Archive of SID
DOI: 10.22059/ijswr.2020.310989.668755 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۱، فروردین ۱۴۰۰ (ص ۱۷۳-۱۶۱)

Evaluation of Crop Yield and Water Productivity of Different Hybrids of Maize with Drip-Tape Irrigation

ELAHE MIRZAEE[1], HAMED EBRAHIMIAN[1*], AREZOO N. GHAMESHLOU[1], OMID RAJA[1]
1. Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
(Received: Oct. 3, 2020- Revised: Nov. 7, 2020- Accepted: Nov. 22, 2020)

ABSTRACT

Increasing water productivity in agricultural sector is necessary, since this sector is the largest consumer of water in Iran. Because of higher irrigation efficiency, in particular, the reduction of losses of deep percolation and evaporation from the soil surface, drip-tape system is a good option for irrigation. Additionally, using varieties of a crop having high yield is another way to increase water productivity. The objective of this study is to investigate the crop yield and irrigation water volume and to estimate the physical and economical water productivity for different hybrids of maize by drip-tape irrigation. Field experiments were conducted at the research farm of the Agricultural and Natural Resources College of the University of Tehran, in Karaj in 2017. The treatments were nine hybrids of maize (BK42, KSC400, KSC260, BK65, KSC600, BK50, BK74, Barekat3 and KSC704). The results of this study showed that the type of hybrid had a significant effect on crop yield and water productivity. Generally, among the examined varieties, the BK65 hybrid had the highest biomass production (19.54 ton/ha) and biomass water productivity (3.43 kg/m^3), and the lowest yield (10.55 ton/ha) and grain water productivity (1.62 kg/m^3). Additionally, the KSC600 hybrid had the highest grain yield (13.86 ton/ha) and grain water productivity (2.12 kg/m^3) compared to other hybrids. The reason for the high biological performance of BK65 hybrid compared to other hybrids was the higher growth of vegetative part related to reproductive part. The BK42 and KSC260 hybrids had the lowest yield and productivity.

Keywords: Physical and Economical Water Productivity, Hybrids of Maize, Water Requirement, Karaj.

* Corresponding Author's Email: ebrahimian@ut.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

بررسی عملکرد و بهره‌وری آب در هیبریدهای مختلف ذرت در شرایط استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای-نواری

الهه میرزایی[۱]، حامد ابراهیمیان[۱*]، آرزو نازی قمشلو[۱]، امید رجا[۱]

۱. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۲- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۸/۱۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۹/۲)

چکیده

با توجه به این که بخش کشاورزی بزرگترین مصرف‌کننده آب در ایران به‌شمار می‌رود، افزایش بهره‌وری آب جزء ضرورت‌های این بخش محسوب می‌شود. استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری با توجه به راندمان بالا و به‌طور مشخص کاهش تلفات نفوذ عمقی و تبخیر از سطح خاک، گزینه‌ای مناسب برای آبیاری است. همچنین، یکی دیگر از راهکارهای افزایش بهره‌وری استفاده از هیبریدهای مختلف یک گیاه است که عملکرد بالاتری دارند. هدف از این مطالعه بررسی عملکرد و حجم آب آبیاری، محاسبه شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب هیبریدهای مختلف محصول ذرت در شرایط استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری است. این مطالعه در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی نه هیبرید ذرت (BK42، KSC400، KSC260، BK65، KSC600، BK50، BK74، Barekat3، KSC704) بودند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد نوع هیبرید اثر معنی‌داری بر عملکرد و بهره‌وری آب-دانه داشت. در میان هیبریدهای مورد بررسی، به‌طور کلی هیبرید BK65 دارای بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۹/۵۴ تن بر هکتار) و بهره‌وری آب-بیولوژیکی (۳/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و کمترین عملکرد دانه (۱۰/۵۵ تن در هکتار) و بهره‌وری آب-دانه (۱/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت. علاوه بر این هیبرید KSC600 بیشترین عملکرد دانه (۱۳/۸۶ تن بر هکتار) و بهره‌وری آب-دانه (۲/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب) را در میان سایر هیبریدها داشت. دلیل بالا بودن عملکرد بیولوژیکی هیبرید BK65 نسبت به دیگر هیبریدها رشد بیشتر قسمت رویشی نسبت به زایشی بود. هیبرید BK42 کمترین عملکرد و بهره‌وری را داشت و با هیبرید KSC260 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی، هیبریدهای ذرت، نیاز آبی، کرج.

مقدمه

کمبود آب و غذا به‌عنوان یک مشکل جهانی بر معیشت زندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اثر می‌گذارد. کمبود آب تجدیدشونده در دنیا موجب شده تأمین آب مورد نیاز کشاورزی با بحران‌های جدی‌تری روبرو گردد. به همین دلیل بزرگ‌ترین چالش پیش روی دنیا در زمینه کشاورزی افزایش تولید محصولات با حداقل مصرف آب خواهد بود (Eid & Negm 2019). در چنین شرایطی، ارتقاء بهره‌وری آب مورد توجه بسیاری محققان قرار گرفته است. استفاده بهینه از آب در کشوری نظیر ایران با اقلیم خشک و نیمه‌خشک دراغلب مناطق آن از اهمیت خاصی در توسعه فعالیت‌های کشاورزی برخوردار است. در حالی که متوسط میزان بارندگی سالانه در جهان ۸۱۳ میلی‌متر است، میزان بارندگی در منطقه خاورمیانه و ایران به‌ترتیب ۲۱۷ و ۲۲۸ میلی‌متر بوده که کمتر از یک‌سوم متوسط جهان است (Mohammad Jani &Yazdanian, 2014).

ذرت در قسمت اعظم دنیا یک گیاه غذایی بسیار مهم است و در اغلب قاره‌های جهان به‌صورت وسیعی کشت می‌شود و از نظر تولید، بعد از گندم و برنج سومین محصول در میان غلات است. در بین غلات، ذرت بیش‌ترین مصرف‌کننده را دارد؛ زیرا افزون بر مصرف به عنوان غذای انسان و علوفه برای دام‌ها، در صنایع تخمیر و فرآورده‌های متنوع صنعتی از جمله اتانول نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Huqin *et al.*, 2012). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، میزان درصد سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای ۳/۴ درصد و میزان تولید ۱۴/۴درصد از کل محصولات زراعی در کشور را به خود اختصاص داده است (Ahmadi *et al.*, 2019).

بهره‌وری آب[۱] یکی از شاخص‌هایی است که برای ارزیابی مدیریت آبیاری، تاثیر نوع هیبریدهای یک نوع گیاه مشخص بر عملکرد و میزان آب مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهره‌وری آب، نسبت عملکرد به آب مصرفی است که تولید به ازای هر واحد

* نویسنده مسئول: ebrahimian@ut.ac.ir

۱ Water Productivity (WP)

www.SID.ir

Archive of SID

آب مصرفی را نشان می‌دهد (Kijne *et al.*, 2003; Pereira *et al.*, 2012). افزایش بهره‌وری در آن است که تولید افزایش یابد بدون آنکه تبخیرتعرق کاهش یابد و یا اینکه تبخیرتعرق غیرمفید از طریق روش‌هایی از قبیل مالچ‌پاشی و آبیاری موضعی کاهش یابد در حالی‌که تولید حفظ شود و یا افزایش یابد (Rabieee *at* El-Metwally *et al.*, 2015; Bostani *et al.*, 2014 *al.*, 2013 Marwa *et al.*, 2017; Azzeddine *et al.*, 2020; Abdelraouf *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020).

بهبود عملکرد دانه و زیست توده ناشی از هیبریدهای برتر، شیوه‌های مدیریت زراعی و آبیاری بسیار حائز اهمیت است؛ اما اغلب نادیده گرفته می‌شود (Cockerham, 1961; AL-Rawi, 2012; Bender *et al.*, 2013; Al-Rubaie and Al-Ubaidi, 2018; Almousawi and Hassan, 2020). بهره‌وری آب در مناطق تحت آبیاری، می‌تواند از طریق تخصیص و توزیع بهتر آب بهبود یابد. همچنین، تلفات آب در مزارع می‌تواند با استفاده از روش‌های آبیاری پیشرفته از قبیل آبیاری قطره‌ای به شدت کاهش یابد (Grabow *et al.*, 2004).

سامانه آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌هایی است که علاوه بر حفظ یا افزایش عملکرد محصول، مقدار آب کاربردی را کاهش می‌دهد (El-Habbasha *et al.*, 2014) و در نتیجه آن بهره‌وری آب افزایش می‌یابد. آبیاری قطره‌ای با ویژگی‌های منحصر به فردی نظیر کاربرد آب و مواد غذایی به‌صورت دقیق و یکنواخت در تناوب بالا می‌تواند موجب کاهش شوری خاک و افزایش محتوای آب خاک، مواد مغذی و هوادهی کافی در منطقه ریشه شود (Ayars *et al.*, 2003; Dichio *et al.*, 2007; Xylogiannis *et al.*, 2020). امروزه برای آبیاری گیاهان ردیفی از لوله‌های نواری استفاده می‌شود. این لوله‌ها با داشتن فشار کارکرد پایین و هزینه‌های پایین تهیه لوله از جمله آبیاری‌های موفق در دنیا مطرح شده است. Ahmadali and Khalili (2009) تحقیقی به منظور بررسی بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری نشتی و میکرو (آبیاری قطره‌ای تیپ) انجام دادند. نتایج حاصل از اجرای پروژه در سه سال متوالی نشان داد، بهره‌وری آب در تیمارهای آبیاری قطره‌ای-نواری در سطوح نیاز آبی ۸۰ و ۱۰۰ درصد دارای بیشترین مقدار و در تیمار آبیاری نشتی دارای کمترین مقدار است. در مطالعه دیگر Akbari and Nakhjavani Moghadam (2010) اثر سه روش آبیاری قطره‌ای-نواری تیپ زیر سطح خاک، آبیاری قطره‌ای-نواری تیپ روی سطح خاک و آبیاری قطره‌ای با لوله‌های قطره‌چکان‌دار و سطوح مختلف آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه را بر عملکرد گوجه‌فرنگی مورد ارزیابی قرار دادند. به‌طور کلی، نتایج نشان داد در صورتی که محدودیت منابع آبی در طول فصل رشد وجود داشته باشد، روش آبیاری قطره‌ای در زیر عمق خاک با تامین ۷۵ درصد نیاز آبی برای حصول حداکثر بهره‌وری آب پیشنهاد می‌گردد.

یکی دیگر از روش‌های افزایش بهره‌وری آب استفاده از هیبریدهای مختلف از یک محصول مشخص است که با تقویت شیوه‌های جدید مدیریت، نقش مهمی در افزایش عملکرد ذرت ایفا می‌کند. اگرچه نوع گیاه و هیبرید آن برای بهبود بهره‌وری آب بسیار حیاتی است؛ اما توجه عمده در بهبود بهره‌وری، گسترش شیوه‌های زراعی و روش‌های جدید آبیاری است که رطوبت خاک را حفظ کنند. این موضوع در مقایسه با نقش رقم محصول از اثرگذاری و اهمیت بیشتری برخوردار است (Mehrpouyan *et al.*, 2014; Marwa *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2018 Abdollahi *et al* (2014) اثر تراکم کشت و هیبرید بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در منطقه کوهدشت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با توجه به شرایط اقلیمی مناسب منطقه، می‌توان تراک کشت را افزایش داد و از طرفی اثر نوع هیبرید بر روی عملکرد دانه معنی‌دار بود. به‌طوری که ارقام ۷۰۴ و ۶۳۰ بیشترین عملکرد را داشتند. در مطالعه دیگر Choukan (2013) *et al.* به مقایسه عملکرد هیبریدهای خارجی ذرت با هیبریدهای داخلی پرداختند. نتایج نشان داد هیبرید شماره ۲۰ با نام ۸۹May۷۰ با میانگین ۱۱/۴۰ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت. Mehrpouyan *et al.* (2014) به بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری و کشت بر راندمان مصرف و برخی خصوصیات عملکرد در سه هیبرید مختلف لوبیا چیتی شامل خمین، COS16 و تلاش پرداختند. به طور کلی، نتایج نشان داد هیبریدهای خمین و COS16 به ترتیب ۳۶ و ۳۲ درصد نسبت به هیبرید تلاش افزایش عملکرد داشتند. همچنین، استفاده از آبیاری قطره‌ای میانگین عملکرد دانه را ۲۸ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داد. از سوی دیگر در روش آبیاری قطره‌ای، مقدار آب مصرفی به‌میزان ۳۲ درصد کاهش یافت. در مطالعه دیگر Nagore *et al.* (2017) بهره‌وری آب-دانه، اجزای عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی سه هیبرید ذرت شامل یک هیبرید قدیمی و دو هیبرید جدید، را بررسی کردند. نتایج نشان داد که حداکثر مقدار بهره‌وری آب-دانه در هیبریدهای جدید بیشتر از هیبرید قدیمی است.

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص می‌شود که استفاده از هیبریدهای مختلف یک نوع گیاه به عنوان یک راهکار به‌زراعی برای افزایش عملکرد و بهره‌وری آب کمتر توجه شده است. همچنین، استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری با توجه به راندمان بالا و کاهش تلفات نفوذ عمقی و تبخیر از سطح خاک، گزینه‌ای مناسب برای آبیاری و افزایش شاخص‌های بهره‌وری

www.SID.ir

Archive of SID

است. بنابراین، اهداف این مطالعه عبارتند از ۱) بررسی عملکرد و حجم آب آبیاری هیبریدهای مختلف محصول ذرت در شرایط استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری و ۲) محاسبه شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب برای هیبریدهای مختلف محصول ذرت.

مواد و روش‌ها

مشخصات مزرعه

این مطالعه در سال ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج، به‌منظور بررسی اثر نوع رقم محصول ذرت بر عملکرد و بهره‌وری آب با استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری انجام شد. قبل از شروع اجرای سیستم آبیاری، نمونه‌برداری خاک توسط مته حفاری به دو صورت دست-خورده و دست‌نخورده در سه عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱).

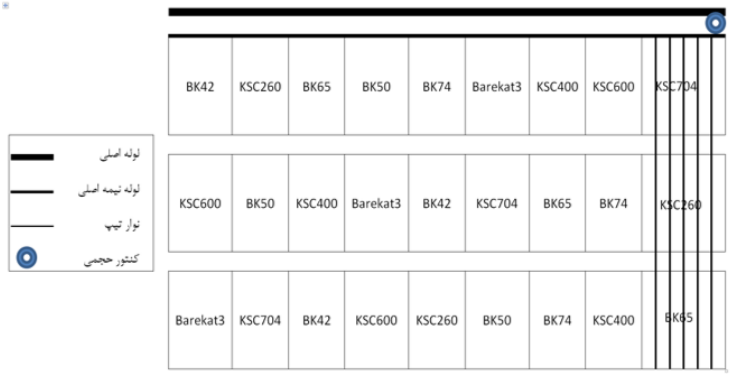
این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و نه تیمار، در مجموع ۲۷ کرت آزمایشی انجام شد. مساحت هر کرت ۱۲ مترمربع (۴×۳) که شامل چهار ردیف ذرت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول چهار متر بود. تیمارها شامل نه هیبرید ذرت بودند. جانمایی هیبریدها و شماتیک طرح در شکل (۱) نشان داده شده است.

مشخصات هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

این هیبریدها با توجه به زمان رسیدن از سه دسته زودرس، میان-رس و دیررس انتخاب شد که هیبریدهای زودرس شامل BK42، KSC400، KSC260؛ هیبریدهای میان‌رس شامل BK65، KSC600، BK50 و هیبریدهای دیررس شامل BK74، Barekat3 و KSC704 بودند. مشخصات کلی این هیبریدها در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

عمق (*cm*)	درصد ذرات تشکیل دهنده خاک: رس	سیلت	شن	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	نقطه پژمردگی (درصد حجمی)	*pH*	شوری عصاره اشباع (*dS/m*)
۰-۲۰	۳۱	۴۶	۳۲	لوم رسی	۱/۳۴	۲۸/۹	۱۱/۵	۷/۷	۱/۹۲
۲۰-۴۰	۳۳	۴۶	۲۰	لوم رسی	۱/۳۲	۲۹/۶	۱۱/۲	۷/۸	۳/۱۸
۴۰-۶۰	۳۶	۴۱	۲۳	لوم رسی	۱/۳۳	۲۹/۲	۱۱/۹	۷/۸	۳/۰۹



شکل ۱- جانمایی هیبریدهای ذرت و شماتیک طرح

جدول ۲- مشخصات کلی هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

مشخصات	هیبرید: زودرس KSC400	KSC260	BK42	میان رس KSC600	BK65	BK50	دیررس KSC704	Barkat3	BK74
تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی	۱۲۰-۱۱۵	۱۲۵-۱۲۰	۱۰۰*	۱۳۰-۱۱۵	۱۲۸-۱۲۰	۱۲۰*	۱۳۵-۱۲۵	۱۲۰-۱۲۵	۱۳۰-۱۲۰
میانگین ارتفاع بوته (*cm*)	۲۰۸	۲۰۶	۲۲۵*	۲۱۵*	۲۹۰	۲۵۵*	۳۰۰	۲۸۰	۲۸۰
متوسط طول بلال (*cm*)	۱۹/۲۶*	۱۷/۴۶*	۱۸/۳۳*	۲۰	۲۶	۱۷/۵۴*	۲۵	۲۸	۲۵
میانگین عملکرد تر (*ton/ha*)	۴۶-۴۵*	۳۶-۳۵*	۴۰*	۴۴-۴۳*	۹۰	۵۷-۵۶*	۷۵	۸۵	۷۵
میانگین عملکرد دانه (*ton/ha*)	۱۱-۱۰	۱۱-۱۰	۱۱-۱۰*	۱۴-۱۳*	۱۴	۱۱-۱۰*	۱۲	۱۴	۱۲
وزن هزار دانه (*g*)	۲۸۰	۲۹۰	۳۵۴*	۱۸۰	۴۷۷*	۴۴۷*	۳۷۴*	۳۹۶*	۴۰۹*
منطقه مناسب کشت	معتدل	معتدل	-	همه مناطق	گرمسیر	-	معتدل	گرمسیر	معتدل
کاربرد	علوفه-دانه*	علوفه-دانه	علوفه-دانه*	دانه	علوفه-دانه	علوفه-دانه*	علوفه-دانه	علوفه-دانه	علوفه-دانه

*یافته‌های مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه نیاز آبی و نحوه انجام آبیاری

آبیاری مزرعه به‌صورت قطره‌ای و با استفاده از نوارهای تیپ پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های ۳۰ سانتی‌متری، دبی دو لیتر بر ساعت و فشار کارکرد یک بار (bar) انجام شد. عملیات کاشت به‌صورت دستی در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ انجام شد.

به‌منظور تعیین نیاز آبیاری، میزان تبخیر-تعرق با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$ET_c = K_c\, ET_o \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن ET_o تبخیر-تعرق گیاه مرجع، ET_c تبخیرتعرق گیاه و K_c ضریب گیاهی است (Allen et al., 1998). تبخیرتعرق گیاه مرجع توسط نرم افزار CROPWAT با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی مزرعه محاسبه شد. ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد، براساس نشریه شماره ۵۶ فائو تعیین گردید. ضریب گیاهی ذرت (K_c) و طول روزهای دوره‌های ابتدایی، توسعه، میانی و در جدول (۳) ارائه شده است؛ اما با توجه به تفاوت زمان برداشت هیبریدهای مختلف دوره انتهایی در نهایت با مقدار فرض شده متفاوت بود. لازم به ذکر است مطابق با دستورالعمل ارائه شده در نشریه فائو ۵۶ مقادیر ضرایب گیاهی با استفاده از پارامترهای رطوبت نسبی، سرعت باد و ارتفاع گیاه اصلاح شد.

جدول ۳- طول دوره رشد و ضرایب گیاهی ذرت

نام گیاه	طول دوره رشد				ضرایب گیاهی			
	مرحله اولیه	مرحله توسعه	مرحله میانی	مرحله پایانی	کل	اولیه	میانی	انتهایی
ذرت	۲۰	۳۵	۴۰	۳۰	۱۲۵	۰/۳	۱/۲	۰/۶

یکی دیگر از روش‌های برآورد تبخیر-تعرق معادله بیلان آب است (معادله ۲). با توجه به میزان آبیاری در یک آبیاری و تعیین تغییرات رطوبت آب در خاک قبل از دو آبیاری متوالی و با توجه به چگالی ظاهری خاک و عمق ریشه، میزان تبخیرتعرق گیاه برآورد می‌شود (معادله ۳). شش نمونه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی و با نمونه‌گیری توسط آگِر در سه عمق، ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر انجام شد. به این ترتیب، در هر نوبت میزان رطوبت خاک برای نه هیبرید و هر هیبرید در سه عمق و درمجموع ۲۷ نمونه خاک تعیین شد. نمونه‌گیری از وسط پلات موردنظر برای تمامی هیبریدها انجام شد. در این مطالعه از آنجایی‌که نیاز آبیاری بر اساس تبخیر-تعرق بود، حداکثر رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسید و همچنین به‌دلیل استفاده از آبیاری قطره‌ای، میزان نفوذ عمقی صفر لحاظ شده بود.

$$I = ET \pm \Delta S + DP \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$\Delta S = (\theta_2 - \theta_1) \times Z \times \rho_b \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن ET تبخیر-تعرق (mm)، ΔS تغییرات ذخیره رطوبت خاک (mm)، DP نفوذ عمقی (mm)، θ_2 و θ_1 رطوبت وزنی خاک قبل از دو آبیاری متوالی، Z عمق متوسط ریشه (mm) و ρ_b چگالی ظاهری خاک (g/cm^3) است.

با توجه به تعداد زیاد هیبریدها و دور آبیاری کوتاه، اندازه‌گیری رطوبت خاک در منطقه ریشه برای هر هیبرید در طول کل فصل رشد بسیار دشوار و زمان‌بر بود. بنابراین در این مطالعه مقدار تبخیر-تعرق گیاهان فقط در سه نوبت آبیاری مطابق با سه دوره توسعه، میانی و انتهایی رشد هیبریدها تعیین شد. در نهایت در این مطالعه، عمق آب آبیاری به روش علمی و براساس محاسبات نیاز آبی گیاه (نشریه شماره ۵۶ فائو) تعیین شد. دور آبیاری نیز مطابق با خصوصیات خاک و دور آبیاری رایج برای آبیاری ذرت به روش قطره‌ای سه روز در نظر گرفته شد. براساس تجربیات و تحقیقات مختلف در این مزرعه پژوهشی، حداکثر دور آبیاری برای گیاه ذرت با توجه به خصوصیات خاک شش روز است. سپس، مطابق با نیاز آبی، حجم آب مورد نیاز با استفاده از کنتور حجمی تعبیه‌شده در ابتدای سامانه، به پلات‌های مورد آزمایش داده شد.

محاسبه شاخص‌های بهره‌وری

عملیات برداشت و نمونه‌برداری از محصول در دو نوبت برداشت علوفه و دانه‌ای انجام شد. نمونه‌برداری علوفه به این صورت است که از ردیف‌های وسط کرت و با فاصله ۷۵ سانتی‌متری از ابتدا و انتهای کرت چهار بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و قسمت هوایی آن جداشده و وزن می‌شود. سپس به گرمخانه منتقل‌شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد خشک و دوباره توزین می‌شود تا بتوان وزن خشک یا عملکرد زیست توده را به‌دست آورد (Rodríguez-Salazar *et al.*, 2009). زمان برداشت محصول در هیبریدهای مختلف متفاوت بود. برداشت علوفه برای هیبریدهای زودرس (BK42، KSC400 و KSC260) ۸۳ روز بعد از کاشت و برای سایر هیبریدهای به‌جز KSC600، ۹۸ روز بعد از کاشت و برای هیبرید KSC260، ۱۱۴ روز بعد از کاشت انجام شد. برداشت دانه زمانی است که آبیاری قطع‌شده و بوته‌ها کاملا خشک شده باشند و رطوبت دانه ۱۴درصد باشد. برای نمونه برداری، از ردیف‌های وسطی کرت و با فاصله ۷۵ سانتی‌متری از ابتدا و انتها، بلال‌های چهار بوته به‌طور تصادفی برداشت شد.

بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب با توجه به عملکرد محصول به دو صورت علوفه و دانه محاسبه شد. بهره‌وری آب آبیاری که معمولاً اصطلاح رایج بهره‌وری فیزیکی آب است، به‌صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود (Kijne et al., 2003):

$$WP_I = \frac{Y}{I} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن I مقدار آبیاری در طول فصل زراعی (مترمکعب) و Y میزان عملکرد دانه یا علوفه (کیلوگرم) است. همچنین WP_I بهره‌وری آب آبیاری که به طور معمول با اختصار بهره‌وری آب و بهره‌وری آب کل مشخص می‌شود (کیلوگرم بر متر مکعب).

در بهره‌وری اقتصادی ارزش محصول تولیدشده یا میزان سود مدنظر است. در هیبریدهای مختلف ذرت، ارزش فروش و بازارپسندی متفاوت نیست؛ اما از آنجایی‌که میزان عملکرد متفاوت خواهد بود لذا در بهره‌وری اقتصادی، مؤثر واقع می‌شود (Kijne *et al.*, 2003):

$$WP_{ECO} = \frac{Income}{I} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

که در آن *Income* میزان درآمد (تومان) و WP_{ECO} بهره‌وری اقتصادی (تومان بر مترمکعب) است.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار R انجام شد. همچنین رسم نمودارها و محاسبات موردنیاز در این پژوهش، توسط نرم‌افزار *Microsoft Excel* انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد خصوصیات هیبریدهای مختلف اعم از تاریخ گلدهی، تاریخ ظهور بلال، طول دوره رشد علوفه، طول دوره رشد دانه، طول بلال و ارتفاع بوته متفاوت است (جدول ۴). همان‌طور که شرح داده شد، هیبرید KSC600 به عنوان یک هیبرید میان‌رس معرفی شده است اما این مطالعه نشان داد این هیبرید برای منطقه کرج دیررس است.

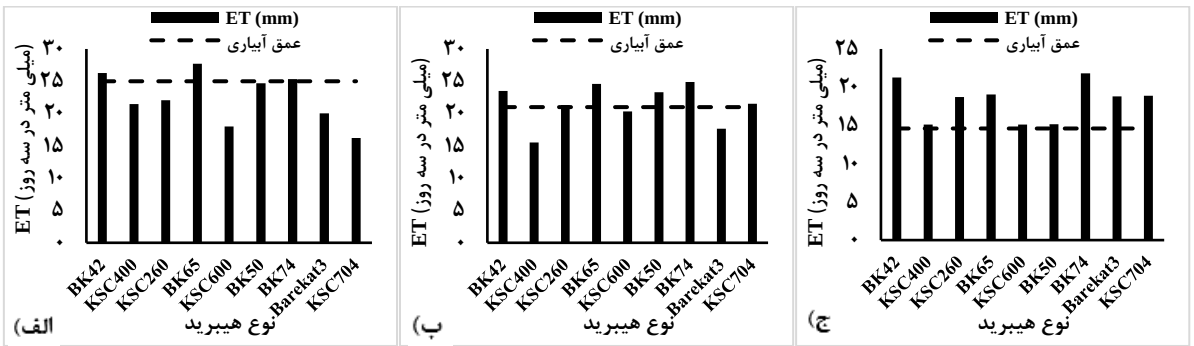
میزان تبخیر-تعرق

مقدار تبخیر-تعرق گیاهان در سه نوبت آبیاری مطابق با مرحله توسعه، میانی و انتهای در طول دوره رشد براساس تعیین رطوبت خاک در منطقه ریشه (قبل و بعد از آبیاری) تعیین شد. خلاصه‌ای از نتایج تبخیر-تعرق در شکل (۲) ارائه شده است.

نتایج نشان داد میزان تبخیر-تعرق برآورد شده توسط فائو و در نتیجه نیاز آبی هیبریدهای مختلف ذرت می‌تواند متفاوت باشد. همچنین نتایج نشان داد در مرحله توسعه برای اکثر هیبریدها بیش‌آبیاری و در مرحله میانی رشد در اکثر رقم‌ها کم‌آبیاری رخ داده است. هیبریدهای BK42 (زودرس)، BK65 (میان‌رس) و BK74 (دیررس) دارای بیشترین میزان تبخیر-تعرق و هیبریدهای KSC400 (زودرس)، KSC600 (میان‌رس) و Barekat3 (دیررس) دارای کمترین میزان تبخیر-تعرق در تمامی دوره‌ها بودند.

جدول ۴- خصوصیات هیبریدهای مختلف ذرت

ویژگی	رقم								
	زودرس			میان‌رس			زودرس		
	KSC400	BK42	KSC600	BK65	BK50	KSC704	BK74	Barekat3	
تاریخ کاشت	۲۴ خرداد			۲۴ خرداد			۲۴ خرداد		
تاریخ جوانه‌زنی	۲۹ خرداد			۲۹ خرداد			۲۹ خرداد		
تاریخ گلدهی (روز بعد از کاشت)	۲۷	۲۶	۲۳	۳۸	۲۸	۳۱	۲۶	۲۷	۳۱
تاریخ ظهور بلال (روز بعد از کاشت)	۵۱	۵۰	۴۵	۷۵	۵۴	۶۲	۵۰	۵۴	۶۲
طول دوره رشد علوفه (روز)	۸۳	۸۳	۸۳	۱۰۴	۸۳	۹۸	۹۸	۹۸	۹۸
طول دوره رشد دانه (روز)	۹۹	۹۹	۹۹	۱۲۰	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳
طول بلال (سانتی‌متر)	۱۹/۶۶	۱۷/۴۶	۱۸/۳۳	۱۶/۴۱	۱۹/۶۶	۱۹/۴۵	۲۰/۵۸	۱۷/۵۴	۲۴/۲۱



شکل ۲- مقایسه تبخیر-تعرق واقعی با مقدار عمق آبیاری الف) ۴۹ روز بعد از کاشت (دوره توسعه)، ب) ۷۳ روز بعد از کاشت (دوره میانی)، ج) ۱۰۰ روز بعد از کاشت (دوره انتهایی)

www.SID.ir

Archive of SID

میزان آب آبیاری

با توجه به متفاوت بودن طول دوره رشد علوفه و دانه در هیبریدهای مختلف محصول ذرت، مقدار آب آبیاری برای هر هیبرید متفاوت است (جدول ۵). با توجه به این که برداشت علوفه برای هیبریدهای زودرس نسبت به هیبریدهای میان‌رس و دیررس زودتر انجام شد. بنابراین زمان قطع آبیاری برای هیبریدهای زودرس نسبت به هیبریدهای میان‌رس و دیررس زودتر انجام شد. لذا مقادیر آب آبیاری کمتری برای هیبریدهای دیررس و میان‌رس نسبت به هیبریدهای زودرس به‌دست آمد. بر این اساس، هیبرید KSC600 بیشترین میزان و هیبریدهای زودرس کمترین میزان آب آبیاری را دارند. شایان ذکر است به‌دلیل عدم اطلاع از نیاز آبی دقیق هر هیبرید، ممکن است کم‌آبیاری یا بیش‌آبیاری برای برخی هیبریدها وجود داشته باشد.

جدول ۵- میزان آب آبیاری در هیبریدهای مختلف برای دوره‌های رشد علوفه و دانه

رقم		مقدار آب آبیاری در طول دوره رشد (m^3ha^{-1})	
		علوفه	دانه
زودرس	BK42	۵۱۴۴/۱	۵۱۸۳/۵
	KSC400	۵۱۴۴/۱	۵۱۸۳/۵
	KSC260	۵۱۴۴/۱	۵۱۸۳/۵
میان‌رس	BK65	۵۶۹۰/۷	۶۵۲۶/۲
	KSC600	۶۱۱۴/۴	۶۵۲۶/۲
	BK50	۵۶۹۰/۷	۶۵۲۶/۲
	BK74	۵۶۹۰/۷	۶۵۲۶/۲
دیررس	Barekat3	۵۶۹۰/۷	۶۵۲۶/۲
	KSC704	۵۶۹۰/۷	۶۵۲۶/۲

عملکرد بیولوژیکی

منظور از عملکرد بیولوژیکی همان وزن خشک علوفه است. تحلیل تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی در جدول (۶) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد عملکرد و بهره‌وری ماده خشک و دانه تحت تاثیر نوع رقم ذرت قرار دارد. همچنین، براساس آزمون دانکن میانگین عملکرد وزن خشک در ارقام مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۶). با توجه به این مقایسه هیبرید BK65 دارای بالاترین عملکرد بیولوژیکی است؛ اما با تمامی هیبریدها به جز هیبرید KSC260 و BK42 در یک گروه آماری قرار دارد (شکل ۳). Estakhroye *et al.* (2015) در بررسی تاثیر خشکی موضعی بر عملکرد وزن خشک و شاخص برداشت ذرت با هیبرید KSC704 بیان کردند میزان آب مصرفی و عملکرد وزن خشک در تیمار آبیاری کامل به‌ترتیب برابر ۸۷۶۰ مترمکعب و ۲۱/۹ تن بر هکتار برآورد شد. همچنین، Li *et al.* (2018) در پژوهشی به‌منظور بررسی تفاوت در رشد، گسترش و تجمع ماده خشک، همچنین، جذب و توزیع پتاسیم در هیبریدهای مختلف ذرت دریافتند که هیبریدهای جدید روند گسترش کندتر، طول دوره رشد طولانی‌تر، سطح برگ بیشتر و پیری آرام‌تری نسبت به هیبریدهای قدیمی‌تر دارند. به‌علاوه، هیبریدهای جدید رشد بیشتری دارند و وزن خشک آن‌ها به‌سرعت از هیبریدهای قدیمی‌تر افزایش می‌یابد.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (۷) ارائه شده است. بر اساس آزمون دانکن مقایسه میانگین وزن دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. بر این اساس بیشترین مقدار وزن دانه در هکتار به هیبرید KSC600 اختصاص یافت (شکل ۴). هیبرید KSC600 نسبت به سایر هیبریدها دارای دانه‌های بسیار کوچک هستند؛ ولی تفاوت آن با سایر هیبریدها، وجود دو بلال در یک بوته است.

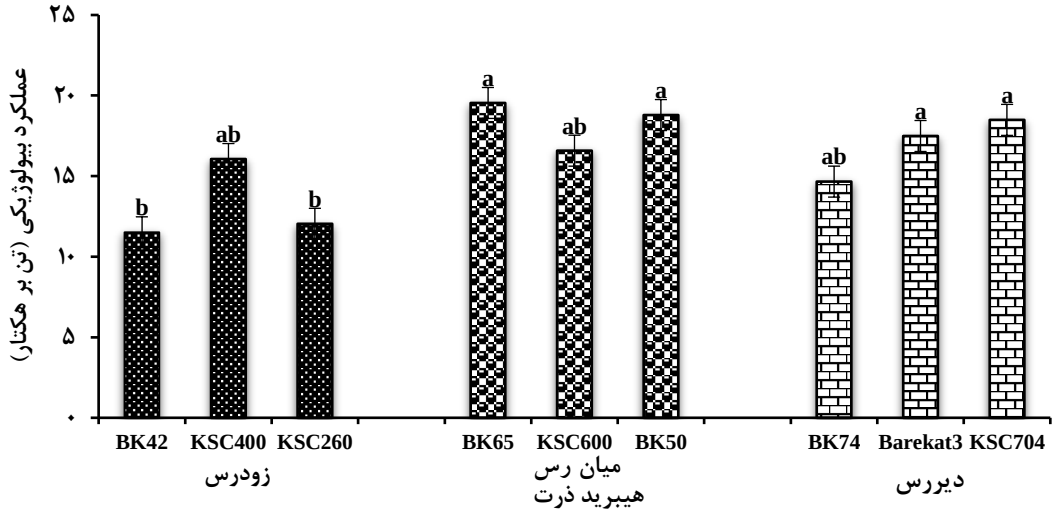
جدول ۶- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی (وزن خشک) ذرت علوفه‌ای (مقدار *p-value* محاسبه‌شده برای این تجزیه واریانس ۰/۰۲۲ می‌باشد)

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
عملکرد بیولوژیکی	واریته	۸	۱۹۹/۸	۲۴/۹۸	۳/۰۹۵*
	خطا	۱۸	۱۴۵/۳	۸/۰۷	
	کل	۲۶	۳۴۵/۱		
	ضریب‌تغییرات			۱۱/۷۲	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه‌شده می‌باشد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه عملکرد وزن خشک ذرت علوفه هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

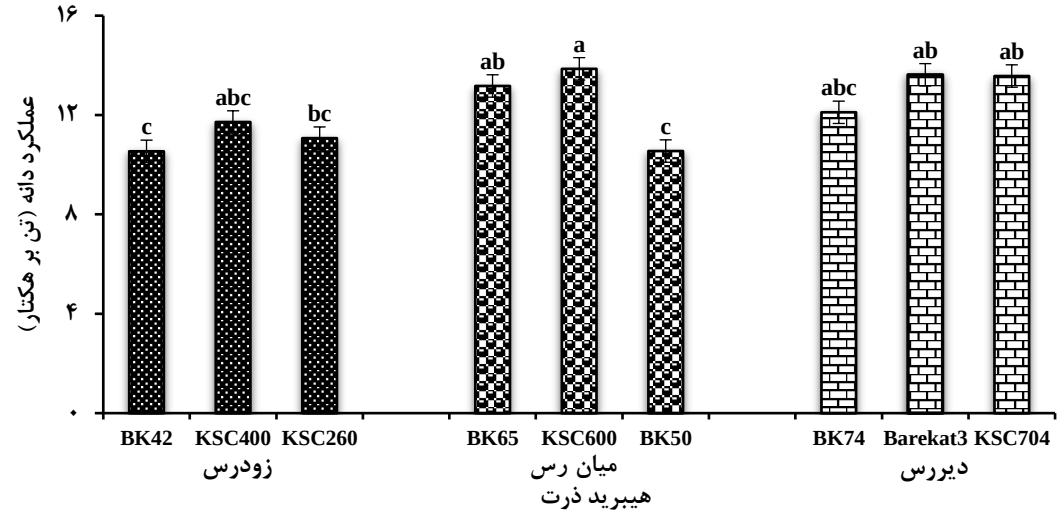
(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند)

جدول ۷- تجزیه واریانس عملکرد دانه

(مقدار *p-value* محاسبه‌شده برای این تجزیه واریانس ۰/۰۴۱ می‌باشد)

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
عملکرد دانه	واریته	۸	۴۳/۶۸	۵/۴۶	۲/۶۵*
	خطا	۱۸	۳۷/۰۷	۲/۰۶	
	کل	۲۶	۸۰/۷۵		
	ضریب‌تغییرات			۱۱/۷۲	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه شده می‌باشد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.



شکل ۴- مقایسه عملکرد دانه هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.)

Choukan *et al.* (2013) به‌منظور مقایسه عملکرد ۲۲ هیبرید ذرت تولید شده در خارج و داخل کشور ایران پژوهشی در هشت شهر مختلف کرج، شیراز، قراخیل قائمشهر، مغان، میاندوآب، دزفول، اصفهان و ایلام انجام دادند. هیبرید مشترک با پژوهش حاضر KSC704 بود که عملکرد دانه آن در شهر کرج ۹/۱۷ تن بر هکتار برآورد شد. Salemi *et al.* (2015) مطالعه‌ای به منظور بررسی کم‌آبیاری بر عملکرد دانه ذرت انجام دادند که در تیمار آبیاری کامل میزان عملکرد دانه ۹۴۵۰ کیلوگرم بر هکتار برآورد شد. همچنین Owusu *et al.* (2018) مطالعه‌ای برای ارزیابی عملکرد نسبی و پایداری بر ۴۵ ترکیب هیبریدی ذرت در محیط‌های مختلف انجام دادند. داده‌ها بر روی عملکرد دانه و سایر صفات زراعی برای هر مکان جمع‌آوری شد. نتایج آن‌ها نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

که ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی دارد.

بهره‌وری آب-بیولوژیکی

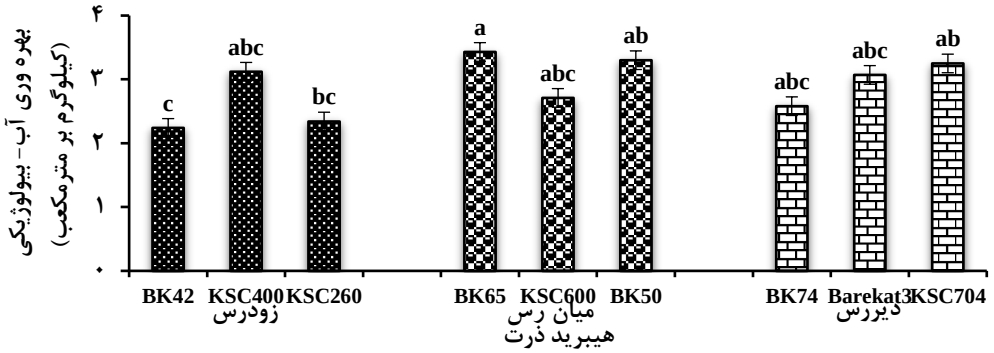
بهره‌وری آب-بیولوژیکی که با عملکرد وزن خشک در ارتباط است، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در ارقام مختلف را نشان نمی‌دهد (جدول ۸). با این‌حال مقایسه میانگین در ارقام مختلف ذرت صورت گرفته که در شکل (۵) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد هیبرید BK65 بالاترین بهره‌وری آب-بیولوژیکی را از بین تمامی هیبریدها دارا است که با هیبریدهای BK50، Barekat3، BK74 و KSC400 در یک گروه آماری قرار گرفته است. در این میان هیبرید BK42 پایین‌ترین بهره‌وری مورد نظر را به خود اختصاص داده است.

جدول ۸- تجزیه واریانس بهره‌وری آب-بیولوژیکی

(مقدار *p-value* محاسبه‌شده برای این تجزیه واریانس ۰/۰۶۹ می‌باشد)

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
بهره‌وری آب-بیولوژیکی	واریته	۸	۴/۶۱	۰/۵۸	۲/۲۹^{ns}
	خطا	۱۸	۴/۵۳	۰/۲۵	
	کل	۲۶	۹/۱۴		
	ضریب‌تغییرات			۱۱/۷۲	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه شده می‌باشد، ns اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.



شکل ۵- مقایسه بهره‌وری آب-بیولوژیکی هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.)

بهره‌وری آب-دانه

بر اساس آزمون دانکن مقایسه میانگین بهره‌وری آب-دانه در هیبریدهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۹). از آنجایی‌که هیبرید KSC600 از بالاترین عملکرد دانه برخوردار است از لحاظ بهره‌وری آب-دانه نیز در بالاترین سطح نسبت به دیگر هیبریدها قرار گرفته‌است (شکل ۶). اما با هیبریدهای KSC400، KSC260، KSC704، BK65 و Barekat3 در یک گروه آماری قرار گرفته و با آن‌ها اختلاف معنی‌داری ندارد. طبق مطالعه Nagore *et al.* (2017) حداکثر مقدار بهره‌وری آب-دانه در هیبریدهای جدید (۲۵ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر) بیشتر از هیبرید قدیمی (۲۳ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر) است. بهره‌وری آب-دانه بیشتر در هیبریدهای جدید با عملکرد دانه بالاتر در تمامی رژیم‌های آبی مشاهده شد که نتیجه پوشش گیاهی بزرگ-تر در این هیبریدها بود. همچنین، Aliabadi *et al.* (2015) در پژوهشی بهره‌وری آب ذرت بذری را در سه سامانه آبیاری نشتی، سنترپیوت و قطره‌ای را ارزیابی کردند؛ که به‌ترتیب میانگین بهره-وری آب برای عملکرد دانه در سه سامانه آبیاری فوق برابر با ۰/۴۲، ۰/۴۶ و ۰/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد. در مطالعه‌ای دیگر Kiani and Mosavat (2015) تاثیر آبیاری یک در میان آب شور و شیرین بر بهره‌وری آب گیاه ذرت را بررسی کردند. در تیمار بدون تنش میانگین دو سال بهره‌وری آب دانه ۲/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد.

جدول ۹- تجزیه واریانس بهره‌وری آب-دانه

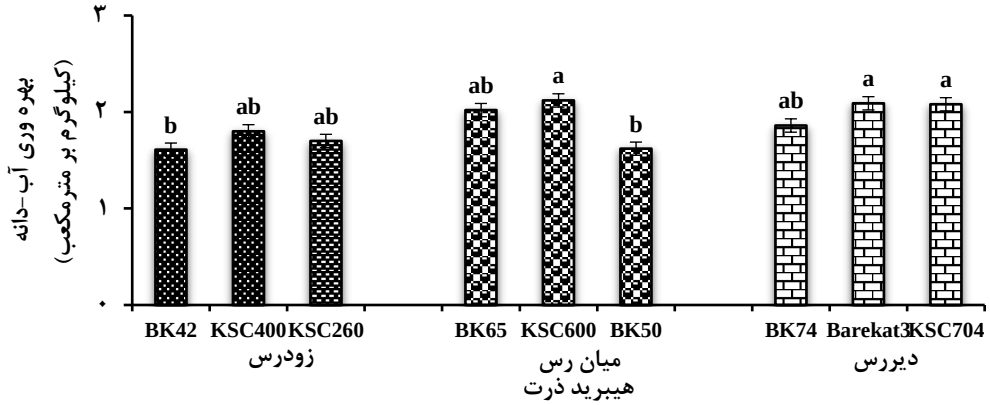
(مقدار *p-value* محاسبه‌شده برای این تجزیه واریانس ۰/۰۴۲ می‌باشد)

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
بهره‌وری آب-دانه	واریته	۸	۱/۰۳	۰/۱۳	۲/۶۳*
	خطا	۱۸	۰/۸۸	۰/۰۵	
	کل	۲۶	۱/۹۱		
	ضریب‌تغییرات			۱۱/۷۷	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه شده می‌باشد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. مقایسه بهره‌وری آب-دانه هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.)

بهره‌وری اقتصادی- علوفه

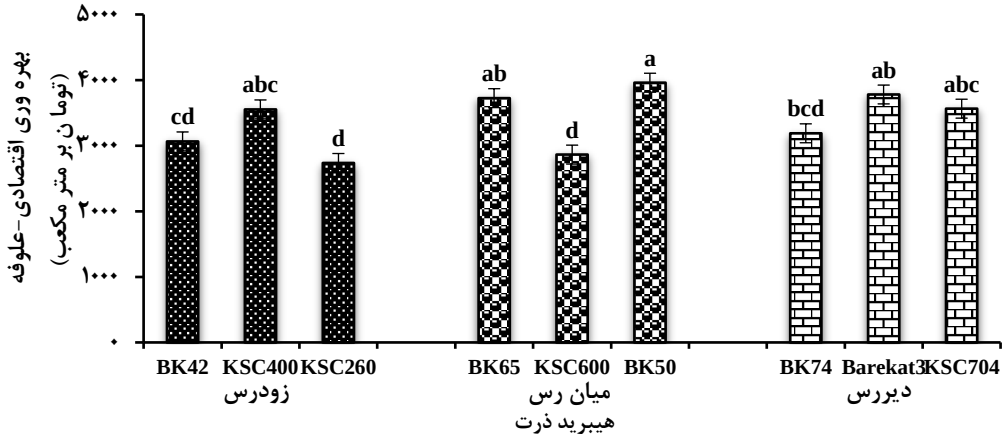
از آنجایی‌که جنبه اقتصادی بسیار حائز اهمیت است، در این پژوهش بهره‌وری آب از نظر اقتصادی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. گیاه ذرت به دو صورت علوفه و دانه به فروش می‌رسد. بنابراین، بهره‌وری اقتصادی به دو زیرمجموعه بهره‌وری اقتصادی- علوفه و دانه می‌شود. لازم به ذکر است به‌طور کلی در خصوص ذرت، سه عملکرد علوفه (تر)، بیولوژیکی (علوفه خشک) و دانه قابل گزارش است. اما در گزارش بهره‌وری اقتصادی، بهره‌وری اقتصادی- علوفه و بهره‌وری اقتصادی-دانه بررسی می‌شود. براساس آزمون دانکن مقایسه میانگین بهره‌وری اقتصادی-علوفه در هیبریدهای مختلف ذرت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱۰). قیمت ذرت علوفه بر اساس نرخ روز (قیمت تابستان سال ۱۳۹۶)، ۴۰۰ تومان در نظر گرفته شد. بر این اساس هیبرید BK50 با توجه بهره‌وری علوفه بالا، بیشترین بهره‌وری اقتصادی از نظر علوفه را نیز به خود اختصاص داد (شکل ۷). عملکرد علوفه هیبرید BK65 کمتر از هیبرید BK50 است اما عملکرد بیولوژیکی (خشک) هیبرید BK65 بیشتر از هیبرید BK50 است. از طرفی چون در بهره‌وری اقتصادی بیولوژیکی از عملکرد علوفه استفاده می‌شود لذا به همین دلیل است که بهره‌وری اقتصادی هیبرید BK50 بیشتر از هیبرید BK65 شده است.

جدول ۱۰. تجزیه واریانس بهره‌وری اقتصادی- علوفه

(مقدار *p-value* محاسبه‌شده برای این تجزیه واریانس ۰/۰۰۰۱۱ می‌باشد)

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
بهره‌وری اقتصادی-علوفه	واریته	۸	۴۴۸۶۰۶۲	۵۶۰۷۵۸	۸/۲۹**
	خطا	۱۸	۱۲۱۷۰۱۵	۶۷۶۱۲	
	کل	۲۶	۵۷۰۳۰۷۷		
	ضریب‌تغییرات			۷/۶۹	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه شده می‌باشد و ** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد است.



شکل ۷- مقایسه بهره‌وری اقتصادی علوفه هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.)

www.SID.ir

Archive of SID

بهره‌وری اقتصادی- دانه

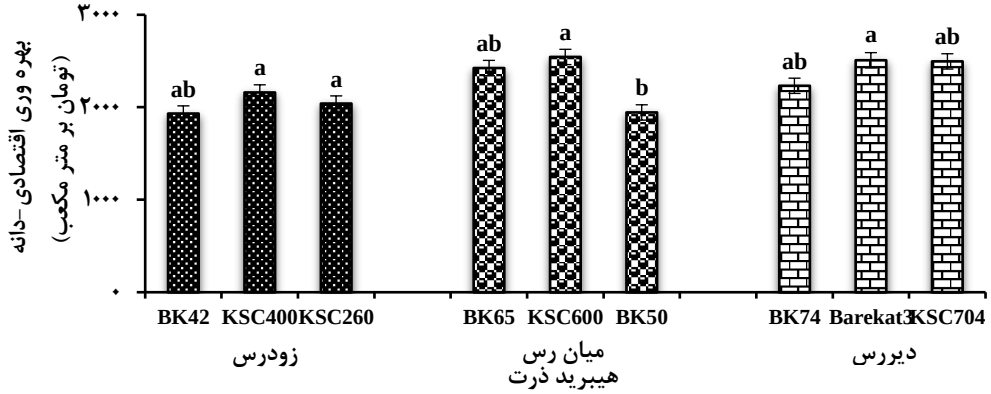
بر اساس آزمون دانکن مقایسه میانگین بهره‌وری اقتصادی-دانه در ارقام مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشان داده شده است (جدول ۱۱). نرخ روز ذرت دانه‌ای، کیلویی ۱۴۰۰ تومان با توجه به قیمت آن در تابستان سال ۱۳۹۶ در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است، هیبریدهای مختلف قیمت متفاوتی ندارند؛ اما از لحاظ بازارپسندی ممکن است در یک گروه نباشند. در این پژوهش بازارپسند بودن مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به مقایسه میانگین، هیبرید KSC600 بالاترین مقدار بهره‌وری اقتصادی-دانه را داشت (شکل ۸).

به‌طور کلی، بهره‌وری اقتصادی آب برای تولید علوفه در تمامی هیبریدهای بیشتر از بهره‌وری اقتصادی برای تولید دانه بدست آمد که نتیجه بسیار حائز اهمیت و کاربردی است.

جدول ۱۱- تجزیه واریانس بهره‌وری اقتصادی- دانه

صفت مورد مطالعه	SOV	df	SS	MS	F_s
بهره‌وری اقتصادی-علوفه	واریته	۸	۱۲۰۷۰۲۴	۵۶۰۷۵۸	۱/۵۶*
	خطا	۱۸	۱۷۳۶۴۶۶	۹۶۴۷۰	
	کل	۲۶	۲۹۴۳۵۳۰		
	ضریب‌تغییرات			۱۲/۷۹	

SOV منبع تغییرات، df درجه آزادی، SS مجموع مربعات، MS میانگین مربعات، F_s آزمون فیشر محاسبه شده می‌باشد * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.



شکل ۸. مقایسه بهره‌وری اقتصادی-دانه هیبریدهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

(نمادهای دارای یک حرف مشترک، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.)

نتیجه‌گیری

با توجه به این که سامانه آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌هایی است که دارای راندمان بالا بوده به‌طوری که علاوه بر حفظ یا افزایش عملکرد محصول، مقدار آب کاربردی را کاهش (از طریق کاهش تلفات نفوذ عمقی و تبخیر از سطح خاک) می‌دهد و در نتیجه آن، بهره‌وری آب افزایش می‌یابد. همچنین، ارزیابی تاثیر نوع هیبریدهای یک نوع گیاه مشخص بر عملکرد و میزان آب مصرفی به‌عنوان یک راهکار به‌زراعی حائز اهمیت است. بنابراین این مطالعه به‌منظور بررسی تاثیر هیبریدهای مختلف ذرت بر بهبود شاخص‌های بهره‌وری آب از جمله عملکرد، دانه و بیولوژیکی و نیز بهره‌وری اقتصادی با استفاده از آبیاری قطره‌ای-نواری انجام شد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد نوع هیبرید اثر معنی‌داری بر عملکرد و بهره‌وری آب-دانه داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، در میان هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید BK65 یک هیبرید میان‌رس است. به‌طور کلی هیبرید BK65 دارای بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۹/۵۴ تن در هکتار) و بهره‌وری آب- بیولوژیکی (۳/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و هیبرید KSC600 بیشترین عملکرد دانه (۱۳/۸۶ تن بر هکتار) و بهره‌وری آب-دانه (۲/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت. دلیل بالا بودن عملکرد بیولوژیکی هیبرید BK65 نسبت به دیگر هیبریدها رشد بیشتر قسمت رویشی نسبت به زایشی بود. همچنین به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن عملکرد دانه در هیبرید KSC600نسبت به سایر هیبریدها وجود دو بلال در یک بوته است که تنها مزیت آن نسبت به دیگر هیبریدهای مورد بررسی است. هیبرید KSC600 دانه‌های بسیار کوچکی نسبت به هیبریدهای دیگر دارد و به منظور ذرت آجیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیبرید BK42 کمترین عملکرد و بهره‌وری را داشت و با رقم KSC260 از عملکرد یکسانی برخوردار است. از آنجایی‌که ارزش هیبریدهای مختلف در بازار تفاوتی ندارد، نتایج بهره‌وری اقتصادی مشابه با عملکرد متناظر آن است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، تحلیل اقتصادی تاثیر نوع هیبرید ذرت بر درآمد کشاورز به منظور معرفی بهترین هیبرید اقتصادی برای کشت انجام شود.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار تبخیر-تعرق در هیبریدهای مختلف ذرت متفاوت است. بنابراین ضروری است مقدار ضریب گیاهی هیبریدهای مختلف ذرت در طول فصل رشد در تحقیقات آتی تعیین شود تا برنامه‌ریزی آبیاری دقیق‌تری برای این هیبریدها به منظور افزایش بهره‌وری آب انجام شود.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

Abdelraouf, R. E., El-Shawadfy, M. A., Ghoname, A. A. and Ragab, R. (2020). Improving Crop Production and Water Productivity Using a New Field Drip Irrigation Design. Plant Archives, 20(Suppl. 1): 3553-3564

Abdollahi, Y., Azizi, Kh and Khorgami, A. (2014). The effects plant density and cultivar on yield and yield component of corn (Zea mays L.), Journal of Agronomy Sciences, 4(5): 43.

Ahmadali, J. and Khalili, M. (2009). Study on Yield and Water Use Efficiency of Drip Tape and Furrow Irrigation Systems in Single and Two-Row Planting Systems of Grain Corn, Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 3(2): 71-78.

Ahmadi, K., Abedzadeh, H.R., Hatami, F., Abeshah, H. and Kazemian, A. (2019). Agricultural Statistics-crop year 2017-2018, 1:95p.

Akbari, S. and Nakhjavani Moghadam, A. (2010). Effect of Three Methods of Micro-irrigation and Irrigation Levels on Yield of Tomato, Journal of water and soil, 24(3): 574. (In Persian)

Aliabadi, H., Alizadeh, A. and Erfani, A. (2015). Energy and Water Productivity under Different Irrigation Systems, (Case Study of Corn in Jovain Agro-Industry), Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 9(4): 571-582. (In Persian)

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Almousawi, S. H. and Hassan, W. A. (2020). Evaluation of The Performance of Triple, Single Crosses and Their Inbred in Bred Lines of Maize Under Two Plant Population, Plant Archives. 20(1): 1705-1716.

AL-Rawi ,O.H.I.(2012). Genetic analysis in single and three- evaluation of the performance of triple, single crosses and their inbred in bred lines 1715 WAY crosses of maize. Ph.D. College of Agriculture-ALAnbar University. Field Crops Department. 139.

Al-Rubaie, M. A. and Al-Ubaidi, M. O. G. (2018). Response of Maize Yield and Yield Components to Tillage System and Plant Populations. The Iraqi Journal of Agricultural Science. 49(6): 944.

Ayars, J. E., Johnson, R. S., Phene, C. J., Trout, T. J., Clark, D. A. and Mead, R. M. (2003). Water Use by Drip-Irrigated Late-Season Peaches. Irrigation Science, 22(3-4): 187-194.

Azzeddine, C., Mostapha, B. B. and Houria, C. (2020). Influence of Regulated Drip Irrigation on Productivity and Physicochemical Traits of Tomato 'Tofane'under Hot Desert Climate. Journal of Horticultural Research. *1*(ahead-of-print).

Bender, R.R., J.W. Haegele, M.L. Ruffo and Below, F.E. (2013). Nutrient uptake partitioning and remobilization in modern transgenic insect-protected maize hybrids. Agronomy Journal, 105(1): 161-170.

Bostani. F., Mohammadi., H. and Moeinodini., Z. (2014). Consequences to Irrigation Groundwater Price and Quotas Policies in Fars Province (Positive Mathematical Programming Approach Corrected), Water Engineering, 7(20):65-78. (In Persian)

Choukan, R., Estakhr, A., Haddadi, H., Shiri, M. R., Anvari, K., Afarinesh, A., Darkhal, H. and Ghasemi S. (2013). Comparison of Yield of Foreign Maize Hybrids with Local Cultivars, Seed and Plant Improvment Journal, 29(4): 747-760. (In Persian)

Cockerham C.C. (1961). Implications of genetic variance in a hybrid-breedingprogram. Crop Science., 1: 47-52.

Dichio, B., Xiloyannis, C., Sofo, A. and Montanaro, G. (2007). Effects of Post-Harvest Regulated Deficit Irrigation On Carbohydrate and Nitrogen Partitioning, Yield Quality and Vegetative Growth of Peach Trees. Plant and Soil. 290(1-2): 127.

Eid, A.R. and Negm A. (2019). Improving Agricultural Crop Yield and Water Productivity via Sustainable and Engineering Techniques. Book Chapter in "Conventional Water Resources and Agriculture in Egypt. Hdb. Env. Chem. 74: 561–592

El-Habbasha, S.F., E.M. Okasha, R.E. Abdelraouf and Mohammed A.S.H. (2014). Effect of Pressured Irrigation Systems, Deficit Irrigation and Fertigation Rates on Yield, Quality and Water Use Efficiency of Groundnut, International Journal of ChemTech Research. 07(01): 475–487.

El-Metwally, I., R.E. Abdelraouf, M. Ahmed, O. Mounzer, J. Alarcón and Abdelhamid M. (2015). Response of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Crop and Broad-Leaved Weeds to Different Water Requirements and Weed Management in Sandy Soils, Agriculture. 61(1): 22-32.

Estakhroye, A., Hooshmand, A., Boromand Nasab, S. and Khanjani, M. (2015). Water Use Efficiency and Harvest Index of Corn Affected by Partial Root-Zone Drying in The Kerman Area, Iranian Water Research Journal, 8(15): 103-113. (In Persian)

Grabow, G.L., Huffman, R.L., Evans, R.O., Dmisten K.E. and Jordan, D. (2004). Subsurface Drip Irrigation Research on Commodity Crops in North Carolina. Tech. Report, N.C. University, USA.

Huqin, W., Yanping, J., Yaohu, K., Wei, H., Shufang, J., Junli, T. and Wei L. (2012). Drip irrigation of waxy corn (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) for production in highly saline conditions. Agricultural Water Management. 104: 210-220.

Kiani, A. and Mosavat, A. (2015). Investigation of Alternate Irrigation Strategies Using Saline and Non-Saline Water On Yield and Water

www.SID.ir

Archive of SID

Productivity of Grain Maize in Drip Tape Irrigation, Iranian Journal of Soil and Water Research, 46(1): 1-10. (In Persian)

Kijne, J., Barker, R. and Molden, D. (2003). Improving Water Productivity in Agriculture Edirors Over in "J.W. Kijne, Barker, R. And D. Molden, Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement". CAB.

Li, X., Kang, Sh., Zhang, X., Li, F. and Lu, H. (2018). Deficit Irrigation Provokes More Pronounced Responses of Maize Photosynthesis and Water Productivity to Elevated CO2, Agriculture Water Management. 195**:** 71-83.

Marwa, M.A., R.E. Abdelraouf, S.A. Wahba, K.F. El-Bagouri and El-Gindy A.G. (2017). Scheduling Irrigation Using automatic Tensiometers for Pea Crop, Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Special issue: 19(5): 174-183.

Mehrpouyan, M., Farboodi, M., Ajali, J., Davoodi, F. and Jafari, A. (2014). Effect of Different Irrigation and Planting Methods On Water Use Efficiency and Some Seed Yield Characteristics in Three Pinto Common Bean Cultivars (Phaseolus Vulgaris L.), Agroecology Journal, 9(3): 73-83. (In Persian)

Mohammad Jani, E. and Yazdanian, N. (2014). The Analysis of Water Crisis Conjecture in Iran and The Exigent Measures for Its Management, 21(65): 117. (In Persian)

Nagore, M., Maggiora A., Andrade F. and Echarte L. (2017). Water Use Efficiency for Grain Yield in an Old and Two More Recent Maize Hybrids. Field Crops Research. 214: 185-193.

Owusu, G.A., Nyadanu, D., Mensah O., Amoah, A., Amissah, S. and Danso, F. (2018). Determining the Effect of Genotype×Environment Interactions, On Grain Yield and Stability of Hybrid Maize Cultivars Under Multiple Environments in Ghana. Ecological Genetics and Genomics. 9:7-15.

Pereira, L.S., Cordery, I. and Iacovides, I. (2012). Improved Indicators of Water Use Performance and Productivity for Sustainable Water Conservation and Saving, Agriculture Water Management, 108 (2012): 39–51.

Rabiee, Z., Honar, T. and Kazemi, A.R. (2013). Optimal, Simultaneous Land and Water Allocation Under Resource Limitation Conditions, Using Soil Water Balance (Case Study of Doroudzan Dam Irrigation and Drainage Network), Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 7(2): 159-166. (In Persian)

Rodríguez-Salazar, J., Suárez, R., Caballero-Mellado, J. and Iturriaga, G. (2009). Trehalose accumulation in Azospirillum brasilense improves drought tolerance and biomass in maize plants. FEMS Microbiology Letters, 296(1): 52-59.

Salemi, H.R., Tavakoli, A.R. and Heydari, N. (2015). Effects of Deficit Irrigation on Yield and Yield Components of Maize and Determining of Water Productivity in Nekuabad Isfahan Irrigation Network, Agroecology Journal, 6(4): 858-869. (In Persian)

Wang, J., Niu, W. and Li, Y. (2020). Effects of Drip Irrigation with Plastic on Photosynthetic Characteristics and Biomass Distribution of Muskmelon, Agriculture. 10(3): 84.

Xylogiannis, E., Sofo, A., Dichio, B., Montanaro, G. and Mininni, A. N. (2020). Root− to− Shoot Signaling and Leaf Water− Use Efficiency in Peach Trees under Localized Irrigation, Agronomy. 10(3): 437.

www.SID.ir