت و عملکرد در واحد سطح می‌باشد و افزایش عملکرد به تغییرات توسعه سطح برگ، شکل فضایی و معماری گیاه و تغییرات آناتومیکی از قبیل نسبت آوند آبکش به چوبی و نسبت غلاف آوندی به مزوفیل وابسته است (۲۲). مکانیسم‌های فیزیولوژیکی واکنش کشت نشایی گیاه در مقایسه با کشت متداول بذری مشخص نیست، اما سنتز و انتقال هورمون‌هایی مانند سیتوکینین باعث ایجاد تغییراتی در ریشه‌های عمودی می‌شود و توسعه سطح برگ و ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (۴). سانچز آندونوا و همکاران (۲۰۱۴) بیان نمودند که ارتفاع گیاه در کشت نشایی نسبت به کشت متداول کاهش یافت (۲۲). راتین و همکاران (۲۰۱۵) بیان

کردند که کشت نشایی ذرت شیرین باعث افزایش جذب نور می‌شود به طوری که گیاه سریع‌تر به شاخص سطح برگ ماکزیمم می‌رسد، بنابراین راندمان استفاده از نور افزایش می‌یابد و نهایتاً باعث حصول حداکثر عملکرد بیولوژیک می‌گردد (۲۰).

مهمترین دلایل استفاده از مالچ پلاستیک و روش کشت نشا، علاوه بر زودرسی و تولید خارج از فصل محصول، کاهش مصرف آب می‌باشد. بنابراین با برنامه‌ریزی آبیاری و مصرف میزان مشخصی از حجم آب جهت حصول حداکثر محصول، می‌توان در مقدار آب صرفه‌جویی نمود و به میزان قابل توجهی، کارایی آب را افزایش داد (۱۳). منطقه یاسوج به علت داشتن شرایط آب و هوایی معتدل، جهت کشت ذرت شیرین بهاره و یا تولید محصول در خارج از فصل مناسب می‌باشد، اما عدم وجود شرایط دمایی مناسب اولیه جهت سبز شدن ذرت شیرین در مزرعه در فروردین‌ماه (حداقل دما حدود ۵ درجه سانتی‌گراد است) یک محدودیت قابل درنگ در این باره می‌باشد. بر همین اساس، این امکان وجود دارد که با استفاده از مالچ پلاستیک و نشا بتوان ذرت شیرین خارج از فصل تولید نمود. لذا پژوهش حاضر به منظور تسریع رشد و نمو و تولید ذرت شیرین خارج از فصل با استفاده از مالچ پلاستیک و کاهش مصرف آب و همچنین امکان‌سنجی کشت نشایی به منظور زودرسی محصول انجام گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی عملکرد و صفات مورفولوژیک ذرت 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 مختلف آبیاری در ۳ سطح، تأمین ۱۰۰ (I<sub>۱</sub>)، ۷۵ (I<sub>۲</sub>) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (I<sub>۳</sub>) و عامل فرعی شامل روش‌های کشت ذرت شیرین در ۶ سطح، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (CT<sub>۱</sub>)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه (CT<sub>۲</sub>)، کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT<sub>۳</sub>)، کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT<sub>۴</sub>)، کشت نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT<sub>۵</sub>) و کشت نشا به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه (CT<sub>۶</sub>) بودند.

ابعاد کرت‌های آزمایش ۳×۵ متر، فاصله بین بلوک‌ها و فاصله بین کرت‌های اصلی سه متر و فاصله بین کرت‌های فرعی 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. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول (۱) ذکر 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 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 گردید. بذره‌های ذرت شیرین از هیبرید تمپتیشن<sup>۱</sup> 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 ۵-۷ سانتی‌متری با دست کشت شد. سپس لوله‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) روی خطوط کشت نصب گردید.

به‌منظور ایجاد مالچ پلاستیک، بعد از کشت بذر ذرت شیرین، میل‌گردهای فلزی مخصوص که 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، به‌طوری که لبه‌های پلاستیک بر روی زمین قرار گرفتند و با استفاده از بیل بر روی لبه‌های پلاستیک، خاک ریخته شد که از جابجا شدن پلاستیک‌ها در اثر وزش باد و دیگر عوامل ممانعت شود و از ورود هوای سرد به زیر پلاستیک‌ها جلوگیری نماید. زمانی که ارتفاع گیاه به اندازه ارتفاع تونل پلاستیکی گردید، اقدام به سوراخ نمودن پلاستیک‌ها جهت خروج بوته‌ها از پلاستیک‌ها گردید. به‌منظور تولید نشا و کشت نشا ذرت شیرین در تاریخ‌های ذکر شده، حدود ۲ هفته قبل، بذره‌های ذرت شیرین در سینی‌های نشا در گلخانه کشت شدند و سپس پرورش یافتند.

در تمامی تیمارهای آزمایش، دوره‌های آبیاری اولیه به‌منظور سبز شدن و استقرار گیاه تا مرحله چهار برگگی یکنواخت بود. پس از استقرار گیاه در مزرعه، سطوح مختلف آبیاری اعمال شدند. اندازه‌گیری نیاز آبی گیاه به‌منظور اعمال سطوح مختلف آبیاری، با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A

1- Temptation

به صورت روزانه انجام گردید؛ به طوری که میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اندازه گیری و در ضریب تشتک ضرب شد. حجم آب آبیاری با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$V=PE. KC. A/Ei \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه،  $V$ : حجم آبیاری بر حسب مترمکعب،  $PE$ : تبخیر از تشتک تبخیر کلاس  $A$ : بر حسب متر،  $KC$ : ضریب گیاهی،  $A$ : مساحت آبیاری شده بر حسب مترمربع و  $Ei$ : 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 (۲۴). جهت تعیین نیاز آبی گیاه در تیمارهای زیر مالچ پلاستیک، حجم آب آبیاری در عدد ۰/۸ ضرب شد (۱۰). پس از 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 نمونه برداری های رطوبتی از خاک مزرعه، زمان آبیاری مشخص گردید. ابتدا با استفاده از نمونه برداری های رطوبتی خاک، عمق کل آب قابل دسترس (رابطه ۲) محاسبه شد و سپس با استفاده از میزان حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی گیاه ذرت شیرین در مراحل رشد، عمق آب سهل الوصول (رابطه ۳) محاسبه گردید (۱۵).

$$TAW=(FC-PWP)Dr.As \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه،  $TAW$  عمق کل آب قابل دسترس،  $FC$  ظرفیت مزرعه،  $PWP$  نقطه پژمردگی دائم مزرعه،  $D_r$  عمق توسعه ریشه و  $A_s$  چگالی ظاهری خاک می باشد.

$$RAW=TAW.MAD \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه،  $RAW$  عمق آب سهل الوصول و  $MAD$  حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی ذرت شیرین است. همچنین از طریق رابطه (۴) میزان رطوبت سهل الوصول مزرعه محاسبه شد و بر این اساس، به محض این که میزان رطوبت مزرعه به میزان رطوبت سهل الوصول رسید، آبیاری انجام گردید.

$$RAW=(FC-\theta_{RA})Dr. As \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این رابطه،  $\theta_{RA}$  میزان رطوبت مزرعه است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق ۰-۳۰ سانتی متر).

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

بافت خاک Soil texture			نیترژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Available potassium (mgkg <sup>-1</sup> )	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Available phosphorus (mgkg <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH (1:1)	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر) EC (dSm <sup>-1</sup> )	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)
رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)						
50	35	15	0.25	229	11.13	7.93	0.36	2.36

در زمان رسیدگی محصول (رطوبت دانه‌های بلال حدود ۷۵ درصد بود) جهت برداشت نهایی، ۲ مترمربع وسط کرت‌ها با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف، به صورت کف‌بر برداشت شد و کل بوته تحت عنوان عملکرد بیولوژیک توزین شد. جهت تعیین عملکرد بلال و علوفه‌تر و خشک، بوته‌های ۲ مترمربع وسط کرت‌ها کف‌بر شدند و پس از جدا نمودن بلال‌ها، عملکرد بلال اندازه‌گیری گردید. بعد از توزین بوته‌های بدون بلال (عملکرد علوفه‌تر)، نمونه‌ها در آون (دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت، سپس توزین و عملکرد علوفه خشک محاسبه گردید. همچنین، بلال‌های ۲ مترمربع وسط کرت‌ها جدا و سپس دانه‌های بلال‌ها جدا شدند و عملکرد دانه کنسروی توزین گردید. کارایی اقتصادی مصرف آب از طریق فرمول ۵ محاسبه شد (۷).

$$WUE \text{ fresh grain} = \frac{GY}{W_{ap}} \quad (\text{رابطه ۵})$$

در این فرمول،  $WUE \text{ fresh grain}$ ،  $GY$  و  $W_{ap}$  به ترتیب کارایی اقتصادی مصرف آب، کیلوگرم دانه تولید شده و مترمکعب آب مصرفی است. شاخص برداشت بلال، از نسبت عملکرد بلال به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. ارتفاع ۱۰ بوته اندازه‌گیری و میانگین آن برای هر کرت در نظر گرفته شد. با استفاده از کولیس، قطر ساقه ۱۰ بوته در هر کرت اندازه‌گیری گردید و میانگین قطر ساقه ۱۰ بوته برای هر کرت در نظر گرفته شد. همچنین، با استفاده از کولیس، طول و قطر ۵ بلال در هر کرت اندازه‌گیری شدند.

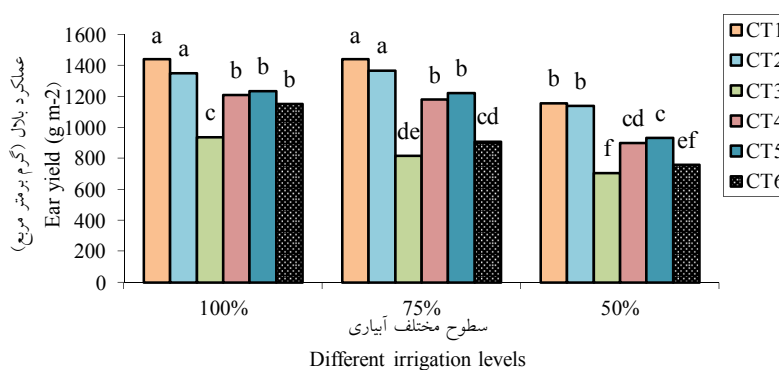
قابل ذکر است جهت اندازه‌گیری کارایی اقتصادی مالچ پلاستیک، میانگین عملکرد بلال در تیمارهای مالچ و تیمارهای بدون مالچ محاسبه گردید و سپس از طریق فرمول ۶ کارایی اقتصادی به دست آمد.

رابطه ۶) کارایی اقتصادی مالچ پلاستیک = میانگین عملکرد بلال در تیمارهای مالچ - میانگین عملکرد بلال در تیمارهای بدون مالچ / هزینه مالچ (هزینه پلاستیک، کمان‌های فلزی و احداث) 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 آبیاری و روش‌های کشت بر صفات عملکرد بلال، عملکرد دانه کنسروی، کارایی اقتصادی مصرف آب، عملکرد علوفه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت شیرین معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای I<sub>2</sub>CT<sub>1</sub>، I<sub>1</sub>CT<sub>1</sub>، I<sub>2</sub>CT<sub>2</sub> و I<sub>1</sub>CT<sub>2</sub> به ترتیب معادل ۱۴۴۲، ۱۴۴۱، ۱۳۶۹ و ۱۳۵۱ گرم بر مترمربع به دست آمد، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱).

همچنین کمترین عملکرد بلال در تیمار I<sub>2</sub>CT<sub>2</sub> معادل ۷۰۶ گرم بر مترمربع به دست آمد و نیز اختلاف معنی‌داری با تیمار I<sub>1</sub>CT<sub>1</sub> نداشت (شکل ۱). در واقع می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه در کشت بذر و نشا ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در تاریخ کشت ۱۵ فروردین ماه بیشترین عملکرد بلال را داشته است. در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ماه، بیشترین عملکرد بلال در کشت نشا ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک به دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد بلال ذرت شیرین.

میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 1. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on ear yield of sweet corn. The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).



جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک ذرت شیرین تحت تأثیر سطح مختلف آبیاری و روش‌های کشت.   
 Mean square

منابع تغییرات	Source of variation	درجه آزادی	df	عملکرد پال	Ear yield	عملکرد دانه	Canned yield	کارایی اقتصادی مصرف آب	Wue <sub>sp</sub>	عملکرد علوفه تر	Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک	Dry forage yield	عملکرد بیولوژیک	Biological yield	شاخص برداشت	Harvest index	ارتفاع بوته	Plant height	قطر ساقه	Stem diameter	طول پال	Ear length	قطر پال	Ear diameter
تکرار	Replication	2	44461.99	5536.87	1110116.94**	0.03	38428.13	4053.65	165497.89	1.10	328.13	0.01	10.92	0.87											
آبیاری (A)	Irrigation(A)	2	412411.59*	2889.27	34928.37**	1.12**	452493.68**	47443.45**	1671350.91**	33.49 <sup>ms</sup>	2919.45**	1.47**	31.34*	2.89*											
خطای a	Error a	4	35575.59	2889.27	34928.37**	0.02	16455.96	1273.05	46962.53	25.14	141.14	0.01	4.19	0.30											
روش کشت (B)	Cultivation Techniques (B)	5	360868.18**	3357.21**	3357.21**	1.67**	153849.25**	16143.14**	821939.85**	123.06**	1056.19**	0.15**	2.27 <sup>ms</sup>	0.45**											
خطای b	Error b	10	10016.20*	3357.21**	3357.21**	0.04**	26363.90*	3451.68*	25721.08*	18.80**	20.68 <sup>ms</sup>	0.07 <sup>ms</sup>	0.40 <sup>ms</sup>	0.04 <sup>ms</sup>											
خطای A×B	Error A×B	30	3874.24	534.41	534.41	0.01	12055.65	1422.91	13171.52	5.81	69.14	0.03	1.81	0.11											
خطای Error b	Error b	30	3874.24	534.41	534.41	0.01	12055.65	1422.91	13171.52	5.81	69.14	0.03	1.81	0.11											
ضریب تغییرات (درصد)	Coefficient of Variation (%)	-	5.63	5.46	5.46	6.18	7.15	7.38	4.43	5.69	5.63	7.70	7.23	7.88											

<sup>ms</sup> معنی دار نیست. \* و \*\* به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد، از لحاظ آماری معنی دار هستند.

<sup>ms</sup> non significant. \* and \*\*: were significant at  $p = 0.05$  and  $p = 0.01$ , respectively.

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 گردید. افزایش عملکرد بلال در کشت زود هنگام، احتمالاً به دلیل مناسب‌تر بودن شرایط محیطی از لحاظ درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا و طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی گیاه می‌باشد.

در تاریخ کشت ۱۵ فروردین‌ماه، 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 کوتاه‌تر گردید، 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 مالچ پلاستیک در مقایسه با کشت بدون مالچ پلاستیک، گیاه تا حدودی توانسته است با زودرس نمودن، از گرمای آخر فصل رهایی یابد. نارکی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تولید ذرت شیرین زیر مالچ پلاستیک در خارج از فصل بیان نمودند که عملکرد بلال در تاریخ کشت زود هنگام نسبت به کشت بعدی افزایش یافت (۱۷).

تحت شرایط تنش خشکی، گیاهان الگوهای استخراج آب از خاک را اصلاح و تغییر می‌دهند و تلفات آب را با بسته نگهداشتن روزنه‌ها و کاهش توسعه و سطح برگ از طریق ریزش و یا پیروی، جهت زنده ماندن به حداقل می‌رسانند (۹). بنابراین، کاهش ظرفیت فتوسنتزی کانوبی به دلیل محدودیت انتشار دی‌اکسیدکربن به درون محفظه زیر روزنه برگ به دنبال بسته شدن روزنه، کاهش جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی و کاهش سطح برگ، ممکن است منجر به کاهش راندمان مصرف نور و تولید محصول شود (۱۶). نتایج آزمایش نشان داد که کم آبیاری سبب کاهش عملکرد بلال در ذرت شیرین شد (شکل ۱).

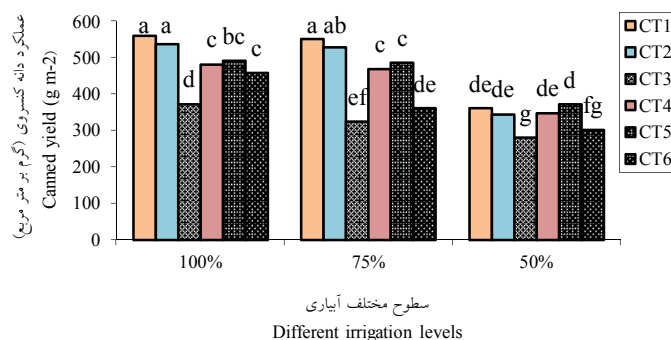
کاهش عملکرد بلال به دلیل کاهش در اجزای مؤثر عملکرد از جمله افزایش طول دوره گرده‌افشانی و ظهور کاکل و در نهایت کاهش تعداد دانه تشکیل شده در بلال بود. قاضیان تفریشی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری در تولید ذرت شیرین بیان کردند که محدودیت آبیاری، عملکرد بلال را کاهش داد (۹). کمبود آب فرایندهای فیزیولوژیکی ظهور تاسل و ابریشم‌دهی را به تأخیر می‌اندازد، همچنین رشد رویشی و ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد

دانه ذرت می‌شود. کاهش وزن بلال به دلیل کاهش سرعت رشد بلال می‌باشد که مقصد قوی برای مواد پروده است، زیرا عرضه مواد پرورده تحت تأثیر شرایط کم آبیاری کاهش می‌یابد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که برهمکنش آبیاری و روش‌های کشت بر میزان عملکرد دانه کنسروی ذرت شیرین معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه کنسروی در تیمارهای  $I_1CT_1$ ،  $I_2CT_1$ ،  $I_1CT_2$  و  $I_2CT_2$  به ترتیب معادل  $558/7$ ،  $551/1$ ،  $536/2$  و  $527/4$  گرم بر مترمربع به دست آمد (شکل ۲)، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین کمترین عملکرد دانه کنسروی در تیمار  $I_2CT_3$  معادل  $280/3$  گرم بر مترمربع به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار  $I_2CT_6$  نداشت (شکل ۲).

استفاده از بذر و نشا زیر مالچ پلاستیک در تاریخ کشت ۱۵ فروردین ماه به دلیل مطلوب بودن شرایط رشدی گیاه زیر مالچ پلاستیک، باعث تسریع رشد و نمو گیاه گردید و نهایتاً بیشترین عملکرد دانه کنسروی به دست آمد. استفاده از مالچ پلاستیک به علت 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 داشته و به مقدار قابل توجهی از تبخیر آب جلوگیری می‌نماید. تیمار مالچ پلاستیک در مقایسه با تیمار عدم استفاده از مالچ 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 مالچ پلاستیک منجر به افزایش سرعت تجمع ماده خشک دانه شد. اما در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ماه در تیمارهایی که زودرسی محصول به وسیله مالچ پلاستیک تسریع گردید، نیز بیشترین عملکرد دانه کنسروی به دست آمد (شکل ۲).

گزارش شده است، مالچ پلاستیک دمای خاک را حدود  $1/9$  الی  $2/9$  درجه سانتی‌گراد افزایش داد (۲۶) و این امر ممکن است به دلیل دریافت انرژی خورشیدی از طریق مالچ و گرم نمودن هوا و خاک در زیر مالچ، سپس حفظ حرارت از طریق پوشش پلاستیک باشد (۲۷). همچنین کاربرد مالچ پلاستیک نشان داد که با مصرف آب کمتر به خصوص استفاده از تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی، می‌تواند به دلیل کاهش تبخیر آب از سطح خاک، عملکرد قابل ملاحظه‌ای داشته باشد (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد دانه کنسروی ذرت شیرین.

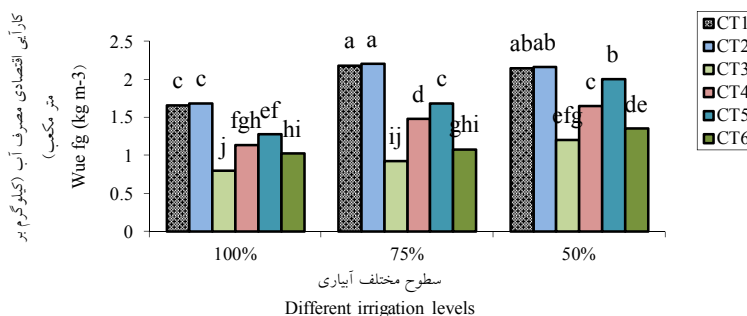
میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 2. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on canned yield of sweet corn. The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ )

قاضیان تفریشی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری در تولید ذرت شیرین بیان کردند که محدودیت آبیاری باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در ردیف بلال، به دلیل افزایش بازه زمانی گرده‌افشانی ابریشم‌های بلال و نهایتاً کاهش عملکرد دانه کنسروی گردید (۹). همچنین، بیوماس گیاه به وسیله کاهش محتوای رطوبتی گیاه کاهش یافت. ای و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی عملکرد ذرت زیر مالچ پلاستیک بیان کردند که با کاربرد مالچ پلاستیک، ذرت سریع‌تر مراحل رویشی را طی نموده و به مرحله رشد زایشی نزدیک‌تر می‌شود (۲۶).

بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب در تیمارهای  $I_2CT_1$ ،  $I_2CT_2$ ،  $I_2CT_3$  و  $I_2CT_4$  به ترتیب معادل ۲/۲۱، ۲/۱۸، ۲/۱۶ و ۲/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد (شکل ۳)، به طوری که تیمارهای مذکور اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین کمترین کارایی اقتصادی مصرف آب در تیمار  $I_1CT_3$  معادل ۰/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار  $I_2CT_3$  نداشت (شکل ۳). نتایج نشان داد که با کاهش مصرف آب زیر مالچ پلاستیک، می‌توان به حداکثر عملکرد دست یافت؛ با کاهش تبخیر آب از سطح خاک به علت وجود مالچ پلاستیک، نیاز آبی کمتر خواهد شد (شکل ۳). در طول روز، زمانی که سطح خاک خشک می‌شود، رطوبت خاک توسط لوله‌های مویین به طرف سطح خاک با سرعت بیشتری منتقل شده و موجب کاهش ذخیره آب موجود در خاک می‌شود. هنگامی که سطح خاک توسط مالچ پلاستیکی پوشیده می‌شود، به علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطحی، حرکت آب به سطح خاک توسط لوله‌های مویین کند شده و در نتیجه توزیع رطوبت در خاک

یکنواخت می‌شود و نهایتاً رطوبت بیشتری در خاک ذخیره می‌گردد. یاقی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی کارایی مصرف آب با استفاده از مالچ پلاستیک بیان کردند که بیشترین کارایی مصرف آب با کاربرد مالچ پلاستیک به‌دست آمد و در شرایطی که مالچ پلاستیک به‌کار گرفته نشد، کارایی مصرف آب نیز کاهش یافت (۲۵). همچنین با افزایش عملکرد دانه کنسروی، کارایی اقتصادی مصرف آب نیز افزایش یافت (شکل ۳).



شکل ۳- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر کارایی اقتصادی مصرف آب دانه ذرت شیرین.

میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 3. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on water use efficiency fresh grain of sweet corn.

The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).

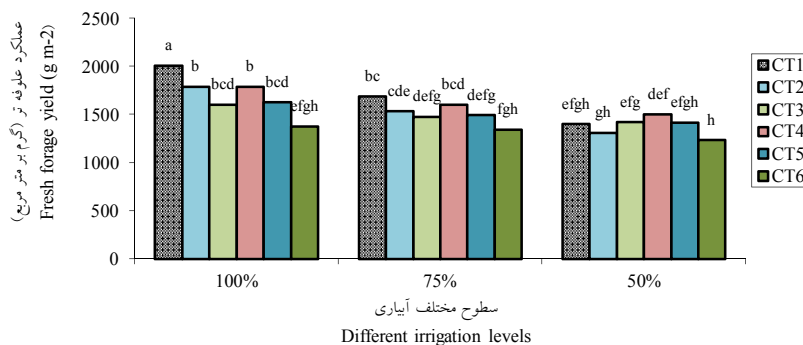
قاضیان تفریخی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری در تولید ذرت شیرین بیان کردند که کاهش عملکرد بلال و بیوماس، کارایی مصرف آب در ذرت شیرین را کاهش داد ولی بین سطوح تأمین نیاز آبی ۱۰۰ و ۸۰ درصد اختلاف معنی‌داری در کارایی مصرف آب مشاهده نگردید (۹). همچنین خرمی‌وفا و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت بیان کردند که کاهش آبیاری، می‌تواند کارایی مصرف آب را افزایش دهد، به‌طوری‌که بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد (۱۳).

کارایی 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 مؤثرتر و اقتصادی از منابع آب محدود، بهبود داد. افزایش کارایی

مصرف آب از لحاظ نظری می‌تواند در رشد گیاه مؤثر باشد. همچنین، افزایش کارایی مصرف آب در تولید ماده خشک با استفاده از مقدار آب محدود امکان‌پذیر است، اما با این حال افزایش مقدار آب، منجر به کاهش کارایی مصرف آب گردید (۲۶).

فاضلی‌رستم‌پور و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر تنش آبی بر کارایی مصرف آب در ذرت بیان نمودند که اثر سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب داشت (۸)؛ به‌طوری‌که کارایی مصرف آب در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی به ترتیب معادل ۰/۹۶ و ۰/۷۲ و در تیمار تنش شدید (تأمین ۴۰ درصد نیاز آبی) ۰/۱۵ گرم دانه بر لیتر بود. فاره و و فاسی (۲۰۰۶) گزارش نمودند کارایی 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 (۷). به‌نظر می‌رسد پایین بودن شاخص سطح برگ در شرایط تنش خشکی، باعث کاهش سرعت رشد نسبی و عملکرد دانه و در نتیجه کاهش کارایی مصرف آب می‌شود. با توجه به عملکرد اقتصادی، تیمار تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه جهت تولید ذرت شیرین توصیه شده است (۷). بیشترین عملکرد علوفه‌تر در تیمار  $I_1CT_1$  معادل ۲۰۰۸ گرم بر مترمربع و کمترین عملکرد علوفه‌تر در تیمار  $I_2CT_6$  معادل ۱۲۳۷ گرم بر مترمربع به‌دست آمد (شکل ۴). همچنین، بیشترین عملکرد علوفه خشک در تیمار  $I_1CT_1$  معادل ۶۶۶/۱ گرم بر مترمربع و کمترین عملکرد علوفه خشک در تیمار  $I_2CT_6$  معادل ۴۱۴/۰ گرم بر مترمربع به‌دست آمد (شکل ۵). تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، باعث تولید حداکثر ماده خشک گردید، همچنین استفاده از مالچ پلاستیک به‌دلیل حفظ رطوبت در خاک، افزایش فرایند فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی در طول مراحل رشدی باعث تولید حداکثر ماده خشک علوفه گردید (شکل ۵). نتایج نشان داد که با اعمال آبیاری مطلوب (تأمین 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 نهایتاً باعث افزایش عملکرد علوفه ذرت شیرین شده است. کشت نشایی در مقایسه با کشت متداول بذر به‌دلیل زودرسی، باعث کاهش عملکرد علوفه ذرت شیرین گردید (شکل ۴). همچنین در تیمارهایی که مالچ پلاستیک به‌کار رفته بود، بیشترین میزان علوفه‌تر به‌دست آمد (شکل ۴). کاهش شیب جریان حرکت رطوبت از عمق به سطح خاک در خاکی که سطح آن خشک است، رطوبت خاک توسط لوله‌های موئین به طرف سطح خاک با سرعت بیشتری منتقل شده و موجب کاهش ذخیره آب موجود در خاک می‌شود. هنگامی که سطح خاک توسط مالچ پلاستیک پوشیده شود به علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطح خاک، حرکت آب به سطح خاک توسط لوله‌های موئین کند و در نتیجه توزیع رطوبت در خاک یکنواخت شده و رطوبت بیشتری در

خاک ذخیره می‌گردد. جینزیا و همکاران (۲۰۱۲) با کشت ذرت زیر مالچ پلاستیک تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری بیان کردند که تیمار کم‌آبیاری زیر مالچ پلاستیک با حفظ رطوبت، باعث افزایش شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه و عملکرد علوفه ذرت گردید (۱۲).

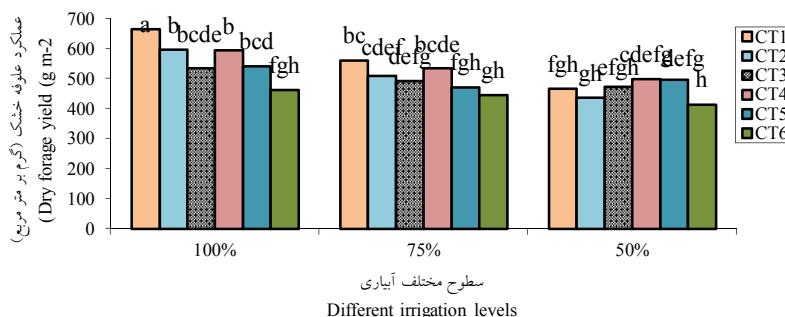


شکل ۴- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد علوفه ذرت شیرین.

میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 4. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on fresh forage yield of sweet corn.

The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).



شکل ۵- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر عملکرد علوفه خشک ذرت شیرین.

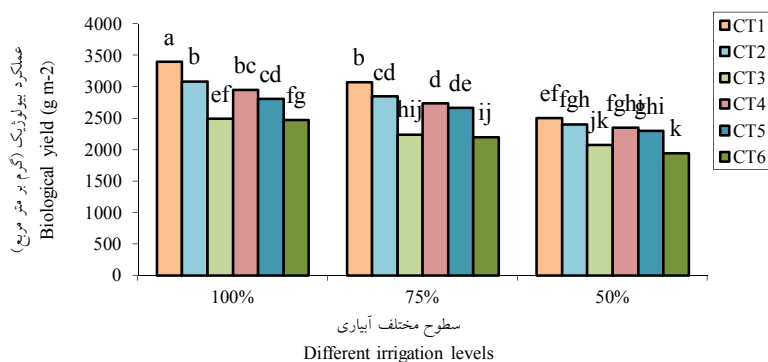
میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 5. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on dry forage yield of sweet corn.

The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).

بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار  $1_1CT_1$  معادل  $3399$  گرم بر مترمربع و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار  $1_2CT_6$  معادل  $1947$  گرم بر مترمربع به‌دست آمد (شکل ۶). کمبود آب مانع از آن می‌شود که وزن زیستی گیاه به حداکثر خود برسد. این کاهش می‌تواند به دلیل اثر منفی تنش آبی بر

فتوستت باشد. استفاده از روش کشت نشا در مقایسه با کشت متداول بذر، باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گردید. به طور کلی، از آنجایی که کشت نشا باعث زودرسی و بلوغ سریع تر ذرت شیرین می شود، به تبع آن، میزان عملکرد بیولوژیک گیاه نسبت به کشت بذر به روش متداول کمتر گردید. بیگلویی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تأثیر روش های مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت گزارش کردند که با کاهش میزان آبیاری، مقدار عملکرد بیولوژیک کاهش یافت (۳). گزارش شده است، مالچ پلاستیک دمای خاک را حدود ۱/۹ الی ۲/۹ درجه سانتی گراد افزایش داد (۲۶) و این ممکن است به دلیل دریافت نور بیشتر از طریق مالچ و گرم نمودن هوا و خاک در زیر مالچ، سپس تسخیر حرارت در زیر پوشش پلاستیک باشد (۲۷). با توجه به فراهم بودن شرایط مطلوب آب و هوایی از جمله درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا جهت رشد ذرت در تیمار کشت بذر و نشایی در تاریخ ۱۵ فروردین ماه، بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک به دست آمد، اما در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ماه با توجه به گرم شدن هوا و کاهش رطوبت نسبی، گیاه با تنش گرمایی و خشکی مواجه گردید و همین امر باعث رسیدن سریع تر گیاه به مرحله زایشی گردید، در نتیجه رشد رویشی و عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار کشت بذر به روش متداول در ۱۵ اردیبهشت ماه به دست آمد (شکل ۶).



شکل ۶- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش های کشت بر عملکرد بیولوژیک ذرت شیرین.

میانگین ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

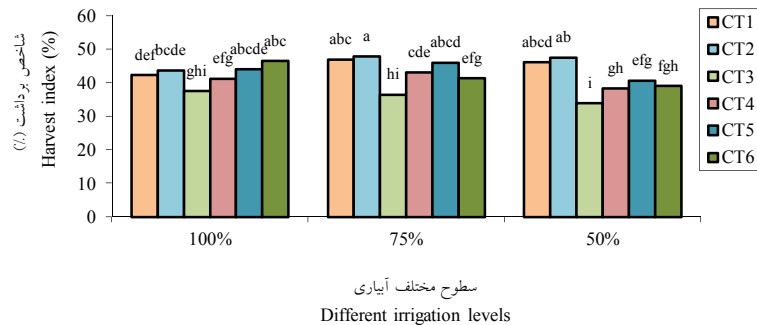
Figure 6. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on biological yield of sweet corn. The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).



با توجه به این که تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی در تمام مراحل رشدی گیاه آب کمتری را مصرف نموده است، کاهش میزان آب، باعث کاهش رشد و بیوماس و نهایتاً عملکرد بیولوژیک گیاه گردید (شکل ۶). افزایش بیوماس گیاه در شرایط آبیاری مطلوب به دلیل گسترش بیشتر و افزایش تداوم سطح برگ است که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی قوی و مناسب جهت دریافت و جذب حداکثر نور و افزایش تولید ماده خشک گردید. ای و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی عملکرد ذرت زیر مالچ پلاستیک بیان کردند که بیوماس گیاه افزایش معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت (۲۶). افزایش عملکرد کشت نشایی ذرت شیرین در مقایسه با کشت متداول ناشی از افزایش جذب نور، شاخص برداشت و عملکرد در واحد سطح می باشد، به طوری که افزایش عملکرد به تغییرات توسعه سطح برگ، شکل فضایی و معماری گیاه و تغییرات آناتومیکی از قبیل نسبت آوند آبکش به چوبی و نسبت غلاف آوندی به مزوفیل وابسته است (۲۲).

شاخص برداشت یکی از مؤلفه های مورد استفاده جهت ارزیابی کارایی تقسیم ماده خشک گیاه زراعی به اجزا و دانه می باشد که به صورت نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک اندام های هوایی گیاه در مرحله رسیدگی تعریف می شود. در ذرت شیرین اندام اقتصادی، بلال می باشد و شاخص برداشت، نسبت وزن بلال به کل بیوماس است. بیشترین شاخص برداشت در تیمار  $I_2CT_2$  معادل  $47/92$  درصد و کمترین شاخص برداشت در تیمار  $I_2CT_3$  معادل  $33/92$  به دست آمد (شکل ۷). افزایش تجمع ماده خشک در بلال، باعث افزایش شاخص برداشت گردید (۱۸). با افزایش مصرف آب، شاخص برداشت کاهش یافت (۲). با افزایش شدت تنش خشکی (تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه)، شاخص برداشت به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۷).

در شرایط تنش خشکی ملایم (تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه)، مواد تولید شده در کل گیاه کاهش یافت و دانه به یک نسبت کاهش داشت، ولی در شرایط تنش شدید خشکی، کاهش عملکرد دانه، کاهش معنی دار شاخص برداشت را به همراه داشت (۱۹). در حالت کلی در سایر سطوح مختلف آبیاری، استفاده از کشت نشا در مقایسه با کشت متداول، باعث افزایش شاخص برداشت ذرت شیرین گردید (شکل ۷). سانچز آندونوا و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسه کشت نشایی و متداول بذر ذرت شیرین بیان کردند که شاخص برداشت کشت نشایی بیشتر از کشت متداول بذر بود (۲۲).



شکل ۷- برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و روش‌های کشت بر شاخص برداشت ذرت شیرین.

میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure 7. Interaction different irrigation levels and cultivation techniques on harvest index of sweet corn. The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد تأثیر آبیاری بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و قطر بلال و تأثیر روش‌های کشت بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر بلال معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱۶۰/۸ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱۳۵/۳ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین، بیشترین ارتفاع بوته معادل ۱۶۱/۱ سانتی‌متر در تیمار کشت بذر زیر مالچ پلاستیک در ۱۵ فروردین‌ماه به‌دست آمد، به‌طوری‌که با تیمار کشت نشایی زیر مالچ پلاستیک در ۱۵ فروردین‌ماه اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین ارتفاع بوته معادل ۱۲۹/۸ سانتی‌متر در تیمار کشت نشاییه روش متداول در ۱۵ اردیبهشت‌ماه به‌دست آمد (جدول ۳). جینزیا و همکاران (۲۰۱۲) با کشت ذرت زیر مالچ پلاستیک تحت تأثیر سطوح آبیاری بیان کردند که کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه داشت (۱۲). در تاریخ کشت‌های زود هنگام به‌دلیل طولانی شدن فصل رشد، گیاهان از منابع محیطی حداکثر استفاده را می‌برند و به‌دلیل تولید سطح برگ مناسب در مدت زمان کوتاه، رشد رویشی افزایش می‌یابد که یکی از دلایل افزایش ارتفاع بوته در تاریخ‌های کشت زود هنگام، استفاده از منابع و زمان کافی برای رشد گیاه می‌باشد (۱۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری و روش‌های کشت بر صفات مورفولوژیک ذرت شیرین.

Table 3. Comparison of the mean effects of irrigation and cultivation techniques on morphological characteristics of sweet corn.

عامل‌های آزمایش	Experimental Factors	ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول بلال	قطر بلال
		(سانتی‌متر) Plant height (cm)	(سانتی‌متر) Stem diameter (cm)	(سانتی‌متر) Ear length (cm)	(سانتی‌متر) Ear diameter (cm)
آبیاری Irrigation	I <sub>۱</sub>	160.80 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	20.30 <sup>a</sup>	4.80 <sup>a</sup>
	I <sub>۲</sub>	146.79 <sup>b</sup>	2.58 <sup>b</sup>	18.66 <sup>ab</sup>	4.28 <sup>b</sup>
	I <sub>۳</sub>	135.37 <sup>c</sup>	2.22 <sup>c</sup>	17.69 <sup>b</sup>	4.02 <sup>b</sup>
روش‌های کشت Cultivation Techniques	CT <sub>۱</sub>	161.18 <sup>a</sup>	2.57 <sup>ab</sup>	19.02 <sup>ab</sup>	4.54 <sup>ab</sup>
	CT <sub>۲</sub>	153.50 <sup>ab</sup>	2.69 <sup>a</sup>	19.20 <sup>a</sup>	4.59 <sup>a</sup>
	CT <sub>۳</sub>	143.80 <sup>c</sup>	2.33 <sup>c</sup>	18.98 <sup>ab</sup>	3.99 <sup>c</sup>
	CT <sub>۴</sub>	150.78 <sup>bc</sup>	2.57 <sup>ab</sup>	19.18 <sup>ab</sup>	4.43 <sup>ab</sup>
	CT <sub>۵</sub>	147.57 <sup>bc</sup>	2.58 <sup>ab</sup>	19.05 <sup>ab</sup>	4.44 <sup>ab</sup>
	CT <sub>۶</sub>	129.80 <sup>d</sup>	2.42 <sup>bc</sup>	17.87 <sup>b</sup>	4.21 <sup>bc</sup>

میانگین‌ها در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

The means which have at least one common letter do not differ significantly ( $P < 0.05$ ).

با افزایش مصرف آب و توسعه سطح برگ به دلیل افزایش جذب نور و فرایند فتوسنتز، ارتفاع بوته افزایش یافت. ارتفاع بوته در تیمارهای کشت بذر زیر مالچ پلاستیک بیشتر از تیمارهای کشت نشا زیر مالچ پلاستیک بود. استفاده از مالچ پلاستیک دمای خاک را حدود ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش داد که نهایتاً منجر به افزایش کانوبی گیاه، نمو جنسی و عملکرد دانه گردید (۲۷). حفظ رطوبت زیر مالچ پلاستیک، باعث افزایش فرایند فتوسنتز شد و متعاقباً تولید ماده فتوسنتزی جهت رشد رویشی گیاه افزایش یافت. سانچز آندونوا و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که ارتفاع گیاه در کشت متداول نسبت به کشت نشایی افزایش یافت؛ این محققان بیان کردند علت کاهش ارتفاع در کشت نشایی ناشی از مصرف مواد پرورده فتوسنتزی توسط برگ‌ها جهت دریافت نور بیشتر بود (۲۲).

بیشترین قطر ساقه در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۲/۷۸ سانتی‌متر و کمترین قطر ساقه در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۲/۲۲ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳). در تیمارهایی که از مالچ پلاستیک استفاده گردید، قطر ساقه افزایش یافت (شکل ۳). بیشترین قطر ساقه در تیمارهای کشت نشا در تاریخ ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت‌ماه زیر مالچ پلاستیک به ترتیب معادل

۲/۶۹ و ۲/۵۸ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه معادل ۲/۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین استفاده از نشا به‌دلیل زودرسی گیاه، باعث کاهش ارتفاع بوته و افزایش قطر ساقه جهت حفظ و نگهداری بلال‌های ذرت شیرین گردید (شکل ۳). ارتیک و کارا (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که با کاهش میزان آبیاری، قطر ساقه کاهش یافت و در تیمار مطلوب آبیاری (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) بیشترین مقدار قطر ساقه به‌دست آمد (۵).

بیشترین طول بلال در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۲۰/۳ سانتی‌متر و کمترین طول بلال در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۱۷/۶ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳). ریوراهراناندز و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که افزایش طول ریشه در شرایط تنش کم‌آبی، منجر به کاهش طول بلال به‌دلیل اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه و کاهش فتوسنتز و تجمع بیوماس کل گیاه شد (۲۱). بیشترین قطر بلال در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۴/۸ سانتی‌متر و کمترین قطر بلال در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه معادل ۴/۲ سانتی‌متر به‌دست آمد، به‌طوری که تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳). ارتیک و کارا (۲۰۱۳) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که با کاهش میزان آبیاری، طول و قطر بلال کاهش یافت و در تیمار مطلوب آبیاری (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه)، این صفات بیشترین مقدار را دارا بودند (۵).

بیشترین قطر بلال معادل ۴/۵ سانتی‌متر در تیمار کشت نشایی زیر مالچ پلاستیک در تاریخ ۱۵ فروردین‌ماه و کمترین قطر بلال معادل ۳/۹ سانتی‌متر در تیمار کشت بذر به روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش قطر بلال، به‌علت کاهش در حجم و اندازه دانه‌ها و همچنین کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به‌دانه می‌باشد. احتمالاً در اثر اختلال جذب آب و مواد غذایی، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و انتقال این مواد به مخزن، دانه‌ها چروکیده شد و وزن آن‌ها و در نهایت قطر بلال کاهش یافته است. نتایج فانادزو و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تأثیر روش کشت نشا بر زودرسی، طول و قطر بلال و نیز سود خالص حاصل از کشت ذرت در آفریقای جنوبی موید برتری روش کشت نشایی نسبت به روش کشت متداول با بذر بود (۶).

میانگین عملکرد بلال در تیمارهای مالچ و تیمارهای بدون مالچ به ترتیب حدود ۱۲۱۶/۱۱ و ۸۸۰/۷۱ گرم بر مترمربع بود. عملکرد بلال با کاربرد مالچ حدود ۰/۳۳۵ کیلوگرم در مترمربع افزایش یافت. همچنین هزینه پلاستیک، کمان‌های فلزی و احداث جهت یک مترمربع کشت به ترتیب حدود ۴۱۶/۶، ۲۰۸/۳ و ۵۷/۸ تومان به دست آمد. هزینه فروش یک کیلوگرم بلال ذرت شیرین در خارج از فصل منطقه یاسوج حدود ۱۸۰۰ تومان در نظر گرفته شد. کارایی اقتصادی مالچ با استفاده از رابطه ۶ حدود ۰/۸۸ کیلوگرم بر تومان بود. در صورتی که فقط هزینه ایجاد مالچ جهت تولید ذرت شیرین در نظر گرفته شود، اجرای این روش کشت مقرون به صرفه نخواهد بود. همچنین اگر میزان حجم آب مصرفی در تیمارهای مالچی در مقایسه با تیمارهای بدون مالچ و مقدار آب ذخیره شده در این روش در نظر گرفته شود، قاعدتاً با توجه به شرایط خشکسالی به وجود آمده، کاهش منابع آب و جنگ آب که در بین استان‌ها در آینده اتفاق خواهد افتاد، قابل توجه می‌باشد. در سال‌های بعدی نیز استفاده از کمان‌های فلزی امکان‌پذیر است. همچنین، پس از برداشت محصول، می‌توان نسبت به جمع‌آوری پلاستیک‌ها اقدام نمود و مقداری بازگشت هزینه ایجاد شود. با به کار بردن مالچ، مصرف علف‌کش‌ها نیز کاهش می‌یابد، چرا که استفاده از مالچ، باعث خفه کردن علف‌های هرز و نهایتاً مرگ آن‌ها می‌شود، همچنین اگر میزان آسیب وارده به اکوسیستم‌ها از طریق علف‌کش‌ها قابل اندازه‌گیری باشد، استفاده از مالچ باعث کاهش آسیب و هزینه‌های وارده به محیط‌زیست می‌شود.

### نتیجه‌گیری کلی

استفاده از مالچ 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. 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. همچنین کاربرد نشا، مصرف آب را کاهش می‌دهد و باعث افزایش کارایی اقتصادی مصرف آب می‌شود. در صورتی که در مناطق محدودیت آب وجود داشته باشد، تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی ذرت شیرین به همراه مالچ پلاستیک جهت تولید حداکثر محصول، مطلوب می‌باشد.

## منابع

1. Alizade, A.M. 2005. Soil and Plant Water Relations (translate). MashhadUniv. Press, 450p. (In Persian)
2. Azizi, E., Beheshti, F., and Sepehri-Moghadam, H. 2015. The investigation of vermicompost organic fertilizer on some of physiological and qualitative traits of different varieties of calendula (*Calendula officinalis* L.) under different levels of drought stress. J. Crop Prod., 8(2): 171-194. (In Persian)
3. Biglui, M.H., Kafi Ghasemi, A., Javaher Dashti, M., and Esfahani, M. 2013. Effect of irrigation regimes on yield and quality of forage maize (Single cross 704) in Rasht region. J. Crop Sci., 15(3): 196-206. (In Persian)
4. Di Benedetto, A., Galmarini, C., and Tognetti, J. 2013. Changes in leaf size and in the rate of leaf production contribute to cytokinin-mediated growth promotion in *Epipremnum aureum* L. J. Hort. Sci. Biotechnol., 88(2): 179-186.
5. Ertek, A., and Kara, B. 2013. Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. Agric. Water Manage., 129: 138-144.
6. Fanadzo, M., Chiduzo, 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. Afr. J. Agric. Res., 5(7): 524-531.
7. Farre, I., and Faci, J.M. 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. Agric. Water Manage., 83: 135-143.
8. Fazeli Rostampor, M., Saghatol Eslam, M.J., and Musavi, S.G.R. 2011. Effect of water stress and polymer on yield and water use efficiency of corn (*Zea Mays* L.) in Birjand Region. J. Environ. Stress on Crop., 4(1): 11-19. (In Persian)
9. Ghazian Tafreshi, 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. J. Plant Physiol. and Breed., 3(2): 23-31.
10. Harmanto, V.M., Babel, M.S., and Tantau, H.J. 2004. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agric. Water Manage., 71: 225-242.
11. Huai-Fu, Ling, F., Chang-Xig, D., and Xue, W. 2014. Effect of short-term water deficit stress on antioxidative systems in cucumber seedling roots. Bot. 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. Agric. Eng., 28: 464-468.
13. 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. Int. J. Agro. Plant Prod., 4(11): 3134-3139.

14. Kiyankbakt, M., Zeinali, E., Siahmarguee, A., Pouri, G.M., and Sheikh, F. 2015. Effect of sowing date on grain yield and yield component and green pod yield of three faba bean cultivars in Gorgan climatic condition. *J. Crop Prod.*, 8(1): 99-119. (In Persian)
15. Musavi, S.F., and Akhavan, S. 2007. *Irrigation Principles*. Tehran Kankash. Press, 480p. (In Persian)
16. Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N., and Massawe, F.J. 2007. Growth and development of bambara groundnut (*Vigna iuhterranean*) in response to soil moisture: Dry matter and yield. *Eur. J. Agri.*, 26: 345-353.
17. Naraki, H., Farajee, H., Movahedi Dehnavi, M., and Didghah, S.K.A. 2012. Sweet corn production off season under plastic mulch in Gachsaran Region. *J. Crop Ecol.*, 6(2): 201-218. (In Persian)
18. Orosz, F., and Slezak, K. 2010. Ear properties of direct seeded sweet corn. *J. Agric. and Environ.*, 2: 23-30.
19. Panday, R.K., Marienville, J.W., and Adum, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a sahelian environment. I. Grain yield components. *Agric. Water Manage.* 46: 1-13.
20. 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. *Am. J. Exp. Agric.*, 5(4): 336-351.
21. Rivera-Hernandez, B., Carrillo-Avila, E., Obrador-Olan, J.J., Juarez-Lopez, J.F., and Aceves-Navarro, L.A. 2010. Morphological quality of sweet corn (*Zea mays* L.) ears as response to soil moisture tension and phosphate fertilization in Campeche. *Mex. J. Agric., Water Manage.*, 97(9): 1365-1374.
22. Sanchez Andonova, P., Rattin, J., and Di Benedetto, A. 2014. Yield increase as influence by transplanting of sweet corn (*Zea mays* L. saccharata). *Am. J. Exp. Agric.*, 4(11): 1314-1329.
23. 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. *Int. Res. J. Appl. Basic Sci.*, 8(9): 1165-1173.
24. Vaziri, Z., Salamat, A.R., Antesari, M.R., Moschi, 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. *Iran. Natwork. on Irrig. and Drain.*, 270p. (In Persian)
25. Yaghi, T., Arsalan, A., and Naoum, F. 2013. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) water use efficiency under plastic mulch and drip irrigation. *Agric. Water Manage.*, 128: 149-157.
26. 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. *Agric. Fore. Meteorol.*, 150: 606-613.
27. 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 Crop Res.*, 113: 41-47.