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

The effects of plant density and irrigation management on forage production of quinoa and forage sorghum

Alireza Saberi[1*]

[1] Corresponding Author,Assistant Professor Agronomy and Horticultural Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, Email: alireza_sa70@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2023-10-3
Accepted: 2024-6-2

Keywords:
Irrigation frequency
Crop variety
Biomass
Forage production
Soil salinity

ABSTRACT

Background and objectives: To reduce the food insecurity, crop production will have to be doubled. This can be achieved by expanding the area of crop production, increasing per hectare yield and improving crop quality. Furthermore, during the second half of the past century, rise in per hectare crop productivity was due to improved or high yield potential. The productivity of plants are strongly influenced by environmental stresses. In the water scarcity condition, using deficit irrigation and appropriate cultivar are the most strategies to improve water productivity. A new generation of dry-tolerant forage varieties would allow for landscape development in stresses environments and where fresh water is limited or not available for irrigation. Hence, the present study was to design with the following objectives: To determine yield and morphogical parameters of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and forage sorghum (*sorghum bicolor*), varieties at different levels of irrigation and plant densities.

Materials and methods: A field experiment was conducted during 2015 and 2016 at Aghghala salinity station. The experiment was laid out in a randomized complete block design in the form of factorial split plot factorial experiment and replicated four times. At this research effects of irrigation frequency at four levels (irrigation after 5, 10, 15 and 20 days), and plant density at three levels (11.1, 16.7 and 33.3 plants per m^2) on quinoa (Santa Maria and Sajama Iranshahr) and verities of KFS3 and Speed feed sorghums were investigated. Sowing date was the time of soil temperature reaching to 12 °C which was done in the first year on March 17 and in the second year on March 19 and the harvesting date was the time of 5% flowering of each plot. Data were analyzed using SAS. Treatment means were compared using LSD at the 95% probability level.

Results: Results showed that, the difference in most treats between treatments was significant. Investigation of dry forage yield at irrigation treatment showed, irrigation every five days interval with dry yield of 6.01 ton ha^{-1} had the highest yield and yield components of dry forage. With increasing plant density and decreasing irrigation frequency dry matter decreased but this decreasing mostly accurse at interaction effect of irrigation every 20 days interval and plant density of 333000 plant ha^{-1}. Plant density of 11.12 plants per m^2 with yield of 4.98 ton ha^{-1} had the highest yield. The suitable

treatment was variety of Santa Maria at 11.1 plants per m^2 with dry yield of 4.77 ton ha^{-1} had the highest dry yield and variety of Speed feed sorghum at plant density of 33.3 plants per m^2 with yield of 2.53 ton ha^{-1} had the less ranking.

Conclusions: In general, in order to high quantitative yield irrespective of variety, most frequently irrigation had higher yield than less and intermediate irrigation regime. Though, when comparing the four varieties, quinoa (Santa Maria variety) significantly with dry yield of 4.42 ton ha^{-1} produced higher dry forage yield. The present findings suggest that in semiarid environments (where saving water is important) it seems that increasing irrigation frequency is effective for good stand establishment in the saline soils could be insured if proper management is applied in the farms.

Cite this article: Saberi, A.R. 2024. The effects of plant density and irrigation management on forage production of quinoa and forage sorghum. *Crop Production Journal*, 17 (1), 81-98.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.21796.2602
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تـولیـد گیـاهـان زراعـی
شـاپا چـاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸

بررسی تولید علوفه کینوا و سورگوم علوفه‌ای تحت تاثیر دور آبیاری و تراکم بوته

علیرضا صابری[1*]

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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۳/۱۳

واژه‌های کلیدی:
دور آبیاری
رقم زراعی
زیست توده
تولید علوفه
شوری خاک

چکیده

سابقه و هدف: با کاهش امنیت غذایی، تولید غذا باید دو برابر شود، این موضوع با توسعه اراضی تحت کشت یا افزایش عملکرد کمی و کیفی در هکتار میسر خواهد شد، به‌علاوه در طی نیمه دوم قرن گذشته افزایش در تولید محصولات زراعی و باغی از طریق بالفعل نمودن ظرفیت عملکرد در هکتار محقق شده است. تولید گیاهان قویا تحت تاثیر تنش های محیطی قرار می-گیرد. در شرایط کمبود آب، استفاده از روش‌های کم آبیاری و ارقام مناسب مهمترین راهبرد افزایش بهره وری از آب هستند. معرفی ارقام گیاهان علوفه ای مقاوم به شرایط سخت و دشوار زمینه تولید در مناطقی که با فقدان یا محدودیت آب شیرین مواجه هستند را فراهم نموده است. لذا این بررسی با اهداف تعیین عملکرد و صفات مرفولوژیکی ارقام کینوا و سورگوم علوفه ای در سطوح مختلف آبیاری و تراکم گیاهی. انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ بصورت فاکتوریل کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری آق‌قلا در استان گلستان اجرا شد. در این پژوهش اثرات تیمار تراکم بوته (۱۱/۱، ۱٦/۷ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) و همچنین دور آبیاری با چهار سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ روز یک‌بار) بر عملکرد ماده تر و خشک و برخی صفات مورفولوژیکی کینوا (Santa Maria و Sajama Iranshahr) و ارقام اسپید فید و KFS3 سورگوم علوفه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. تاریخ کاشت زمانی بود که درجه حرارت خاک به ۱۲ درجه سانتی‌گراد رسیده بود که سال اول ۱۷ اسفند و سال دوم ۱۹ اسفند انجام شد و زمان برداشت (کل بوته های کرت) موقع ۱۰٪ گلدهی در هر کرت بود. برای تعیین عملکرد بعد از حذف حاشیه ها، برداشت از سطح ٦ متر مربع انجام شد. داده ها با نرم افزار SAS تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین تیمارها از طریق LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، تفاوت بیشتر صفات تحت تیمارهای آزمایشی معنی دار بودند. بررسی اثرات اصلی عملکرد علوفه خشک در تیمار آبیاری نشان داد، آبیاری هر ۵ روز یکبار با میانگین علوفه خشک ٦/۰۱ تن در هکتار بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد علوفه خشک را داشت. با

افزایش تراکم گیاهی و کاهش دور آبیاری، ماده خشک کاهش یافت اما این کاهش اکثرا در تراکم ۳۳۳۰۰۰ بوته در هکتار و آبیاری ۲۰ روز یکبار اتفاق افتاد. در بررسی اثرات ساده تراکم ها، تراکم ۱۱/۱۱ بوته در هکتار با میانگین عملکرد ماده خشک ٤/۹۸ تن در هکتار بیشترین تولید را داشت. رقم کینوای سانتا ماریا در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در هکتار با بیشترین عملکرد ماده خشک (٤/۷۷ تن در هکتار) تیمار مناسب بود و سورگوم رقم اسپید فید در تراکم ۳۳/۳ بوته در متر مربع در پایین ترین رتبه قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: در مجموع صرف نظر از رقم، در آبیاری ۵ روز یکبار عملکرد بیشتر بود و در آبیاری متوسط و آبیاری کم عملکرد کاهش یافت. در مقایسه ارقام نیز کینوا رقم سانتا ماریا با عملکرد ماده خشک ٤/٤۲ تن در هکتار بیشترین تولید را داشت.با این یافته ها پیشنهاد می‌شود، افزایش دور آبیاری در نواحی نیمه خشک (که ذخیره آب مهم است) صورت پذیرد که در استقرار گیاه در این خاک‌ها موثر است و می‌تواند برای مدیریت مزارع مناسب باشد.

استناد: صابری، علیرضا. (۱٤۰۳). بررسی تولید علوفه کینوا و سورگوم علوفه¬ای تحت تاثیر دور آبیاری و تراکم بوته. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۷ (۱)، ۹۸-۸۱.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21796.2602

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

با شدت گرفتن روند کم آبی در جهان، خاک زمین‌های کشاورزی به سمت شور شدن هر چه بیشتر خواهند رفت. در چنین شرایطی، کاشت برخی گیاهان خوش خوراک علوفه ای و سازگار یافته با تنش‌های خشکی و شوری و همچنین استفاده از منابع آب غیر متعارف برای آبیاری، راه حل‌هایی نوید بخش برای حل مشکل کمبود علوفه در این مناطق به‌شمار می‌رود (۱). جهت کاهش تلفات آب و افزایش بهره‌وری، آبیاری در زمان مناسب توصیه شده است، ولی در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد نه زمین، می‌توان با آب موجود مساحت بیشتری را زیر کشت برد و اندکی کاهش عملکرد در هکتار را پذیرفت (۲). بشترین عملکرد کینوا در سراوان به‌ترتیب در تیمارهای۸۰،۵۰و۱۱۰میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده گردید، تیمار تنش خفیف نسبت به تنش ملایم ۲٤ درصد و از تنش شدید ۳/٤ برابر بیشتر عملکرد دانه را دارا بود (۳). حدود ٥٦ هزار هکتار از اراضی با شوری ۳۲-۱٦ دسی‌زیمنس‌برمتر در استان گلستان وجود دارد که برای کشت گیاهان زراعی معمول مناسب نیست. کشت گیاهان مقاوم به شوری مانند کوشیا، چغندرقند، پنبه، سورگوم و جو نیز یک روش موثر در استفاده از خاک‌های شور و قلیایی است(٤).

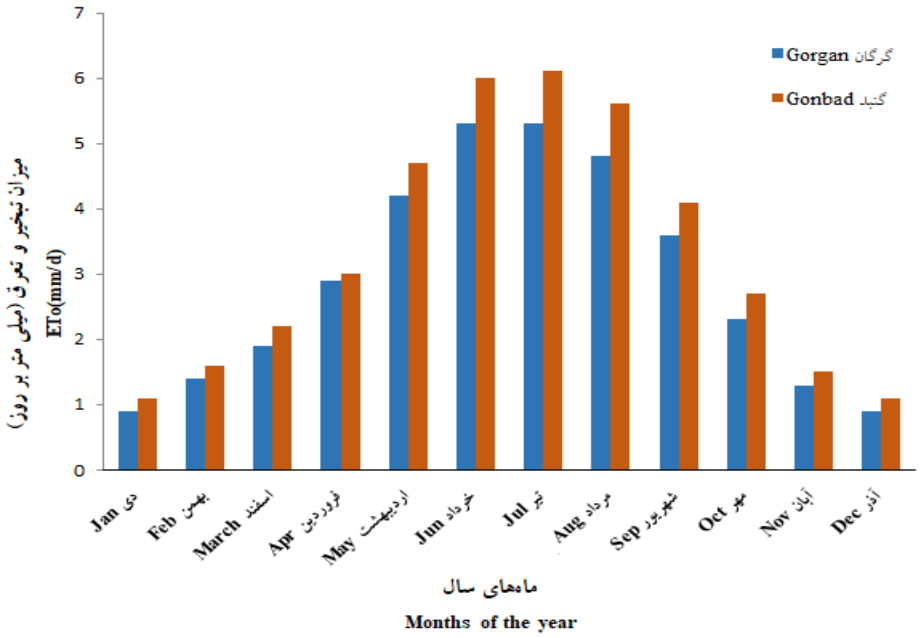
سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) معروف به "شتر گیاهان"، گیاهی است از خانواده غلات که منشأ آن آفریقا و جنوب آسیا است (٤ و ٥). این گیاه به‌علت تنوع ژنتیکی زیاد و داشتن ارقام پرمحصول در طی سال‌های متمادی طیف سازگاری خود را روز به روز با بهره‌گیری از اصلاح و تولید هیبریدهای جدید گسترش داده است. ازآن‌جائی‌که این گیاه از پتانسیل تولید بالا، ارزش غذایی مطلوب و قابلیت نگهداری به‌صورت خشک و سیلو برخوردار است، می‌توان با توجه به شرایط آب و هوایی و تنوع آن در اکثر نقاط کشور به‌گونه مطلوب در تأمین علوفه مورد نیاز دام از آن بهره جست (٦، ۷ و ۸). خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خاص سورگوم سبب شده است که به عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شود و جهت رشد و نمو و عملکرد بالا و قابل اعتماد حتی در شرایط سخت، نیاز آبی کمتری نسبت به سایر گیاهان زراعی داشته باشد. نحوه فعالیت سیستم فتوسنتزی آن، این گیاه را قادر ساخته است که نه تنها آب را بهتر جذب کند، بلکه به صورت مطلوب تری تلفات آب به اتمسفر را کاهش داده و حتی پس از یک دوره خشکی طولانی ١٤ روزه، روزنه ها بدون آسیب دیدن فعالیت مجدد خود را آغاز کنند (٤ و ۹). سطح زیر کشت سورگوم در جهان حدود ٤٥ میلیون هکتار، ۷٥ درصد آن در آسیا و آفریقا است. سطح زیر کشت آن در ایران ۳۷ هزار هکتار است (۲).

کینوا (Quinoa) یک گیاه زراعی است که قدمت ٥۰۰۰ ساله دارد، نام علمی آن *Chenopodium quinoa* wild. است و خاستگاه اصلی این گیاه آمریکای جنوبی است (۱۰). یکی از گیاهانی است که در ایران کمتر مورد بررسی قرار گرفته و از آن بهره برداری نشده است. کینوا به دلیل سازگاری بسیار بالا با شرایط آب و هوایی مختلف و نیاز کم به آب، قابلیت کشت گسترده در کشور را داراست و در مناطق با میزان بارش ۸۰ تا ٦۰۰ میلی‌متر قابل کشت است. کینوا گیاهی است که به خاطر دانه‌های خوراکی‌اش معروف است (۱۱) و به‌دلیل مزیت‌های اقتصادی کشت این گیاه، سازمان خواربار جهانی (FAO) سال ۲۰۱۳ را سال کینوا نام‌گذاری کرد (۱۲). در چند سال گذشته آزمایشاتی برای بررسی سازگاری این گیاه انجام شده و مجموع نتایج نشان داد که تولید و عملکرد رقم *Santa Maria* بیشتر بود. فراوانی و

پراکندگی بالای گونه‌های مختلف سلمک در منطقه موید سازگاری این گیاه به این نواحی است (۱۳). جهت افزایش تناژ در هکتار می‌توان تراکم در هکتار (میزان بذر مصرفی) را بالا برد (۱٤). سطح زیر کشت آن در جهان ۱۲۰ هزار هکتار و در ایران ۱۷۵ هکتار است (۱۵). بنابراین این تحقیق با هدف دستیابی به تراکم مطلوب و گونه مناسب گیاه علوفه‌ای تحت تیمار دور آبیاری اجرا شد.

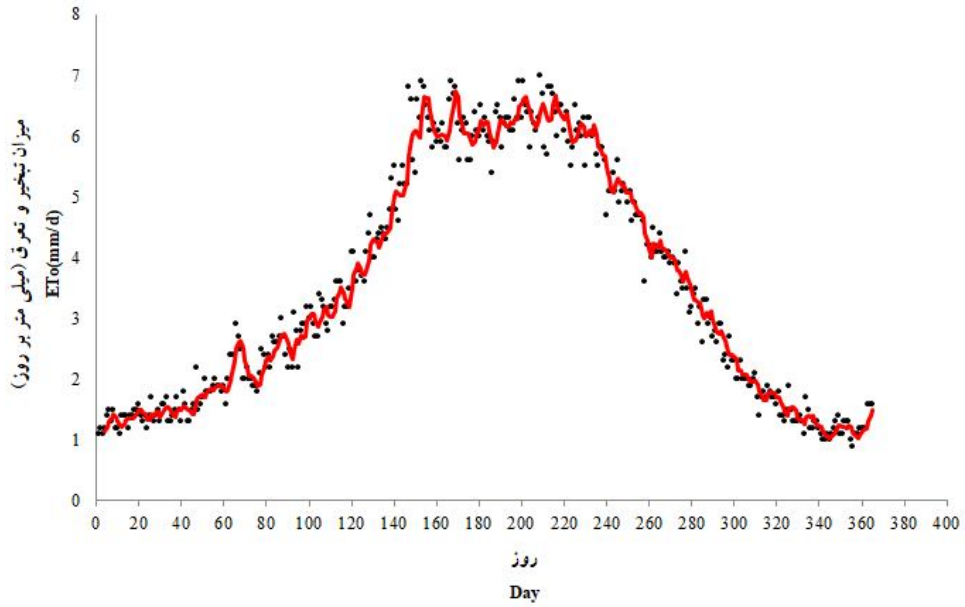
مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طی سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ در ایستگاه شوری آق قلا استان گلستان اجرا شد. این مکان در طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ´٤۲ °٥٤ شرقی و ´۱۲ °۳۷ شمالی و ۵ متر زیر سطح دریا قرار گرفته است میانگین بارندگی سالانه آن ۳۳۰ میلی‌متر است که بیش از ۸۰٪ آن در پاییز و زمستان دریافت می‌شود. مجموع میزان بارندگی در طول دوره کشت در سال اول ۱۷۲ میلی‌متر و در سال دوم آزمایش ۳۱۵ میلی‌متر بود .حداکثر دمای هوا در طول فصول کشت و کار ٤۱ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی این منطقه در سال اول ۷۱٪ و در سال دوم ۷۸٪ بود (شکل های ۱ و ۲).



شکل ۱- مقایسه طولانی مدت تبخیر–تعرق پتانسیل دو شهر گرگان و گنبد

Figure 1. Long time comparison of potential Gonbad and Gorgan evapotranspiration



شکل ۲- تغییرات طولانی مدت روزانه تبخیر تعرق بر مبنای ایستگاه هواشناسی گنبد

Figure 2. Long time daily variation of evapotranspiration in based of Gonbad metrology station

در این پژوهش اثرات تیمار تراکم بوته (۱۱/۱، ۱۶/۷ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) و همچنین دور آبیاری با چهار سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ روز یک‌بار) بر روی ارقام کینوا (Santa Maria و Sajama Iranshahr) و ارقام سورگوم علوفه‌ای (اسپید فید و KFS3) مورد بررسی قرار گرفت. این ارقام از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز ملی تحقیقات شوری تهیه شدند. این تحقیق در ایستگاه شوری وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان انجام شد. با عنایت به وجود زهکش در اراضی مکان اجرای پروژه، شوری خاک (EC=14-16 $dS.m^{-1}$) قطعه زمین مورد نظر با انجام آبیاری یکنواخت شد. پس از پخش کودهای شیمیایی (برمبنای محاسبه ۱۴۰ گرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۸۰ گرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار اوره) مورد نیاز بر اساس آزمون خاک (جدول ۱)، دیسک زده شد و با فاروئر پشته هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم دیگر ایجاد گردید. کاشت زمانی صورت گرفت که درجه حرارت خاک به ۱۲ سانتی‌گراد رسیده بود که همزمان با ۱۸ و ۲۱ام ماه اردیبهشت شد (به‌ترتیب برای سال اول و سال دوم اجرای پروژه). کاشت در هر تکرار در چهار خط به‌طول ۶ متر انجام شد. کاشت به‌صورت سری انجام شد، بعد از سبز شدن در مرحله ۴ تا ۶ برگی طوری تنک شدند که فاصله بوته ها روی ردیف برای تراکم های D_1، D_2 و D_3 به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی متر شود که به ترتیب تراکم های ۱۱/۱، ۱۶/۷ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع حاصل شد. تیمارهای I_1، I_2، I_3 و I_4 نیز به‌ترتیب انجام آبیاری در هر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز یک بار بود. برای اندازه گیری صفات مورد نظر اول مرداد ده بوته به‌طور تصادفی از هرکرت برداشت شدند. ابتدا سورگوم در مرحله ده درصد گلدهی (ارتفاع ۱۶۵ سانتی متری) برداشت شد، پس از ۲۱ روز کینوا به مرحله ده درصد گلدهی رسید و برداشت شد. برداشت نهایی بعد از حذف حاشیه ها از سطح ۶ متر مربع در هر کرت انجام شد و میزان عملکرد علوفه تر بصورت یک چینه (چین اول) محاسبه شد. تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار SAS نسخه ۹

انجام شده و داده‌های دو ساله مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند. در خاتمه تیمارهای مناسب از طریق آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معرفی شد. میانگین رطوبت کینوا در زمان برداشت ۲۱ درصد و رطوبت سورگوم ۱۹ درصد بود. برای تعیین ماده خشک یک نمونه دو کیلوگرمی از علوفه تر از هر کرت به آون منتقل شد و در حرارت ٦٥ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت خشک شد تا درصد ماده خشک به‌دست آید.

جدول ۱- ویژگی های ارقام مورد آزمایش

Table 1. Veraity properties of the experimental field

ژنوتیپ (Genotype)	وزن خشک کل (تن در هکتار) Total dry weight (ton. ha-1)	وزن خشک ساقه (تن در هکتار) Stem dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک برگ (تن در هکتار) Leaf dry weight (ton. ha^{-1})	تعداد پنجه یا شاخه جانبی Number of branch	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	تعداد پنجه Nomber of tiller	طول دوره رویش (روز) Growing diuration (Days)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)
اسپید فید	5.44	2.75	2.63	-	1.84	7	118	121.41
KFS3	5.27	2.71	2.57	-	1.30	9	123	114.43
Santa Maria	3.87	1.93	1.66	8.46	0.75	-	115	108.23
Sajama Iranshahr	3.76	1.97	1.62	7.35	0.72	-	112	103.94

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که تیمارهای آبیاری و رقم روی تمام صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی دار شدند. تیمار تراکم روی تمام صفات مورد بررسی در سطح پنج درصد؛ ولی روی صفت تعداد شاخه جانبی یا تعداد پنجه فرعی در سطح یک درصد معنی دار شد. اثرات برهمکنش آبیاری در رقم و تراکم در رقم روی تمام صفات مورد ارزیابی در سطح یک درصد معنی‌دار شد، آبیاری در تراکم هم روی تمام صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی دار شد.

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که ارتفاع بوته از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر سطوح آبیاری و رقم قرار گرفت ولی تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد روی ارتفاع اثر معنی دار گذاشت (جدول۲). در بین سطوح آبیاری، تیمار تناوب ۵ روزه آبیاری با میانگین ۱۲٦/۵ سانتی متر بالاترین و تیمار ۲۰ روزه با ۸٤/۹ سانتی متر کم‌ترین ارتفاع را دارا بود (جدول۳). همچنین بین ارقام مورد مطالعه بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب مربوط به کینوا رقم سانتا ماریا و سورگوم هیبرید اسپید فید با ارتفاعی معادل ۱۰۱/٤ و ۸۳/۹ سانتی‌متر بود (جدول ۳). افزایش میزان تراکم بوته افزایش ارتفاع را در پی نداشت (جدول ٤). علاوه بر آبیاری به‌موقع (آبیاری ۵ روز یکبار)، با کاهش تراکم مجددا ارتفاع افزایش یافت. برهمکنش بین سطوح کم آبیاری و ارقام مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته نشان داد که کینوا رقم سانتا ماریا در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع با ۱۰۲/۰۹ سانتی‌متر و سورگومرقم اسپید فید در تراکم ۱٦۱۱/۷ بوته در متر مربع با ۸۱/۰۱ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۵). با اعمال تیمارهای کم آبیاری از ۵ روز یکبار تا

۲۰ روز یکبار ارتفاع بوته، در برهمکنش با تراکم تحت تاثیر قرار گرفت و بیش‌ترین ارتفاع بوته به تیمار آبیاری کامل تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع تعلق داشت و کم‌ترین آن به تیمار آبیاری ۲۰ روز یکبار مربوط بود(جدول ۳). در مطالعه آلتونر و همکاران (۲۰۱۹) نیز ارقام کینوا تحت تاثیر محیط قرار گرفتند ولی ارتفاع بوته تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت. ارتفاع به عنوان صفتی در ارتباط با عملکرد می‌تواند پژوهشگران را در جهت افزایش میزان علوفه تولیدی کمک کند(۱۶). ارتفاع بوته از جمله صفت‌هایی است که در گیاهان علوفه‌ای همواره مورد توجه بوده است (۱۷).

قطر ساقه: قطر ساقه اصلی متاثر از تراکم و تناوب آبیاری و اثرات برهمکنش آنها بود، با افزایش تراکم میانگین قطر ساقه کاهش پیدا کرد؛ ولی با بالا رفتن تعداد دفعات آبیاری سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در قطر ساقه شد وافزایش قطر ساقه را به‌همراه داشت که با نتایج مصطفوی و همکاران، ۲۰۱۸ (۱۸) مطابقت داشت (جدول ٤). بررسی اثرات برهمکنش رقم در تراکم حاکی از بیشترین قطر ساقه رقم سانتاماریای کینوا در تراکم حداقل است. مطالعه اثرات برهمکنش رقم در تناوب آبیاری نیز بیانگر برتری همین رقم در تناوب آبیاری ۵ روز یکبار بود (جدول ۲). قطر ساقه از جمله صفاتی است که افزایش آن قابلیت هضم را کاهش داده همواره کیفیت تولید محصولات علوفه‌ای را با چالش مواجه کرده است. جهت تولید گیاهی با ارتفاع مناسب که در طول فصل رشد با مشکل خوابیدگی مواجه نشود وجود ساقه قوی و مستحکم اجتناب ناپذیر است. در این مطالعه علی‌رغم ارتفاع مناسب، قطر ساقه در اثر بالا رفتن دور آبیاری، تغییر معنی‌داری پیدا کرد. با افزایش دور آبیاری قطر ساقه کاهش بسیار کمی (حدود ۲ میلی‌متر) داشت (جدول۳) که با نتایج مصطفوی و همکاران (۲۰۱۸) و سالک معراجی و همکاران، (۲۰۲۱) همخوانی دارد (۱۸ و ۱۹).

تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی: اثر کم‌آبیاری، تراکم و رقم بر روی پنجه یا تعداد شاخه‌های جانبی در بوته معنی‌دار بود (جدول۲). در بین ارقام مورد مطالعه، رقم سورگوم KFS3 با ۸/۱٦ پنجه بیشترین و کینوا رقم سانتا ماریا با ۱/۱۵ کمترین تعداد شاخه فرعی را دارا بودند (جدول ۲). با افزایش تراکم از ۱۱/۱۱ به ۳۳/۳۳ بوته در متر مربع میانگین تعداد شاخه‌های جانبی در بوته ۵/۷ درصد کاهش یافت (جدول ٤). بطوریکه بالاترین میانگین تعداد شاخه‌های جانبی مربوط به سطح اول تراکم و با میانگین ۱٦/۸۵ بود که نسبت به سطح سوم تراکم ۲/۳۷ درصد افزایش داشت. روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در طول دوره رشد و نمو گیاهان در ارتباط با تیمارهای مختلف آبیاری حاکی از آن است که تیمار آبیاری کامل با تولید حدود ۱۷/٦۷ شاخه فرعی در بوته بیشترین شاخه را تولید کرد(جدول٤). افزایش میزان تنش آبیاری از ۵ روز به ۲۰ روز تعداد شاخه‌های جانبی را حدود ۱٤٪ کاهش داد (جدول۵)، این یافته با نتایج صالحی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۱). برهمکنش کم آبیاری و رقم از نظر تعداد شاخه‌های جانبی نشان داد که بین تیمارهای مختلف اختلاف آماری در سطح ۱٪ وجود دارد. کمترین تعداد شاخه‌های جانبی از کینوا (سانتاماریا) تیمار ۲۰ روز یکبار آبیاری بدست آمد که با یافته های مصطفوی و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد (۱۸). بررسی اثرات برهمکنش رقم در تراکم نشان داد سورگوم رقم اسپید فید در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع با ۷/۳۸ پنجه بیشترین تعداد پنجه را داشت (جدول ٦) و آبیاری ۵ روز یکبار در همین تراکم نیز نسبت به سایر تیمار ها ارجحیت داشت. تعداد شاخه جانبی می‌تواند به عنوان صفتی جهت افزایش درصد برگ و افزایش خوشخوراکی

علوفه مطرح باشد، زیرا این شاخه‌ها نسبت به ساقه اصلی در استحکام و نگهداری گیاه نقش کمتری داشته و از بافت‌های خشبی کمتری نیز برخوردارند (۲۰). گزارشات پژوهشگران در شرایط مختلف حاکی از توانایی بالای سورگوم در تولید شاخه‌های جانبی است (۲ و ۸). تحمل به شوری در گیاهان مرتبط با اثر اسمزی تنش شوری است، بطوریکه محصولات کشت شده در شرایط تنش ملایم شوری در طی چند هفته، ممانعت از توسعه شاخه-های جانبی موجب شده است (۲۱). هنگامی که غلظت نمک در ریشه زیاد می‌شود سرعت ظهور برگ‌ها کاهش یافته یا متوقف می‌شود و شاخه-های جانبی کمتری نیز شکل می‌گیرند، چون تنش موجب کاهش اندازه شکاف روزنه ها می شود و انتقال فراورده های گیاهی از برگ ها محدود یا متوقف می شود. بررسی‌های پیشین نشان داده است که تنش شوری باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در سطوح بالای تنش می‌شود (۲ و ۲۲). تنش شوری همچنین سبب کاهش ارتفاع و ظهور سریعتر گل آذین و در نتیجه تولید کمتر شاخه-های جانبی می‌شود (۲۳). زمانی که غلظت نمک در اثر کم آبیاری شدید (تناوب ٤ هفته یک بار) در اطراف ریشه گیاه تا آستانه تحمل افزایش می‌یابد سرعت رشد گیاه کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه توسعه شاخه‌های جانبی بسیار کند و یا متوقف شده و همچنین از ظهور شاخه‌های جانبی جدید ممانعت می‌شود (۲۲).

عملکرد ماده خشک و اجزای عملکرد: تیمارهای آبیاری، تراکم، رقم و اثرات برهمکنش دو جانبه آن‌ها روی عملکرد ماده خشک و اجزای آن در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). اثر تراکم به تنهایی بر صفات کمی علوفه از جمله وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه حاکی از برتری تراکم کم (۱۱/۱ بوته در متر مربع) نسبت به سایر تراکم ها است، تراکم متوسط (۱٦/۷ بوته در متر مربع) در اولویت بعدی قرار گرفت و تراکم زیاد، حداقل عملکرد را به-همراه داشت. آبیاری ۵ روز یکبار نیز حداکثر عملکرد را داشت و با افزایش تنش آبیاری بترتیب عملکرد کاهش یافت. در بین ارقام کینوا و سورگوم بترتیب دارای عملکرد بیشتری بودند و در این بین ارقام کینوا رقم سانتا ماریا در کلاس اول و سورگوم هیبرید اسپیدفید در کلاس آخر رتبه بندی شد (جدول۲). با افزایش تراکم کاشت ارقا کینوا در ایلام وزن هزار دانه کاهش یافت؛ اما افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۰۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه را از ۸٤/۲۲ کیلوگرم در هکتار به ۹/۲۹ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (۲۵). مقایسه میانگین برهمکنش رقم در تراکم بیانگر این است که کینوا رقم سانتا ماریا در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد ماده خشک را دارا بود (جداول ٤،۳ و ٦)، به‌عبارت دیگر با کاهش تراکم به‌دلیل استفاده بهتر از منابع، تا تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار ماده خشک کینوا افزایش یافت ولی این افزایش برای سورگوم تا تراکم ۱٦۷ هزار بوته در هکتار بود پس از آن احتمالا به‌دلیل رقابت شدید بین و درون بوته‌ای سبب کاهش عملکرد ماده خشک شد. برهمکنش آبیاری در تراکم حاکی از برتری عملکرد و اجزای عملکرد در تراکم های پائین و تیمارهای بدون تنش آبیاری بود یعنی تناوب آبیاری ۵ روز یکبار و تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع بیشترین تولید را داشت (جداول ۳ و ٤). نتایج بررسی و مقایسه ارقام کینوا در کرمان نشان داد، رقم Q12 به‌ترتیب با تولیدد۳۷/٤و۷/٦۲تن در هکتار علوفه تر و خشک بیشترین عملکرد و رقم Giza با تولید به‌ترتیب ۲٤/۹ و ٦/۳۹ تن در هکتار علوفه تر و خشک کمترین عملکرد را داشت(۲٦). از آنجا که سورگوم از گیاهان چهار کربنه است احتمالا افزایش درجه حرارت در حد مطلوب باعث افزایش میزان فتوسنتز و سرعت

رشد گیاه و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود. بالا بودن میزان ماده خشک تولیدی از جمله صفت-های مناسب برای تولید علوفه جهت سیلو کردن و همچنین نگهداری آن به‌صورت ماده خشک برای فصولی از سال است که علوفه تازه برای تغذیه دام در دسترس نیست. مقایسه درصد ماده خشک ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای که به‌ترتیب ۳۳ درصد، ۲۹ درصد و ۲۲درصد می‌باشد، آن را برای تولید علوفه مناسب می‌سازد (۱۰). از آنجایی که وارد کردن این گیاه به جیره غذایی دام تاثیر منفی در تولید دام ندارد، می‌توان بخشی از علوفه مورد نیاز دام را با استفاده از منابع آب و خاک شور تامین نمود (۲۲). بررسی ها نشان داده است که بارندگی زمستانه می‌تواند موجب شسته شدن نمک در لایه سطحی خاک شده و از این نظر شرایط مساعدی را برای کشت گیاهان شورزیست فراهم کند (۹). افزایش عملکرد در آبهایی با هدایت الکتریکی بالاتر ممکن است به دلیل استفاده بیشتر گیاه از یون‌ها در تنظیم اسمزی نسبت به آبیاری با آبی که هدایت الکتریکی کمتری دارد، باشد (۱۰). کم کردن فواصل آبیاری در شرایط شور دارای مزایای مشابه با کم کردن فواصل آبیاری در شرایط غیر شور دارد (۲۲ و ۲۳). به‌طورکلی با توجه به صفت-های مناسب علوفه‌ای کینوا (۲۶)، مقاومت بسیار بالای آن به تنش شوری، عملکرد قابل قبول آن در شرایط نامناسب محیطی می‌توان از این گیاه به‌عنوان یک گزینه مناسب در تولید علوفه بهره جست.

نتیجه‌گیری نهایی

یکی از پایدارترین روش‌های محافظتی در اکوسیستم های بیابانی تولید گیاهان هالوفیت با استفاده از آب و خاک شور به منظور تامین علوفه جهت تغذیه دام در این مناطق می‌باشند. در این مناطق جهت بهره برداری از خاک و آب شور، می‌توان از گیاهانی مانند کینوا استفاده نمود. با توجه به صفات مناسب علوفه‌ای کینوا، مقاومت بسیار بالای آن به تنش شوری، عملکرد قابل قبول آن در شرایط نامناسب محیطی می‌توان از این گیاه به‌عنوان یک گزینه مناسب در تولید علوفه بهره جست. کشت با تراکم کمتر به دلیل در اختیار بودن شرایط محیطی مناسب و نور کافی نقش زیادی در افزایش عملکرد علوفه ایفا می‌کند، گیاه در تراکم مناسب توانسته است سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی ساخته شده را به تک بوته‌ها منتقل کند. افزایش عملکرد علوفه در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع نسبت به دو تراکم دیگر را می‌توان به دلیل توزیع مناسب بوته‌ها در واحد سطح دانست. ضمنا در این تراکم، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته و در نهایت عملکرد تک بوته افزایش یافت، اما با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، اجزای عملکرد کاهش یافت و افزایش تعداد بوته در واحد سطح نتوانست کاهش عملکرد در واحد سطح را جبران نماید. نتایج نشان داد با کاهش تراکم و آبیاری به موقع تا تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار ماده خشک کینوا افزایش یافت ولی این افزایش برای سورگوم تا تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار بود. تیمار مناسب کینوا رقم سانتاماریناى در تراکم ۱۶/۱۶ بوته در متر مربع و آبیاری ۵ روز یکبار با عملکرد ماده خشک ۴/۳۷ تن در هکتار بود. رقم سورگوم KFS3 در همین تراکم و تناوب آبیاری با عملکرد ماده خشک ۳/۳ تن در هکتار در اولویت بعدی رتبه بندی شد. بنابراین توصیه می‌شود به منظور افزایش تولید علوفه کینوا در تراکم پیشنهادی شامل تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار با فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر با مساعدت سازمان جهاد کشاورزی در سطح وسیع‌تری کشت شود تا با ترویج مناسب توسعه پیدا کند.

جدول ۲- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 2. Soil physical and chemical properties of the experimental field

بافت خاک	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	بر (میلی گرم در کیلوگرم)	اسیدیته	حجم ظاهری (درصد)	نقطه پژمردگی دایم (درصد)	ظرفیت مزرعه (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
Soil texture	K (mg/kg)	P (mg/kg)	N (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Z n(mg/kg)	B (mg/kg)	pH	Bd (g/cm-3)	PWP (%)	FC (%)	OC (%)	EC (dS m^{-1})
Silty-loam	380	11.9	0.13	3.7	3.1	0.4	1.9	5.8	1.47	11.8	22.5	1.5	14.73

FC and PWP = Gravimetric soil water content at field capacity and permanent wilting point, respectively; Bd = Bulk density; EC = Soil extract electrical conductivity.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مطالعه شده مرتبط با تولید کینوا و سورگوم علوفه‌ای (۱۳۹۴-۱۳۹۵)

Table 3. Analysis Varian's for studied traits related to production of Kochia, Quinoa and Forage sorghum (2014-2015

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Heighit	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه جانبی Number of branch	وزن خشک برگ Leaf dry weghit	وزن خشک ساقه Stem dry weghit	وزن خشک کل Total dry weghit
سال	Year	1	636.34 **	137.04 **	182.84 **	3783.78 **	12.496 **	597748.3 **
سال در تکرار	Year×Replication	3	0.42 **	0.16 **	0.089 **	108.28 **	0.128 **	706.73 **
آبیاری	Irrigation	3	157.12 **	43.84 **	34.94 **	198.83 **	1.16 **	51462.19 **
سال در آبیاری	Year×Irrigation	3	25.31 **	2.11 **	2.25 **	4.93 **	0.18 **	18483.82 **
خطا	Error	42	9.59 **	0.10 **	0.17 **	0.13 ns	0.08 **	371.25 **
تراکم	Density	2	15.02 *	2.04 *	1.70 *	45.08 **	0.8 *	199.78 *
آبیاری در تراکم	Irrigation×Density	6	1.51 **	0.06 **	0.057 **	21.004 **	0.004 **	605.93 **
سال در تراکم	Density×Year	2	9.77 **	1.30 **	1.004 **	1.08 ns	0.029 **	1239.69 **
سال در تراکم آبیاری	Year×Irrigation×Density	6	1.15 **	0.05 **	0.048 **	0.511 ns	0.0004 ns	555.41 **
رقم	Variety	3	2046.35 **	136.13 **	73.58 **	32975.04 **	9.8 **	25193.67 **
سال در رقم	Year×Variety	3	41.05 **	1.67 **	2.46 **	805.62 **	0.36 **	326.86 **
آبیاری در رقم	Irrigation×Variety	9	62.38 **	1.29 **	0.86 **	126.21 **	0.02 **	488.54 **
تراکم در رقم	Density×Variety	6	14.60 **	0.41 **	0.32 **	43.50 **	0.23 **	148.73 **
سال در تراکم در رقم	Year×Density×Variety	6	13.75 **	0.38 **	0.30 **	1.07 ns	0.008 **	66.54 ns
سال در آبیاری در رقم	Year×Irrigation×Variety	9	2.38 ns	0.05 ns	0.074 ns	3.06 *	0.006 **	53.25 ns
سال در آبیاری در رقم در تراکم	Year×Irrigation×Variety×Density	16	1.80 ns	0.01 ns	0.013 ns	0.54 ns	0.0006 ns	46.32 ns
سال در تراکم در رقم	Irrigation×Density×Variety	16	1.27 ns	0.01 ns	0.010 ns	22.47 ns	**0.004 **	41.87 ns
خطای کل	Error Total	244	0.054	0.015	0.013	1.7 ns	0.001	57.52
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		4.82	5.08	4.85	7.96	4.18	7.45

ns و ۱ درصد، * و ** به ترتیب معنی‌دار نبودن، معنی‌دار در سطح احتمال

ns, *, **: non-significan and significant at the 5% and 1%, respectively.

جدول ٤- مقایسه صفات مرتبط با تولید کینوا و سورگوم علوفه‌ای در رژیم های مختلف آبیاری

Table 4- Comparison of traits related to production of Kochia, Quinoa and Forage sorghum at different irrigation regimes

صفات/تیمارها Treatments/Traits	وزن خشک کل (تن در هکتار) Total dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک ساقه (تن در هکتار) Stem dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک برگ (تن در هکتار) Leaf dry weight (ton. ha^{-1})	تعداد پنجه یا شاخه جانبی Number of branch	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)
آبیاری Irrigation						
I1 آبیاری ۵ روز یکبار	6.013 a	3.003 a	3.12 a	17.67 a	0.869 a	126.57 a
I2 آبیاری ۵ روز یکبار	5.012 b	2.48 b	2.64 b	17.09 b	0.775 b	106.15 b
I3 آبیاری ۵ روز یکبار	4.043 c	2.19 c	2.24 c	15.63 c	0.735 c	89.31 c
I4 آبیاری ۵ روز یکبار	3.067 d	1.083 d	1.83 d	15.19 d	0.635 d	84.96.d
حداقل تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) LSD (5%)	0.054	0.026	0.029	0.30	0.007	1.75
تراکم گیاهی Plant density						
11.1 plants m^{-2} ۱۱/۱ بوته در متر مربع	4.98 a	2.44 a	2.53 a	16.85 a	0.829 a	102.81 a
16.7 plants m-^{2} ۱۶/۷ بوته در متر مربع	4.93 b	2.42 a	2.50 b	16.45 b	0.744 b	100.78 b
33.3 plants m-^{2} ۳۳/۳ بوته در متر مربع	4.61 c	2.27 b	2.34 c	15.89 c	0.701 c	101.65 ab
حداقل تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) LSD (5%)	0.04	0.023	0.025	0.26	0.006	1.52
ارقام گیاهان علوفه‌ای Verities of forage crops						
سانتا ماریا Santa Maria	4.42 a	2.27 a	2.15 a	1.15 f	1.32 a	101.42 a
ساجاما ایرانشهر Sajama Iranshahr	4.27 b	2.21 b	2.07 b	1.82 e	0.90 b	94.41 bc
کا اف ای ٤ KFS4	2.88 d	1.54 e	1.37 d	8.16 a	0.55 e	88.26 d
اسپیدفید Speedfeed	2.77 e	1.45 f	1.31 e	7.15 b	0.42 f	83.95 e
حداقل تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) LSD (5%)	0.06	0.032	0.035	0.37	0.009	2.15

جدول ۵- مقایسه صفات مرتبط با تولید کینوا و سورگوم علوفه ای تحت تاثیر آبیاری و تراکم

Table 5. Comparison of traits related to production of Kochia, Quinoa and Forage sorghum under plant density and irrigation effects

صفات/تیمارها Treat/ Treatments	وزن خشک کل (تن در هکتار) Total dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک ساقه (تن در هکتار) Stem dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک برگ (تن در هکتار) Leaf dry weight (ton. ha^{-1})	تعداد پنجه یا شاخه جانبی Number of branch	قطر ساقه (میلی_متر) Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)
آبیاری در تراکم Density×Irrigation						
I1×D1 آبیاری ۵ روز یکبار در تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار	7.67 a	3.58 a	4.08 a	40.02 b	1.35 a	123.96a
I2×D1 آبیاری ۱۰ روز یکبار در تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار	7.46 b	3.48 b	3.97 b	40.84 a	0.93 c	122.44ab
I3×D1 آبیاری ۱۵ روز یکبار در تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار	4.56 e	2.33 e	2.22 e	39.29 c	0.64 g	102.94d
I4×D1 آبیاری ۲۰ روز یکبار در تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار	4.39 f	2.25 f	2.13 f	1.73 g	0.57 d	96.32e
I1×D2 آبیاری ۵ روز یکبار در تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار	2.94 j	1.54 j	1.40 i	7.74 e	0.74 e	89.69fg
I2×D2 آبیاری ۱۰ روز یکبار در تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار	2.84 j	1.49 j	1.35 j	8.07 de	0.59 h	85.11hi
I3×D2 آبیاری ۱۵ روز یکبار در تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار	7.24 c	3.35 c	3.89 c	6.23 f	0.53 j	119.76bc
I4×D2 آبیاری ۲۰ روز یکبار در تراکم ۱۶۷ هزار بوته در هکتار	7.05 d	3.26 d	3.78 d	1.15 h	0.40 f	118.74c
I1×D3 آبیاری ۵ روز یکبار در تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار	4.28 g	2.20 g	2.08 g	8.57 d	0.69 b	99.90d
I2×D3 آبیاری ۱۰ روز یکبار در تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار	4.15 h	2.14 h	2.01 h	6.23 f	0.57 d	92.50f
I3×D3 آبیاری ۱۵ روز یکبار در تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار	2.82 j	1.48 j	1.33 j	4.15 h	0.53 j	86.83gh
I4×D3 آبیاری ۲۰ روز یکبار در تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار	2.69 k	1.42 k	1.27 k	1.12 h	0.29 k	82.78i
حداقل تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) LSD (5%)	0.09	0.04	0.05	0.52	0.01	3.04

I1، I2، I3 و I4 بترتیب آبیاری هر ۵ روز یکبار، آبیاری هر ۱۰ روز یکبار، آبیاری هر ۱۵ روز یکبار و آبیاری هر ۲۰ روز یکبار است و D1، D2 و D3 بترتیب تراکم های ۱۱،۱، ۱۶،۷ و ۳۳،۳ بوته در متر مربع می باشد.

I1, I2, I3 & I4; Irrigation after 5, 10, 15 & 20 day's respectively and D1, D2 and D3 plant densities of 11.1, 16.7 and 33.3 plant per square respectively.

جدول ٦ – مقایسه صفات مرتبط با تولید کینوا و سورگوم علوفه ای تحت تاثیر تراکم و رقم

Table 6. Comparison of traits related to production of Kochia, Quinoa and Forage sorghum under variety and plant density effects

صفات/تیمارها Treat/ Treatments	وزن خشک کل (تن در هکتار) dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک ساقه (تن در هکتار) Stem dry weight (ton. ha^{-1})	وزن خشک برگ (تن در هکتار) Leaf dry weight (ton. ha^{-1})	تعداد پنجه یا شاخه جانبی Number of branch	قطر ساقه (میلی_متر) Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)
تراکم در رقم Density × Variety						
Santa Maria×D1 تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار در سانتا ماریا	4.77 a	2.43 a	2.33 a	1.15j	1.35a	102.9 a
Santa Maria×D2 تراکم ۱٦۷ هزار بوته در هکتار در سانتا ماریا	4.37b	2.24 b	2.12 b	1.15j	1.30b	99.48 ab
Santa Maria×D3 تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار در سانتا ماریا	4.12 c	2.12 c	1.99 c	1.15j	1.30b	102.7 a
Sajama Iranshahr×D1 تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار در ساجما	3.95d	2.04 d	1.90 c	1.7ij	0.97c	94.03 b
Sajama Iranshahr×D2 تراکم ۱٦۷ هزار بوته در هکتار در ساجما	4.32 b	2.24 b	2.12 b	1.7ij	0.90d	94.94 b
Sajama Iranshahr×D3 تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار در ساجما	4.50 b	2.31 b	2.19 b	1.7ij	0.84e	94.26 b
KFS3×D1 تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار در KFS3	2.58 e	1.31f	1.20 e	7.84 b	0.68g	88.68 c
KFS3×D2 تراکم ۱٦۷ هزار بوته در هکتار در KFS3	3.03e	1.70 e	1.59 d	3.38 e	0.40l	85.99 c
KFS3×D3 تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار در KFS3	2.53 f	1.45 f	1.31 e	8.76 a	0.56i	90.11 c
Speedfeed×D1 تراکم ۱۱۱ هزار بوته در هکتار در اسپیدفید	2.53 f	1.37 f	1.21 e	6.89 d	0.46k	85.17 c
Speedfeed×D2 تراکم ۱٦۷ هزار بوته در هکتار در اسپیدفید	3.13 e	1.37 f	1.51 d	7.38 b	0.42l	81.01 d
Speedfeed×D3 تراکم ۳۳۳ هزار بوته در هکتار در اسپیدفید	2.58 e	1.37 f	1.21 e	7.18 c	0.40m	85.66 c
حداقل تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) LSD (5%)	0.11	0.05	0.061	0.041	0.015	3.72

D1، D2 و D3 بترتیب تراکم های ۱۱,۱، ۱٦,۷ و ۳۳,۳ بوته در متر مربع می باشد.

D1, D2 and D3 plant densities of 11.1, 16.7 and 33.3 plant per square respectively

سپاسگزاری

در خاتمه لازم می‌دانیم از همکاران محترم بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم که در اجرای پروژه شماره ۹٤۱۰۷-۰۳-۵۷-٤، که این مقاله حاصل این پژوهش بود، همکاری نمودند.

References

1. Salehi, M., Kafi, M. & Kiyani, A.R. (2012). Effect of salinity on biomass of Kochia scoparia and trend of soil salinity. *Seed and plant improvement journal*, *27*(4), 417-433. [In Persian]
2. Saberi, A.R. (2011). *Irrigation management under salinity and water stress for forage sorghum*. Lambert Academic publishing. 278.
3. Ziaei, S.M., Salimi, Kh, and Amiri S. R. (2020). Investigation of quinoa cultivation (*Chenopodium quinoa* Willd.) under different irrigation intervals and foliar application in saravan region. *Journal of plant physiology*, I.A.U. Ahvaz, Spring 2020, *12*(45), 113-152. (In Persian)
4. Kocheki, A. (1984). Agronomy in dry region. Mashhad university jahad publication. [In Persian]
5. Gualtieri, M. & Rapacctni, S. (1990). Sorghum grin in poultry feeding. *Journal of World's Poultry Science*, 46(3), 246-254.
6. Sepahvand, N., Tavazo, M. & Kahbazi, M. (2010). Quinoa as a valuable crop for protection food and stable agriculture in Iran. 11th congress of agronomy and plant breeding. [In Persian]
7. Johnson , D.L. & Croissant, R.L. (1990). *Alternate Crop Production in Colorado*. Technical Bulletin LTB90-3, Cooperative Extension, Colorado State University.
8. Kafi M. Asadi H. & Ganjeali A. (2010). Possible utilization of high-salinity waters and application of low amounts of water for production of the halophyte Kochia scoparia as alternative fodder in saline agroecosystems. *Agricultural water management*, *97*(2), 139-147.
9. Solimani, M.R., Shabahang, J., Khazaiy, H.R., Kafi, M. & Ziyaiy, S.M.S. (2012). Effect of of plant density and number of cutting on yield and yield components of grain and forage of *Kochia scoparia* under irrigation with saline water conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research, 6*(2), 335-342. [In Persian]
10. Abdolahpour, H., Tohidi Nejad, E. & Pasandi Pour, A. (2021). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on morpho-physiological characteristics and seed yield of quinoa (Chenopodium quinoa Willd*.). Journal of Crop Ecophysiology*, *15*(57), 57-72. [In Persian]
11. Dao, A., Alvar-BeltrÃ, J., Gnanda, A., Guira, A., Nebie, L. & Sanou, J. (2020). Effect of different planting techniques and sowing density rates on the development of quinoa. *African journal of agricultural research, 16*(9), 1325-1333.
12. Eisa, S.S., Abd El Samad, E.H., Hussin, S.A., Ali, E.A., Ebrahim, M., González, J.A. & Abdel-Ati, A.A. (2018). Quinoa in Egypt-plant density effects on seed yield and nutritional quality in marginal regions. Middle East. *Journal of applied science, 2*(8), 515-522.
13. Sepahvand, N.A. & Shikh, F. (2012). Adaptation study on Quinoa as a new crop in Golestan province. *National congress on medical crop and natural production*. University of Khorasan Shomali, Bojnord. [In Persian]
14. Kakabouki, I.P., Roussis, I., Hela, D., Papastylianou, P., Folina, A. & Bilalis, D. (2019). Root growth dynamics and productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to fertilization and soil tillage. *Folia Horticulture, 31*(2), 285-299.
15. Karami, R., Farajee, H., Movahedi Dehnavi, M. & Khoshroo, A. (2020). Interaction of nitrogen and plant density on growth and yield of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Journal of crop production, 13*(1), 111-124. [In Persian]
16. Altuner, F., Oral, E., & Kulaz, H.(2019). The impact of different sowing times of the quinoa (chenopodium quinoa Willd) and its varieties on the yield and yield components in TurkeyMardin ecology condition. *Applied Ecology and Environmental Research*, *17*(4), 10105-10117.

17. Mohammadi, F., Maleki, A. and Fathi, A. (2021). Effects of drought stress and humic acid on plant growth, yield quality and its components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of Crop Nutrition Science*, *7*(3), 11-23.
18. Mostafaei, M., Jami Al-Ahmadi, M., Salehi, M. & Shahidi, A. (2018). Effect of different irrigation and density levels on functional properties of quinoa plant. 1st National Congress on the new Opportunities for Production and Employment in Agriculture Sector of Eastern Iran. 14 Feb, Birjand, Iran, pp: 153. [In Persian]
19. Salek Mearaji, H., Tavakoli, A. & Sepahvand, N. (2021). Evaluating the effect of cytokinin foliar application on morphological traits and yield of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) under optimal irrigation and drought stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, *14*(4), 479-498. [In Persian]
20. Samadzadeh, A.R., Zamani, GH.R. & Fallahi, H.R. (2020). Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates. *Applied Research in Field Crops*, *33*(1), 82-104. [In Persian]
21. Taheri, F., Maleki, A. & Fathi, A. (2021). Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of quinoa grain yield. Journal of plant physiology, 13(50), 135-149. [In Persian]
22. Kiani, A.R., & Salehi, M. (2016). The experiences of wheat and kochia production using saline water and soil resources in Golestan province2016. *Journal of Water and Sustainable Development*, *2*(2), 59-66. [In Persian]
23. Shalhevet, J. & Hsiao, T.C. (1986). Salinity and drought. A comparison of their effects on osmotic adjustment, assimilation, transportation and growth. *Irrigation science*, *3*(7), 249-264.
24. Khani Nejhad, S., Nabati, G., Kafi, M. & Ghorbani, S. (2012). Study of nutrition value of *Kochia scoparia* forage. At salinity conditions. *First national desert congress*, Tehran. Desert International research center of Tehran University.
25. Mosabeygi, H., Zeidali, E. & Fathi, A. (2023). The effect of tillage systems and plant density on element concentration, yield, yield components, density, and weed biomass in quinoa. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, *5*(1), 147-164. [In Persian]
26. Najafinezhad, H. Shakeri, P. & Amirpour Robat, M. (2023). Effect of Planting Date and Plant Density on Forage Yield and Quality of Quinoa (Chenopodium quinoa willd.) Varieties in Cold Temperate Region of Kerman Province in Iran .*Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, *1*(17), 439-460. [In Persian]