Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Study of yeild and physiological responses of corn new hybrids under irrigation volumes of drip irrigation

Alireza Saberi[1*], Alireza Kiyani[2], Madine Okati[3]

[1] Assistant Professor, Agronomy and Garden Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, Email: alireza_sa70@yahoo.com
[2] Professor, Engineering and technical research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, Email: akiani@yahoo.com
[3] Expert of Agronomy and Garden Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, Email: madineokati@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2021/06/27
Revised: 2021/08/01
Accepted: 2021/09/01

Keywords:
Proline
Water use efficiency
Varieties
Forage corn

ABSTRACT

Background and objectives: In order to ensure food security, food production should be doubled and unfavorable environments should be exploited in different ways. This can be made possible by expanding the cultivated area, increasing the production per hectare and improving the quality of the product. In addition, the increase in production per hectare during the second half of the last century has been related to the increase in yield per unit area. Plant production is strongly influenced by environmental stress. In the conditions of water shortage, the use of irrigation methods under pressure and the appropriate amount are considered to be effective options in increasing water productivity. Therefore, a study was conducted with the aim of determining the yield and efficiency of water consumption of fodder corn cultivars at different levels of irrigation, investigating the lack of irrigation on the physiological traits of fodder corn, identifying the effect of the interaction of lack of irrigation and variety on yield, water use efficiency and physiological characteristics of corn.

Materials and methods: An experiment was conducted during 2018 and 2019 in Gorgan agricultural research station to investigate the effect of deficit irrigation methods under drip irrigation condition on forage yield and physiological parameters of corn cultivars. The experiment was laid out in a randomized complete block design in form of split plot factorial experiment and replicated four times. Treatments were including three irrigation volumes [Irrigation at %100 (I1), %75 (I2) and %50 field capacity (I3)], as A factor, and varieties (SC704, SC705 and SC706) as B factor. In order to the development and management for Corn in summer season, the current study was conducted to find the effects of different varieties and irrigation on yield and physiological parameters of corn. Chlorophyll content was estimated using the method of Witham et al. (1986). Free proline concentration was determined by means of a rapid colorimetric method using an acid ninhydrin procedure developed by Bates et al. (1973). Data were analyzed using SAS. Treatment means were compared using LSD at the 95%probability level.

Results: Investigation of forage yield at irrigation treatment showed, the highest forage yield of I1 treatment was 50.06 ton ha-1, and reduced by %24.83 and %15.61 respectively when the irrigation interval was reduced by 75% to %50 field capacity. Comparison of fresh forage yield at varieties showed, fresh forage yield of single cross 705 with 45.65 ton ha-1 was%14.04 and %10.29 higher than single cross 704 and single cross 706

respectively. Interaction effect of irrigation value and variety showed, the most fresh forage production was belong treatment of single cross 705 and irrigation at %100 field capacity. Investigation of WUE of forage yield showed, irrigation at %75 field capacity with WUE of 7.94 kg m-3 fresh forage had the most WUE. The variety of single cross 705 with WUE of 7.38 kg m-3 fresh forage had greater WUE compared to other varieties. In the water scarcity condition, using deficit irrigation and appropriate cultivar are the most strategies to improve water productivity. The results derived from the irrigation study showed that despite the possibility of greater surface evaporation with light frequent irrigations, differentials of sorghum varieties and other indicators of plant water stress were found to be improved with low frequent irrigation. Irrespective of variety, intermediate irrigation regime had higher yield than the most frequently irrigated regime. Though, when comparing the three varieties, variety SC705 significantly produced higher dry forage in the main crop.

Conclision: The present findings recommended to cultivate SC705 variety in the Gorgan corn farms and suggest that corn farms should be irrigated at %75 field capacity.

Cite this article: Saberi, A.R, Kiyani, A.R., Okati, M. 2022. Study of yeild and physiological responses of corn new hybrids under irrigation volumes of drip irrigation. *Crop Production Journal*, 15(3), 61-78.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.19158.2431
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ۷۰۴، ۷۰۵ و ۷۰۶ ذرت تحت تاثیر مقادیر آبیاری به روش نواری تحت فشار

علیرضا صابری[1*]، علیرضا کیانی[2]، مدینه اکاتی[3]

[1] استادیار، بخش تحقیقات زراعی- باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران،
رایانامه: alireza_sa70@yahoo.com

[2] استاد، بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران،
رایانامه: akiani@yahoo.com

[3] کارشناس بخش تحقیقات زراعی- باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران،
رایانامه: madineokati@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰٤/۰٦
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۱۰

واژه‌های کلیدی:
ارقام
بهره‌وری
پرولین
ذرت علوفه‌ای

چکیده

سابقه و هدف: به‌منظور امنیت غذایی، تولیدات غذایی باید دو برابر شود و به روش‌های مختلف از محیط‌های نامساعد بهره برداری شود. این می‌تواند با توسعه سطح زیر کشت، افزایش تولید در هکتار و ارتقای کیفیت محصول میسر شود. به‌علاوه، افزایش تولید در هکتار طی نیمه دوم قرن گذشته مربوط به افزایش عملکرد در واحد سطح بوده است. تولید گیاهان شدیداً تحت تاثیر تنش‌های محیطی است. در شرایط کمبود آب استفاده از روش‌های‌آبیاری تحت فشار و رقم مناسب از گزینه‌های موثر در افزایش بهره‌وری آب محسوب می‌شوند. بنابراین، مطالعه‌ای با هدف تعیین عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام ذرت علوفه ای در سطوح مختلف آبیاری، بررسی کم آبیاری روی صفات فیزیولوژیکی ذرت علوفه‌ای، شناسایی نحوه تاثیر برهم‌کنش کم آبیاری و رقم بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و صفات فیزیولوژیکی ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها: این بررسی به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری با ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان به اجرا درآمد. در این پژوهش مقادیر آب آبیاری در سه سطح شامل آبیاری در حد ظرفیت زراعی (به‌عنوان تیمار شاهد)، تا ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در نوارهای افقی به عنوان عامل اول (A) و همچنین، تیمار رقم در سه سطح، شامل ارقام سینگل کراس ۷۰۵، سینگل کراس ۷۰٦ و سینگل کراس ۷۰٤، در نوارهای عمودی به عنوان عامل دوم (B) مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تفاوت بین اکثر صفات معنی‌دار بود. بررسی عملکرد علوفه در تیمارهای آبیاری نشان داد که عملکرد علوفه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد، ۵۰/۰٦ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار آبیاری ۷۵ درصد و ۵۰ درصد به‌ترتیب ۹/۰۹ درصد و ۲٤/۸۳ درصد برتری داشت. مقایسه عملکرد علوفه در ارقام نشان داد، بیش‌ترین تولید علوفه تر از رقم سینگل کراس ۷۰۵ با میانگین عملکرد ٤۵/٦۵ تن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به ارقام ۷۰٦ و ۷۰٤ به‌ترتیب ۱٤/۰٤ و ۱۰/۲۹ درصد عملکرد بیش‌تری داشت. برهم‌کنش مقدار آبیاری و رقم نیز حاکی از بیش‌ترین تولید علوفه تر از رقم ۷۰۵ در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد بود. در بررسی کارآیی مصرف آب تیمارهای آبیاری، تیمار مقدار آبیاری ۷۵

درصد ظرفیت زراعی با کارآیی ۷/۹٤ کیلوگرم بر متر مکعب علوفه تر تولیدی، بیش‌ترین بهره‌وری آب را داشت. رقم سینگل کراس ۷۰۵ نیز با تولید ۷/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به سایر ارقام کارآیی بالاتری در تولید علوفه داشت. در برهم‌کنش مقدار آبیاری و رقم، کم‌ترین مقدار پرولین به تیمار مقدار آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین μ molg^{-1}DM ۲۱/۳۳ در رقم ۷۰٦ و بیش‌ترین مقدار آن به تیمار مقدار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی با میانگین ۲۸/۳۳ در رقم ۷۰۵ اختصاص یافت. یعنی با کم شدن مقدار آبیاری، غلظت پرولین در برگ افزایش یافت. در برهم‌کنش دور آبیاری و رقم، بیش‌ترین مقدار شاخص کلروفیل برگ به تیمار دور آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین ۵۰/۵۳ در رقم ۷۰۵ و کم‌ترین مقدار آن به تیمار مقدار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی با میانگین ۳۹/۵۰ در رقم ۷۰٦ اختصاص یافت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، به منظور تولید علوفه در شهرستان گرگان ذرت هیبرید رقم ۷۰۵ مناسب است و آبیاری تا ۷۵ درصد ظرفیت زراعی توصیه می‌شود.

استناد: صابری، ع.ر.، کیانی، ع.ر. اکاتی، م. (۱٤۰۱). مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ۷۰٤، ۷۰۵ و ۷۰٦ ذرت تحت تاثیر مقادیر آبیاری به روش نواری تحت فشار. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۳)، ۷۸-٦۱.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.19158.2431

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

از میان مصرف‌کنندگان منابع آبی کشور، بخش کشاورزی با بهره‌گیری حدود۶۲ میلیارد مترمکعب، بیش‌ترین سهم را در استفاده از این منابع دارد، این در حالی است که به دلایل مختلف و به‌ویژه استفاده از روش‌های آبیاری سنتی، بهره‌وری آب کشاورزی طی یک دهه گذشته به‌طور متوسط ۳۵ درصد بوده است (۱-۰/۷ کیلوگرم ماده خشک برای هر مترمکعب آب). میزان بالای بهره‌وری آب کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته (٦٥ درصد معادل ۳ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب) و حتی دیگر کشورهای در حال توسعه (٤٥ درصد معادل ۲ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب)، سبب شده است که در سال ۱۳۹۰ ایران از نظر میزان بهره‌وری آب در بین ۱۲۳ کشور دنیا در رتبه پایین ۱۰۲ قرار بگیرد (۱). بهبود شیوه‌های مدیریتی آب و خاک در سال‌های اخیر باعث افزایش مقادیر بهره‌وری آب شده است، کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری‌های بارانی و قطره‌ای، با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، بهره‌وری آب را افزایش داده و به میزان ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب رسانده است (۲). مطابق هدف گذاری انجام گرفته، بهره‌وری آب باید تا سال ١٤٠٤ به ٦٠ درصد (۱/۷۰ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب) برسد (۱). در اغلب نقاط کشور محور کشاورزی را آب و آبیاری تشکیل می‌دهد. بنابراین، هم‌گرایی کلیه عملیات کشاورزی درجهت استفاده از آب و به حداکثر رساندن عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی **است** (۳). ذرت سومین گیاه مهم غله ای دنیا پس از برنج و گندم است. استفاده و تجارت ذرت در دنیا بیش‌تر به‌عنوان محصولی برای تغذیه دام است، اما یک جزء مهم سبد غذایی انسان نیز محسوب می‌شود (٤). سالیانه به‌طور متوسط، ١٦٠ میلیون هکتار از اراضی زراعی تحت کشت ذرت قرار می‌گیرد و حدود ۸۱۷ میلیون تن ذرت دانه‌ای تولید می‌شود. در ایران نیز سالیانه حدود ۲۱۰ هزار هکتار ذرت کاشته می‌شود که از این مساحت حدود ۱/۸ میلیون تن ذرت به‌دست می‌آید (٥). علی‌رغم سابقه نسبتاً طولانی کشت ذرت در استان گلستان، شرایط نامساعد آبی استان، به‌خصوص افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش نزولات آسمانی در سال‌های اخیر (٦) حفظ سطح زیر کشت کنونی ذرت دانه‌ای را با مشکل مواجه کرده است. کاهش محسوس سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در استان بیش از هر چیز به سبب کاهش منابع آبی زیر سطحی است. به‌دلیل خشکسالی‌های پیاپی، رودخانه‌های استان از ۲۰ درصد به ٤٣ درصد کاهش آورد آب داشتند. در کنار خشکسالی، تغییر اقلیم و افزایش دما موجب افزایش مصرف آب نیز شده است. به‌طوری‌که تنها طی سال‌های ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۸۵، سطح آب زیر زمینی دشت گرگان و گنبد در حدود ۱۵ متر افت کرده است (٦). همچنین، تغییرات شدید اقلیمی در مناطق مختلف استان نیز در این امر دخیل بوده است. کشت ذرت در استان گستان با مشکلات دیگری نیز مواجه است، به‌عنوان مثال، در زمان کشت پاییزه کشاورزان در سطح وسیعی اقدام به کشت گندم، جو و کلزا می‌کنند. بیش‌تر این کشاورزان در بهار به کشت گیاهان بهاره از جمله ذرت نیز روی می‌آورند. این رویکرد سبب تداخل آبیاری سایر گیاهان با ذرت می‌شود که نتیجه‌ای جز برخورد با مشکلات کم آبی آن هم در ابتدای فصل رشد ذرت را در پی نخواهد داشت. همچنین، اوج مصرف آب در گیاهان زراعی مانند سویا و صیفی‌جاتی نظیر گوجه فرنگی و سیب‌زمینی با شروع مرحله گلدهی در ذرت همراه است که مرحله بحرانی رشد گیاه بوده و نیاز آبی ذرت در حداکثر میزان خود است. علاوه بر این، درصورتی که اقدام به کشت دیرهنگام هیبریدهای دیررس گردد، زمان برداشت محصول مصادف با

کاهش دما می‌شود و این موضوع منجر به تعجیل زارعین در برداشت ذرت به صورت علوفه‌ای می‌شود. از جمله راه حل‌های مطرح شده در جهت کاهش نیاز آبی ذرت، کشت هیبریدهای متحمل است. از راه حل‌های دیگر که مبتنی برمدیریت مزرعه است، افزایش راندمان آبیاری و مهم‌تر از آن بهبود بهره‌وری مصرف آب است. آبیاری قطره‌ای به‌دلیل وارد کردن آب با دبی کم و با فراوانی زیاد، قادر است پتانسیل ماتریک خاک را در منطقه رشد ریشه گیاه بالا نگه دارد (۷). افزایش عملکرد هیبریدهای جدید ذرت نسبت به هیبریدهای قدیمی پدیده‌ای مشهود است، برخی پژوهش‌گران دلیل این پدیده را افزایش تحمل به تنش در هیبریدهای جدید نسبت به هیبریدهای قدیمی عنوان کرده‌اند. چوکان (۲۰۱۲) نیز با اشاره با بهبود عملکرد هیبریدهای جدید ذرت دانه‌ای در ایران نسبت به هیبریدهای قدیمی به‌دلیل استفاده از والدین برتر در تلاقی‌ها، بر لزوم جایگزینی تدریجی هیبریدهای قدیم با جدید تاکید کرده است (٤). این در حالی است که هیبرید قدیمی ۷۰٤ (سال معرفی ۱۳٤۹) هیبرید غالب در اکثر نقاط کشور است به‌طوری که حدود ٦٥ درصد تولید بذر ذرت کشور در سال ۱۳۹٤ را به خود اختصاص داده است. با توجه به طول دوره رشد طولانی این گیاه و نیاز آبی بالای آن و از دست دادن دیر هنگام رطوبت دانه و از طرف دیگر، حساسیت نسبی آن به بیماری سیاهک ذرت، نیاز به جایگزینی این هیبرید با هیبریدهای جدید و در دست معرفی که عموما به بیماری‌های ذرت نسبتا مقاوم بوده و نیاز آبی کم‌تری دارند، احساس می‌شود (۷). ساقه‌ها مهم‌ترین منبع کربوهیدرات‌ها در زمان پر شدن دانه‌ها هستند. تنش خشکی تاثیر مستقیم بر کاهش شاخص کلروفیل برگ گیاه دارد، با کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی میزان این ذخایر کم شده و ضمن اثر بر قطر ساقه، بر پرشدن دانه و در نتیجه وزن دانه‌ها و در نهایت بر عملکرد دانه اثر منفی می‌گذارد. کاهش تولیدات فتوسنتزی در مرحله زایشی از جمله دلایل کاهش طول و قطر بلال در این شرایط ذکر شده است (۸). ادیبو و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی اثر تنش اسمزی (٦- مگاپاسکال) در لاین‌های ذرت اظهار کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل (a+b) می‌شود. به‌طوری‌که این میزان کاهش نسبت به تیمار شاهد حدود ٤۰ درصد بود (۹). انجام و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین در هیبریدهای ذرت به این نتیجه رسیدند که در اثر تنش خشکی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی به سرعت میزان پرولین خود را افزایش می‌دهند (۱۰). کام و همکاران (۲۰۱۰) اثر سطوح مختلف تنش خشکی را بر میزان تجمع پرولین در دو هیبرید حساس و متحمل به تنش خشکی در ذرت بررسی کردند. میزان تجمع پرولین در سلول با افزایش شدت خشکی اعمال شده افزایش یافت (۱۱). اشرف و فولاد (۲۰۰۷) گزارش کردند، تنش رطوبتی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مرفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (۱۲). شدت خسارت خشکی به محصول، بسته به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (۱۳). بنابر جمع‌بندی نتایج پژوهش‌گران امکان صرفه‌جویی در آب با اعمال فناوری‌هایی مانند کم‌آبیاری به روش آبیاری قطره‌ای بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد گیاه وجود دارد، چگونگی صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی گیاه و استفاده از آب صرفه‌جویی شده در مناطقی که امکان افزایش زمین‌های زراعی وجود دارد، هدفی راهبردی برای ارتقای بهره‌وری آب است. با توجه به اهمیت محدودیت آب و لزوم مدیریت مناسب آب، پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر

مقادیر آبیاری روی عملکرد علوفه، بهره‌وری آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام ذرت به روش آبیاری قطره‌ای در استان گلستان انجام شد. در پژوهش حاضر، اقدام به مقایسه بهره‌وری مصرف آب هیبرید سنتی و متداول ۷۰٤ با هیبریدهای جدید ۷۰۵ و ۷۰٦ تحت سامانه‌های آبیاری نوین (قطره‌ای تیپ) شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد، برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، کارآیی مصرف آب و برهم‌کنش محیط و ارقام جدید ذرت در شرایط آبیاری قطره‌ای، این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. در این پژوهش مقادیر آب آبیاری در سه سطح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه در نوارهای افقی به عنوان عامل اول (A) و همچنین، تیمار رقم در سه سطح، شامل ارقام هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ (B73×MO17) به عنوان شاهد، هیبرید سینگل کراس ۷۰۵ (K3640/3×MO17) و هیبرید شاهد سینگل کراس ۷۰٦ (K3547/4×MO17)، در نوارهای عمودی به عنوان عامل دوم (B) مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۳). بافت خاک منطقه لوم رسی سیلتی است، سایر مشخصات فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش قبل و بعد از اجرا تعیین شد (جداول ۱ و ۲). در اوایل تیر ماه اقدام به شخم به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر شد، سپس دو دیسک عمود برهم زده شد و آنگاه براساس آزمون خاک و طبق توصیه بخش خاکشناسی مقدار کود محاسبه شد و کمبود آن بر مبنای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود، به مزرعه اضافه گردید (جدول ۱) و سپس دیسک زده شد. دو سوم باقی‌مانده کود اوره در مرحله ۵-۷ برگی ذرت همزمان با آبیاری پاشیده شد. از علف‌کش ارادیکان به میزان ۵ لیتر در هکتار چند ساعت قبل از کاشت مصرف گردید، سپس دیسک زده شد تا با خاک مخلوط شوند. با جوی و پشته ساز نیز پشته‌هایی به طول ۱۵٤ متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از هم دیگر ایجاد گردید. بعد از کاشت و قبل از سبز شدن علف‌کش‌های آترازین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار و آلا کلر (لاسو) به مقدار ٤ لیتر در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی در سطح مزرعه استفاده شد. آبیاری هر تکرار به‌صورت جداگانه با نصب کنتور صورت گرفت. در هر تکرار هر رقم در هر کرت شامل ٤ خط به طول ۵۰ متر بوده که با احتساب تراکم کشت ۷٦ هزار بوته در هکتار هر خط شامل ۲۵۰ کپه به فاصله ۱۷ سانتی‌متر منظور گردید. در هر کپه برای اطمینان از سبز شدن ۲ بذر کشت شد که پس از تنک در مرحله ٤-۵ برگی شدن ذرت فقط ۱ بوته باقی ماند. مساحت کرت برداشتی برای بررسی تولید علوفه بر مبنای دو خط وسط و حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت از سطح ۲۸ مترمربع بود. برای تعیین ماده خشک یک نمونه دو کیلوگرمی از علوفه تر هرکرت به‌مدت ٤۸ ساعت داخل آون گذاشته شد که در حرارت ٦۵ درجه سانتی‌گراد درصد ماده خشک به‌دست آمد. آب مورد نیاز گیاه با اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از هر آبیاری تا عمق توسعه ریشه گیاه و محاسبه کمبود رطوبت خاک (SMD) در تیمار بدون تنش (S1I1) به شرح رابطه ۱ برآورد گردید و بر این اساس آبیاری انجام شد.

رابطه ۱: $$SMD = (\theta_{FC} - \theta_i)B_d D_r$$

رابطه ۲: $$CPD = \frac{TP}{TW_c}$$

در این رابطه، SMD، عمق آب آبیاری (mm)، θ_{FC} و θ_i به‌ترتیب رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری (درصد وزنی)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم در مترمکعب) و Dr عمق ریشه گیاه (میلی‌متر) می‌باشند. در هر آبیاری با مرطوب کردن خاک اطراف ریشه، به آهستگی از خاک خارج و اندازه‌گیری شد. مزرعه به روش قطره‌ای (تیپ) آبیاری گردید. با استفاده از کنتور حجمی میزان مصرف آب مشخص گردید. در این پژوهش از شاخص بهره‌وری فیزیکی آب (Crop Per Drop =CPD) برای اندازه‌گیری کارایی مصرف آب استفاده شد. رابطه شماره ۲ چگونگی اندازه‌گیری این شاخص را نشان می‌دهد. در رابطه ۲، TP میزان محصول تولید شده (کیلوگرم در هکتار) و TWC حجم آب مصرف شده در هکتار است. بنابراین، CPD بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب است. بدیهی است هر چه میزان CPD در یک گیاه بیش‌تر باشد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است (۱۴). بنابراین، بهره‌وری مصرف آب با اندازه‌گیری عملکرد و آب کاربردی برای هر تیمار و از تقسیم دو پارامتر به هم، برآورد و سپس ارقام مختلف و همچنین نوع مدیریت آبیاری از نظر این شاخص مقایسه شدند. جهت استخراج و سنجش پرولین از روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد (۱۵). جهت اندازه‌گیری میانگین شاخص کلروفیل، از هر کرت دو بوته انتخاب و از کلیه برگ‌های گیاه در سه نقطه برگ (نوک، وسط و قاعده برگ) با استفاده از دستگاه SPAD-CL01 (HANSATECHCompany) میزان شاخص کلروفیل تعیین شد (۱۶). قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیل، به دلیل اینکه طرح تجزیه مرکب است، آزمون یکنواختی واریانس تیمارها بر اساس آزمون لوونی (Levene's Test) انجام شد و جهت ترسیم نمودار مربوطه از آزمون Univariate نرم‌افزار SAS (۱۷) استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش (عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر).

Table 1- Chemical properties of field soil before experiment performance (depth of 0-25 cm).

سال Year	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	گوگرد قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available S ($mg\ kg^{-1}$)	مواد خنثی شونده (درصد) TNV (%)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K ($mg\ kg^{-1}$)	کربن آلی (درصد) OC (%)
1397	1.3	7.5	4.7	2.1	0.09	8.8	232	0.9
1398	1.8	8	4.9	2.2	0.14	3.1	261	1.1

جدول ۲- بعضی از ویژگی‌های فیزیکی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش.

Table 2- Some physical properties of field soil before experiment performance.

سال Year	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	بافت خاک Soil Texture	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulck density ($g.cm^{-3}$)	درصد وزنی رطوبت در حد پژمردگی Wilting point % (w/w)	درصد وزنی رطوبت در حد ظرفیت زراعی Field capacity % (w/w)
1397	0-30	لوم رسی سیلتی (Silty Clay loam)	1.38 1.42	14.1 13.2	25.5 25.1
1398	30-60	لوم رسی سیلتی (Silty Clay loam)	1.32 1.41	13.9 13.1	25.2 24.7

جدول ۳- برخی خصوصیات زراعی ارقام ذرت مورد مطالعه.

Table 3- Some agronomic characteristics of studied corn varieties.

صفت	Characteristic	سینگل کراس ۷۰٤ SC 704	سینگل کراس ۷۰٦ SC 706	سینگل کراس ۷۰۵ SC 705
تیپ دانه	Grain type	D	D	DF
وزن هزار دانه (گرم)	1000 kernel weight (gr)	297	393.2	309
تعداد دانه در ردیف بلال	Number of seed in row	38.5	37.59	42
تعداد ردیف دانه در بلال	Number of row in ear	17.2	14.6	15.6
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height (cm)	203	176.7	191
ارتفاع تا بلال (سانتی‌متر)	Ear height (cm)	107	89.5	106
سال معرفی	Introduced year	1349	1391	1391
میانگین رطوبت دانه در زمان برداشت در مزارع تحقیقی ترویجی	Mean of grain moisture at harvest time in the research-extension fields	23.25	24.4	20.94
میانگین عملکرد دانه در مزارع تحقیقی ترویجی (تن در هکتار)	Mean of grain yield in the research-extension fields (Ton/ha)	11.188	12.280	12.617
واکنش به سیاهک معمولی ذرت	Response to common smut corn	نیمه حساس Sensitive moderate	نیمه مقاوم Moderate resistance	نیمه مقاوم Moderate resistance
واکنش به فوزاریوم بلال	Response to ear fusarium	نیمه مقاوم Moderate resistance	نیمه حساس Sensitive moderate	نیمه مقاوم Moderate resistance

جدول ٤- اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌هاشم آباد گرگان طی دو سال اجرای آزمایش (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸).

Table 4- Weather information of Hashem Abad-Gorgan staion during 2 years experiment (2018 & 2019).

Month	ماه	مجموع ساعات آفتابی (ساعت) Sum of sun shine (h)		مجموع بارندگی (میلی‌متر) Sum of rain (mm)		میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد) Mean of maximum temperature(◦C)		میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد) Mean of minimum temperature(◦C)	
		دوره Period		دوره Period		دوره Period		دوره Period	
		1397	1398	1397	1398	1397	1398	1397	1398
July	تیر	301.2	196.5	28.6	39.6	34.2	33.2	22.6	24
Agust	مرداد	193.7	225.6	24.8	7.8	34.8	42.1	25.6	18
September	شهریور	246	222.5	6.2	24.5	32.9	30.9	21.7	20.5
October	مهر	103.6	226.7	55.5	51.8	27.9	28.7	15.4	22.3
Novamber	آبان	162.5	161.9	36.2	37.3	20.6	21.4	10	10.9

نتایج و بحث

آزمون یکنواختی واریانس تیمارها بر اساس آزمون لوونی (Levene's Test) حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال پنج درصد و یکسان بودن واریانس بود.

عملکرد علوفه و تجمع ماده خشک: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، تاثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد علوفه تر و خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اختلاف بین هیبریدها نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش این دو تیمار (دور آبیاری × رقم) معنی‌دار نبود (جدول ۵). بررسی عملکرد علوفه تر در تیمارهای آبیاری نشان داد، عملکرد علوفه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد، ۵۰/۰٦ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار

آبیاری ۷۵ درصد و ۵۰ درصد به‌ترتیب ۹/۰۹ درصد و ۲٤/۸۳ درصد برتری داشت. مقایسه عملکرد علوفه در ارقام نشان داد، بیشترین میانگین عملکرد علوفه در رقم ۷۰۵ با میانگین عملکرد ٤٥/٦٥ تن در هکتار ثبت شد (جدول ٦) که نسبت به ارقام ۷۰٦ و ۷۰٤ به‌ترتیب ۱٤/۰٤ درصد و ۱۰/۲۹ درصد تولید بیش‌تری داشت. برهم‌کنش مقدار آبیاری و رقم نیز حاکی از بالاترین میزان عملکرد رقم ۷۰۵ در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد بود. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک در تیمارهای آبیاری نیز بیان‌گر افزایش ۱۳/۲۲ درصدی و ۲٦/۷۸ درصدی عملکرد در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری نسبت به تیمار ۷۵ درصد و ۵۰ درصد آبیاری بود. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک در ارقام نشان داد، عملکرد رقم ۷۰۵ با میانگین عملکرد ۹/۲۱ تن در هکتار نسبت به ارقام ۷۰٤ و ۷۰٦ به‌ترتیب ۷/۲٤ و ۱۰/۵۸ درصد افزایش داشت (جدول ٦). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های بیگلوئی و همکاران (۲۰۱٤) مبنی بر اینکه تجمع ماده خشک ذرت در اثر کمبود آب به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، مطابقت داشت (۱۸). به‌نظر می‌رسد که دلیل کاهش تجمع ماده خشک گسترش نامناسب و تداوم کم‌تر سطح برگ نسبت به گیاهان شاهد باشد (۱۹). نتایج حاصل از رفتار ماده خشک تجمعی نشان می‌دهد که کمبود آب سبب کاهش ماده خشک تجمعی گیاه ذرت می‌گردد که نتایج این پژوهش منطبق با آزمایش‌های فلاحی و همکاران (۲۰۱۳) است (۲۰). تفاوت ارقام از نظر رشد رویشی در شرایط تنش‌های محیطی اهمیت ویژه‌ای دارد و نشان‌دهنده توانایی گیاه در حفظ عملکرد خود با میزان کم‌تر آبیاری است، بنابراین، رقم ۷۰۵ را می‌توان برای تولید علوفه توصیه کرد که با نتایج تحقیق سلامتی و دانایی (۲۰۱۹) منطبق است (۲۱).

به‌کارگیری رقم مطلوب و نیاز دائمی به ارقام جدید حاکی از ضرورت تداوم کار به نژادی است (۲۲). چوکان و همکاران (۲۰۱٤) اعلام نمودند که رقم ۷۰۵ با عملکرد دانه ۱۲٤۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با رقم شاهد ۷۰٤ با تولید ۱۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، ٦۰۰ کیلوگرم در هکتار (۵/۱ درصد) افزایش عملکرد نشان داد (۲۳). اکبرنیا و همکاران (۲۰۱۵) اعلام نمودند که بیش‌ترین میانگین عملکرد زیست توده با ۳۰۳۲۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم ۷۰۳ و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۹۹۵۸ کیلوگرم در هکتار علوفه تر متعلق به رقم ۷۰٤ است (۲۳). در کنار ارقام فوق، رقم ۷۰۵ نیز از نظر عملکرد علوفه و اجزای عملکرد برتری خاصی نشان می‌دهد و به عنوان یک رقم پر محصول قابل توصیه می‌باشد (۲٤) که با یافته‌های این پژوهش هم‌خوانی داشت (جدول ۵). محدودیت آب در مناطق خشک و نیمه خشک، تعیین برنامه صحیح و دقیق برای آبیاری را الزامی نموده است. یکی از راه‌های مدیریت کمبود آب، توسعه ارقام و هیبریدهایی است که تحمل بیش‌تری نسبت به دوره خشکی داشته باشند (۷). برای شناسایی ارقام متحمل، ضمن ارزیابی عملکرد گیاه زراعی، استفاده از صفات فیزیولوژیک مرتبط با عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف توصیه شده است. رقم یکی از عوامل زراعی است که از طریق پتانسیل ژنتیکی، عملکرد را به‌طور معنی‌داری تحت اثر قرار می‌دهد (۲۵). سلیمانی فرد و همکاران (۲۰۱۱) اعلام نمودند کاربرد دور آبیاری ۷، ۱۲ و ۱۵ روزه در میزان شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌ای در هیبریدهای مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تجمع ماده خشک (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و میزان جذب خالص (NAR)

شاخص‌هایی هستند که معمولاً جهت ارزیابی توان گیاه و بهره‌وری از عوامل محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۶). در برهم‌کنش مقدار آبیاری و ارقام، نشان داد رقم سینگل کراس ۷۰۵ با بالاترین میانگین، توان حفظ عملکرد علوفه و شاخص‌های رشد را در آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی دارد و بیش‌ترین بهره‌وری را در آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی داراست. در حالی که رقم سینگل کراس ۷۰۶ برای تولید دانه بر سایر ارقام برتری نشان داد و بیش‌ترین کارایی مصرف آب را نیز در آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی داشت، که با یافته‌های فرخی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد (۲۷). فراهانی و اسمیت (۲۰۱٤) گزارش کردند ذرت در مراحل اولیه و انتهایی رشد نیاز کم‌تری به آب دارد، اما کاهش مصرف آب قبل از گلدهی تا دو هفته پس از آن، کاهش عملکرد در پی خواهد داشت (۲۸). استفاده از دور مناسب آبیاری با افزایش بهره‌وری آب در تولید برخی از محصولات زراعی از جمله ذرت موفقیت آمیز بوده است (۹).

دور مناسب آبیاری، استفاده بیش‌تر و بهتر از واحد حجم آب می‌باشد، زیرا این روش مبتنی بر کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کم‌ترین بازدهی را دارند (۲٦).

بهره وری آب: با توجه به اهمیت بررسی هم‌زمان عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر کارایی مصرف آب برای تیمارهای مختلف آبیاری محاسبه و ارائه شده است (جدول ٤). تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، تاثیر تیمارهای آبیاری بر کارایی مصرف آب به‌منظور تولید علوفه ذرت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و اختلاف بین هیبریدها نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش این دو تیمار (مقدار آبیاری × رقم)، سال × مقدار آبیاری، سال × رقم و سال × مقدار آبیاری × رقم معنی‌دار نبود (جدول ۵). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد مقادیر کارایی مصرف آب به‌طور متوسط (میانگین دو ساله) بین ٦/۰۲ و ۷/۹٤ کیلوگرم بر متر مکعب نوسان دارد. تیمار مقدار آبیاری ۷۵ درصد با تولید ۷/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب بیش‌ترین کارآیی را داشت. رقم ۷۰۵ با تولید ۷/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به سایر ارقام کارآیی بالاتری داشت. به این ترتیب کارایی مصرف آب را می‌توان ارتقا داد و به‌طور هم‌زمان برای صرفه‌جویی در آب مصرفی، آب آبیاری را کاهش داد. امروزه نیاز به یک ترکیب بهینه از تولید در واحد هکتار و تولید به ازای حجم آب مصرفی برای حصول غذای بیش‌تر با آب کم‌تر احساس می‌شود. به عبارت دیگر، اخذ عملکردی با ثبات و نه عملکرد حداکثر، به کارایی حداکثری مصرف آب کمک می‌نماید (۲۹). بررسی بهره‌وری آب در تولید علوفه نشان داد، برهم‌کنش ارقام در مقدار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه نسبت به آبیاری ۱۰۰ درصد پیشی گرفتند و این برتری در تولید علوفه برای رقم ۷۰۵ با میانگین ۷/۹٤ کیلوگرم بر متر مکعب کاملاً مشهود بود (جدول ٦). علی‌رغم کاهش مصرف آب در تیمارهای آبیاری به‌ویژه تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، کاهش عملکرد دانه به نحو چشم‌گیری اثر کاهش مصرف آب را تعدیل و روند کاهشی کارایی اقتصادی مصرف آب را در تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به آبیاری مرسوم ایجاد کرد که با نتایج ذاکر نژاد و همکاران (۱۳۹٦) منطبق است. در ضمن اثر سال در این صفت و بیش‌تر صفات بعدی مورد بررسی در این آزمایش معنی‌دار شد. این موارد می‌تواند ناشی از تغییرات عوامل اکولوژیکی و اختلاف در شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش باشد که در عمل کنترلی بر روی آن وجود ندارد (جدول ٤). برای جلوگیری از تکرار در ارائه نتایج مربوط به صفات مورد بررسی این موضوع قید نخواهد شد.

صفات فیزیولوژیکی: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که مقدار پرولین برگ تحت اثر مقدار آبیاری قرار گرفته و در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و این شاخص در بین ارقام در سطح ۵ درصد اثر معنی‌دار داشت. برهم‌کنش (مقدارآبیاری × رقم)، برهم‌کنش (سال × مقدار آبیاری)، (سال × رقم) و (سال × مقدار آبیاری × رقم) در سطح احتمال آماری مورد بررسی معنی‌دار نگردید (جدول ۵). نتایج بررسی و مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها حاکی از کم‌ترین مقدار پرولین (۲۲/۸۳ میکرومول بر گرم وزن خشک) در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری بود که به‌ترتیب ۲٤/۳۳ و ۲۷/۳۳ میکرومول در گرم ماده خشک در تیمار ۵۰ درصد و ۷۵ درصد آبیاری افزایش یافت و رقم ۷۰۵ با میانگین میکرومول بر گرم وزن خشک ۲۵/۷۲ بیش‌ترین تجمع پرولین را داشت. در برهم‌کنش مقدار آبیاری و رقم، کم‌ترین مقدار پرولین به تیمار مقدار آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین میکرومول بر گرم وزن خشک ۲۱/۳۳ در رقم ۷۰٦ و بیش‌ترین مقدار آن به تیمار مقدار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی با میانگین ۲۸/۳۳ در رقم ۷۰۵ اختصاص یافت (جدول ٦). با کم شدن مقدار آبیاری، غلظت پرولین در برگ افزایش معنی‌داری یافت، که با نتایج سایر پژوهش‌ها هم‌خوانی داشت. با این حال، میزان افزایش در هیبرید متحمل به خشکی به مراتب بیش‌تر از هیبرید حساس به تنش خشکی بود. این نشان می‌دهد که این مواد در تعیین نحوه پاسخ به شرایط تنش نقش مهمی دارند. محرم‌نژاد و همکاران (۲۰۱٦) با بررسی تنش اسمزی روی لاین‌های ذرت گزارش کردند که تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار پرولین در بین لاین‌های ذرت مورد مطالعه گردید. مشابه این نتایج هیبریدهای ۷۰۵ و ۷۰٦ که متحمل به تنش خشکی هستند، نسبت به هیبرید ۷۰٤ مقدار پرولین بیش‌تری داشتند (۱۵). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش درجه تحمل به خشکی در هیبریدها، توانایی تجمع اسید آمینه در آن‌ها نیز افزایش می‌یابد (۳۰). از آنجایی که اسیدهای آمینه ساختار اصلی کراتین هستند، طبیعتا افزایش پروتئین علوفه را در پی خواهد داشت که منجر به افزایش کیفیت علوفه تولیدی خواهد شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد شاخص کلروفیل برگ تحت اثر مقدار آبیاری قرار گرفته و در سطح یک درصد معنی‌دار شد و این شاخص در بین ارقام در سطح پنج درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). در برهم‌کنش دور آبیاری و رقم، بیش‌ترین مقدار شاخص کلروفیل برگ به تیمار دور آبیاری شاهد در طول دوره رشد با میانگین ۵۰/۵۳ در رقم ۷۰۵ و کم‌ترین مقدار آن به تیمار مقدار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی با میانگین ۳۹/۵۰ در رقم ۷۰٦ اختصاص یافت (جدول ٦).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ذرت سیلویی تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و ارقام در دو سال آزمایش.

Table 5- ANOVA on yield and some physiological characteristic of forage corn varieties as effected by irrigation frequency.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS					
		پرولین Proline	کلروفیل Chlorophyll	مقدار مصرف آب Irrigation volume	عملکردعلوفه خشک Dry forage yield	بهره وری آب برای تولید علوفه تر WUE of forage yield	عملکردعلوفه تر Fresh forage yield
سال Year	1	6.685^{ns}	174.240 ns	86162320.8**	9.360 **	3.316 ns	64.325 ns
سال×تکرار Year×Replication	4	70.296**	58.925 ns	15899026.4**	8.124 **	0.9636 ns	90.642 ns
آبیاری Irrigation	2	111.685**	382.88 **	338226.4ns	19.141**	1.647 *	898.21 **
سال×آبیاری C×T	2	0.018ns	76.074 ns	357263.9	0.469 ns	0.184 ns	12.926 ns
خطای الف Error a	8	6.129	20.620	927068.1*	0.625	1.022	94.607
رقم Variety	2	19.018*	186.50 ns	927068.1*	4.434 **	4.049 *	156.07 *
سال×رقم Year× variety	2	0.0008 ns	60.018 ns	6.129	0.271 ns	0.064 ns	1.296 ns
خطای ب Error b	8	6.129	20.620	101867.4^{ns}	0.625	1.022	94.607
آبیاری× رقم Irrigation× variety	4	0.018ns	42.972 ns	101867.4^{ns}	0.871 ns	0.565 ns	15.518 ns
آبیاری × رقم× سال ×Irrigation×Year Variety	4	0.0185ns	29.268 ns	203740.929	0.448 ns	0.031 ns	4.358 ns
خطای پولد شده (نوع ب)$^{+}$ Polded Error		6.165	92.86		1.944	1.618	114.483
خطای کل Total Error	24	5.296	38.416	196100.9	0.487	0.556	38.836
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		10.28	14.28	9.71	11.71	10.83	15.63

ns غیر معنی‌دار، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد است. $^{+}$ به علت اینکه برهم‌کنش دوگانه و سه گانه معنی‌دار نشده است، میانگین مربعات آن‌ها در خطای نوع ب ادغام گردید.

**,* and ^{ns} are significant at 0.01, 0.05 level and non-significant, respectively. Because of non-significant of double and triple interaction, their means polded at b error.

جدول ٦- مقایسه میانگین عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ارقام ذرت، تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری (دو ساله).

Table 6- Mean camparison on yield and some physiological characteristic of forage corn varieties as effected by irrigation frequency (2 years).

تیمار Treatment	پرولین (میکرومول بر ماده خشک) Proline molg^{-1}DM) (µ	کلروفیل (SPAD) Chlorophyll	مقدار مصرف آب (متر مکعب بر هکتار) Irrigation volume (m^3 ha^{-1})	عملکردعلوفه خشک(کیلوگرم در هکتار) Dry forage yield (kg ha^{-1})	بهره وری آب برای تولید علوفه تر(کیلوگرم بر متر مکعب) WUE of forage yield (kg m^{-3})	عملکردعلوفه تر (تن در هکتار) Fresh forage yield (ton ha^{-1})
			آبیاریIrrigation			
At %100 Field capacity	22.388 c	47.94 a	5535.0 a	9.741 a	7.22 a	50.06 a
At %100 Field capacity	24.333 b	43.50 a	4489.7 b	8.603 b	6.64 b	40.70 b
At %100 Field capacity	27.322 a	38.72 c	3659.4 c	7.683 b	6.78 ab	36.25 b
LSD(0.05)	1.583	4.264	304.65	0.48	0.513	4.55
			Variety رقم			
SC 704	24.666 ab	39.88 b	4334.4 a	8.588 b	6.81 b	41.37 ab
SC 705	25.722 a	46.23 a	4561.4 ab	9.210 a	7.38 a	45.63 a
SC 706	23.654 ab	44.05 ab	4788.3 a	8.229 b	6.44 b	40.01 b
LSD(0.05)	1.579	4.264	304.65	2.063	0.513	4.55
			Variety× Irrigation			
%100 Irrigation× SC 704	22.343 a	41.33 a	5201.66 a	9.655 a	6.751 a	48.01 a
%100 Irrigation× SC 705	23.500 a	53.50 a	5535.00 a	10.161 a	6.918 a	52.36 a
%100 Irrigation× SC 706	21.333 a	49.00 a	5868.33 a	9.408 a	6.677 a	49.82 a
%75 Irrigation× SC 704	24.353 a	42.50 a	4369.16 a	8.764 a	7.099 a	40.46 a
%75 Irrigation× SC 705	25.331 a	44.33 a	4383.33 a	9.368 a	7.940 a	44.72 a
%75 Irrigation× SC 706	23.332 a	43.66 a	4716.66 a	7.677 a	6.625 a	36.93 a
%50 Irrigation× SC 704	27.329 a	35.83 a	3432.50 a	7.345 a	6.602 a	35.64 a
%50 Irrigation× SC 705	28.418 a	40.83 a	3765.83 a	8.101 a	7.297 a	39.86 a
%50 Irrigation× SC 706	29.011 a	39.50 a	3780.00 a	7.602 a	6.026 a	33.26 a
LSD(0.05)	3.481	4.235	248.75	0.392	0.418	3.71

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD($P\leq0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

Means within column followed by same letters are not significantly different at 5% level (LSD Test)

علت این موضوع توسعه بهتر ریشه و حفظ محتوای نسبی آب برگ در رقم ۷۰۵ نسبت به سایر ارقام در شرایط کمبود آب بود. نتایج مطالعه لک (۲۰۱۳) نشان داد که جهت ساخت کلروفیل در برگ محتوای نسبی آب برگ بایستی بالا باشد. کاهش شاخص کلروفیل در سایر ارقام در این شرایط بر اثر عدم حفظ محتوای نسبی آب برگ و جذب مواد معدنی از خاک که موجب کاهش بیش‌تر میزان شاخص کلروفیل برگ نسبت به رقم ۷۰۵ می‌گردد (٦). طریق‌الاسلامی و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که کلروفیل برگ از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده فشار محیطی وارد بر گیاه از جمله اثر کمبود آب می‌باشد. همچنین، غلظت کلروفیل به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. با کم شدن مقدار آبیاری، غلظت کلروفیل در برگ کاهش معنی‌داری یافت، علت کاهش شاخص کلروفیل به اثر رادیکال‌های آزاد ایجاد شده مربوط می‌شود که موجب از بین رفتن کلروفیل می‌گردد (۳۱). مددی و فلاح (۲۰۱۷) به این نتیجه دست یافتند که بیش‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به آبیاری مطلوب بود (۳۲)، اما در شرایط کمبود آب شاخص مقدار کلروفیل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج این پژوهش منطبق است.

نتیجه‌گیری کلی

شاخص‌های فیزیولوژیک رقم سینگل کراس ۷۰۵ مناسب‌تر از سایر ارقام بود و همچنین، عملکرد مطلوب‌تری با مصرف آب کم‌تر تولید کرد. در این پژوهش با توجه به نتایج به‌دست آمده در مصرف آب نیز صرفه‌جویی به عمل آمد و بیش‌ترین کارایی مصرف آب از رقم سینگل کراس ۷۰۵ در مقدار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی به‌دست آمد که مناسب‌تر از سایر ارقام در مقادیر مختلف آبیاری بود و از این‌رو، برای منطقه گرگان و به منظور تولید علوفه این رقم پیشنهاد می‌شود. این موضوع در کنار برتری میزان بهره‌وری مصرف آب این هیبرید تحت شرایط آبیاری نواری تحت فشار، بیان‌گر این است که جایگزینی این هیبرید به جای هیبریدهای متداول ذرت سیلویی به‌خصوص هیبرید ۷۰٤، نه تنها از نظر میزان بالای عملکرد علوفه و در نتیجه سود اقتصادی حاصل از کاشت آن برای زارعین، بلکه از نظر مصرف آب نیز مقرون به صرفه بوده و بنابراین، کشت آن در مناطق ذرت‌کاری استان قابل توصیه است. در مجموع از نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که با توجه به کاهش میزان بارندگی‌ها و محدود بودن منابع آبی، مقدار مناسب آبیاری، می‌تواند محدودیت‌های موجود را به حداقل برساند. به این معنی که گیاه، آب را در زمان مناسب و به همان اندازه مورد نیاز دریافت کند تا تلفات آب به حداقل ممکن برسد، ضمنا در شرایط کمبود آب می‌توان با پذیرش افت اندکی در عملکرد، مقدار آبیاری را با استفاده از نوار تیپ کاهش داد.

Reference

1. Hidari, N., Dehghani-Sanich, H. and M. Alaiy-Tafti. 2016. Water consumption and request management of agricultural in Iran. International committee of Iran drainage and irrigation publication, Iran, Tehran, 292 p. (In Persian)
2. Abbasi, F., Abbasi, N. and Tavakkoli, A. 2017. Water use efficiency at agriculture department. Stress and over view. Water Stab Dev. 4: 1. 141-144. (In Persian).
3. Emam, Y. and Gh. H. Ranjbar. 2000. Effect of plant density and drought tension at vegetative growth stage on yield and yield components and water use efficiency of grain corn. Agron Sci J. 2: 3. 53-61. (In Persian)

4. Chukan, R. 2012. Corn and its characteristic. Agricultural Research and Education Organization. Agricultural publication. 466 p. (In Persian).
5. USDA1, 2010, Agricultural statistics 2010 - National Agricultural Statistics. https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2010/2010.pdf. Agricultural Statistics, 2010 was prepared under the direction of Rich ... Page address is http://www.usda.gov/ and the NASS Home Page.
6. Hossini, S.M. 2009. Water source study of tank building and watery industry and using wall and determination of finishing related water price (Golestan case study). Final report of GLH-84030. Iran Water Source Management Company. Deputy of research and base studies of apply research design. (In Persian).
7. Shalhevet, J. 1994.Using water of marginal quality for crop production: major issues. Agric Water Manage. 25: 3. 233-269.
8. Lack, Sh. 2013. Physiological treats evaluation effective on corn grain yield at different irrigation levels, nitrogen and plant density. Crop physiol Sci J. 5: 19. 17-33. (In Persian)
9. Chukan, R., Shir-Khani, A., Afsharmanesh, Gh. R., Estakher, A., Sabzi, M. H., Darkhal, H., Najafinejad, H., Shiri, M. R., Afarinesh, A., Khavari-Khorasani, S., Mosavat, A., Haddadi, H., Zamani, M. and R. Moiini. 2014. New 706 corn hybrid with high yield. Res J Agron Garden. 2: 3. 241-251. (In Persian)
10. Moharramnejad, S., Sofalian, O., Valizadeh, M., Asgari, A. and Shiri, M.R. 2016. Response of antioxidant defense system to osmotic stress in maize seedlings. Fresen Environ Bullet. 25: 3. 805-811.
11. Adebayo, M. A., Menkir, A., Blay, E., Gracen, V., Danquah, E. and Hearne, S. 2014.Genetic analysis of drought tolerance in adapted × exotic crosses of maize inbred lines undermanaged stress conditions. Euphotic 196: 2. 261-270.
12. Anjum, S.A., Wang, L.C., Farooq, M., Hussain, M., Xue, L.L. and Zou, C.M. 2011. Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. J Agron Crop Sci. 197: 3. 177-185.
13. Chaum, S., Siringam, K., Juntawong, J. and Kirdmanee, C. 2010. Water relations, pigment stabilization, photosynthetic abilities and growth improvement in salt stressed rice plants treated with exogenous potassium nitrate application. Int J Plant Prod. 4: 3. 187-198.
14. Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ Exp Bot. 59: 2. 206–216.
15. Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO, Irrigation and drainage paper, No. 33, FAO, Rome, Pp: 1-57.
16. Ehsani, M. and Khaledi, H. 1382. Water use efficiency of agricultural water. International Committee of Iran Drainage and Irrigation (Power Ministry). (In Persian)
17. Bates, S., Waldern, R.P. and Teare, E.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
18. Oliveira, A.C.S., Coelho, F.C., Vieira, H.D., Crevelari, J.A. and Rubim, R.F. 2014. Growth, nutrient content and SPAD value of corn in monoculture and in intercropping. Am J Plant Sci. 5: 18. 2726-2733.
19. SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide. release. Release 9.0. 4th ed. Statistical Analysis Institute, Cary, NC.
20. Bigloiy, M.H., Kafi-Ghasemi, A., Javaher-Dashti, M. and M. Esfahani. 2014. Effect of irrigation regime on yield and forage quality of SC 704 in Rasht region. Ir. J. Crop Sci. 15: 3. 196-206. (In Persian)
21. Aminiyan, R., Tabasi, H.S., Habibzadeh, F. and S. Parsa-Mehr. 2018. Effect of phosphonate manure and relationship of some agronomy treat of two-grain corn hybrids at drought tension conditions. Sci Res J Crop Physiol. 10: 37. 5-20. (In Persian)

22. Fallahi, Gh., Hatami, A. and R. Naseri. 2013. Growth analysis of six corn hybrids under drought stress conditions. Crop ecophysiology scientific-research journal. Crop Ecophysiol Sci Res J. 7 : 26. 181-196. (In Persian)
23. Mahrokh, A. 2019. Response of yield and yield components of four-grain corn hybrids with different stomata resistant to drought stress. Ir. Crop Sci J. 50: 3. 97-108. (In Persian)
24. Sangolzadeh, N. and Shokohfar, A. 2017. Comparison of yields and yields components of grain corn varieties at different planting patterns. Agric Res B. 9: 1. 76-89. (In Persian).
25. Akbari-Niya, A., Dadashi, M.R. and H. Mokhtarpour. 2015. Effect of plant density on agronomy important treats of grain corn new hybrids in compare to HKSC704 in Goran region, Agron Res J. 7: 2. 134-143. (In Persian)
26. Shiri, M.R. and Bahrampour, T. 2015. Genotype and environment interaction effect analysis by applying GGE By plot at grain corn hybrid under different irrigation conditions. Cereal Res J. 5: 1. 83-94. (In Persian)
27. Chukan, R. 2012. Corn and its characteristic. Agricultural Research and Education Organization. Agricultural publication. 466 p. (In Persian)
28. Soleymanifard, A., Pourdad, S S., Naseri, R. and Mirzaei, A. 2011. Effect of drought stress on growth indices of sweet corn in rain fed conditions. J. Botany. 47: 327-340.
29. Farrokhi, Gh.R., Moaveni, P., Mozaffari, H., Majidi-harvan. E. and B. Sani. 2019. Effect of removing irrigation at different irrigation periods on yield and physiology indexes of four corn varieties. Crop physiol Sci J. 11: 43. 25-45. (In Persian)
30. Farahani, H. and Smith, W. B. 2014. Irrigation Making the case for frrigated corn. Clemson University Cooperative Extension. Available online at: http://www.clemson.edu/corn.html.
31. Saberi, A.R. and Kiyani, A.R. 2010. Effect of different planting patterns at furrowing alternative irrigation conditions on yields and some agronomical characteristics of sweet con (SC 403). Final Report of Golestan Agricultural Research Center. (In Persian)
32. Salemi, H., Tavakkoli, A. and Heidari, N. 2014. Effects of low irrigation on yield and yield component of grain corn and determination of water use efficiency at Esfahan Nko-abbad irrigation net. Agric Reg J. 6: 4. 858-869. (In Persian)
33. Salamati, N. and Danaiy, A.Kh. 2019. Effect of irrigation frequency on yield and yields components of grain corn new variety. J Soil Water Res. 50: 1. 189-199. (In Persian)
34. Nasrollazade-asle, V., Shiri, M.R., Moharamnezhad, S., Yosefi, M. and Baghebani, F. 2016. Effect of drought stress on biochemical and agronomical characteristic of three corn hybrids (*Zea mays* L). Crop physiol Sci J. 8: 32. 21-33. (In Persian)
35. Tarighaleslami, M., Kafi, M., Nezami, A. and Zarghami, R. 2017. Effect of could and drought stress interaction on chlorophyll index, leaf water content, electrolyte drift and yields changes of three-grain corn hybrids. 9: 23. 146-156. (In Persian)
36. Madadi, A. and Fallah, S.A. 2017. Effect of Jasmonic acid and hiuomic acid on drought stress balance at pollination stage of forage corn. Soil Water J (Agric sci Ind). 31: 5. 1396-1408. (In Persian)
37. Adiloglu, A., Talian, D.D., Abin, S., Davison, D. and Petersen, J.L. 2012. The Effect of Boron(B) Application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soils. Res J Agric Biol Sci. 2: 1-4.
38. Makumbi, D., Betraun, J.F., Baunziger, M. and Ribaut, J. M. 2011. Combining ability,
heterosis and genetic diversity in tropical maize (*Zea mays* L.) under stress and non-stress conditions. Euphytica. 180: 143-162.
39. Dayal, V., Dubey, A. K., Singh, S. K., Sharma, R. M., Dahuja, A. and Kaur, C. 2016. Growth, yield and physiology of mango cultivars as affected by

and moderate maturity of grain corn hybrids at final stage. Final report of seed and plant improvement institute. Register number. 39983. (In Persian)

polyembryonic rootstocks. J Hortic Sci. 199: 186-197.

40. Chukan, R. 2011. Study and yield comparison and stability of late maturity