Investigating the Effect of Salinity and Deficit Irrigation Stress on the Yield and Yield Components of Millet in the Climate Conditions of Ilam

Yazdan khodarahmi[1], Amir Soltani Mohammadi[2]*, Saeed Broomand Nasab[3], Hamzeh Ali Alizadeh[4]

1Ph.D. Student, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Khodarahmii02@gmail.com.
[1] Professor of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. A.soltani@scu.ac.ir.
[1] Professor of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz. Iran. boroomand@scu.ac.ir.
[1] Assistant Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran. H.alizadeh@ilam.ac.ir

10.22125/iwe.2024.428535.1774

Received:
December 3, 2023
Accepted:
June 16, 2024
Available online:
October 13, 2024

Keywords:
water stress, Salinity stress, salty soil, yield.

Abstract

Due to the dry and semi-arid situation in the country, The presence of non-conventional water resources and the need for proper management in the use of water resources, privation of irrigation and the use of salty water can be a suitable solution to save water consumption and achieve acceptable economic performance. In this regard, a study was conducted with the aim of investigating the yield and yield components of Panicum millet plant under the conditions of combined stresses of salinity and privation of irrigation as a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications and 48 treatments at the research farm, Faculty of Agriculture, Ilam University. Treatments included four levels of irrigation including 0.63 (irrigation water salinity), 3, 5 and 8 dS/m (S_1, S_2, S_3 and S_4 respectively) and four irrigation levels including 100, 80, 60 and 40 (w1, w2, w3 and w4 respectively) percentage of water requirement was done by weight method. The traits studied included leaf-to-stem weight ratio panicle length, plant height, shoot weight, thousand seed weight, seed yield and harvest index. The results showed that the applied salinity stress levels had a significant effect on harvest index traits, seed yield, thousand seed weight, shoot weight, panicle length and plant height at the five percent probability level and there was no significant difference only on the leaf-to-stem weight ratio trait. Also, different irrigation treatments also made a significant difference on all the mentioned traits at the five percent probability level. The combined effect of salinity and low irrigation stress on all traits except for panicle length was significant at the five percent probability level. Millet in the conditions of no stress (S_1W_1) and the highest level of stress (S_4W_4) applied in this study could yield 3.76 and 1.71 tons per hectare, respectively. Considering the small difference in product performance with the control treatment, S_2W_1, S_1W_2 and S_3W_1 treatments are suggested.

Introduction

Millet is a traditional cereal in dry and semi-arid areas of tropical climates. From the point of view of the importance of the millet plant, it ranks sixth after wheat, rice, corn, barley and sorghum (Nasirpour and Zakernjad, 2017) Despite the high agricultural importance of millet in the past and their special place in traditional agriculture, little research has been done regarding the effects of drought stress on the yield and yield components of this plant (Nabati and Razwani-Moghadam, 2019). Millet has a spreading root and produces only one seminal root during germination. Millet rooting takes place slowly, but after completing this process, their growth accelerates significantly. One of the important factors of this plant is its resistance to day length and early maturity (Salamati et al., 2009). The first period of millet growth is associated with sensitivity to salinity, but after going through the initial stages of growth, it shows high resistance without reducing the yield, for this reason, in some places in irrigated land, they are used to improve saline soils. Among the millet producing provinces, Kerman, Isfahan, Khorasan and Mazandaran can be mentioned (Kazemi Arbat, 1384). The privation of irrigation water with good quality, lack of rainfall in the country and the presence of brackish or brackish water sources are among the factors of the loss of soil resources (Yamada et al., 2016). Therefore, it is necessary not only to make serious efforts to improve the use of quality water resources (to reduce the salinization of agricultural lands), but also to expand the production of resistant crops in these areas. During the last decades, various solutions have been used to exploit saline water and soil in Iran. Suaeda aegyptiaca are plants that can complete their life cycle under salinity stress conditions (Yensen, 2006).

Materials and Methods

1) Location and characteristics of the studied area: The present research was conducted in the form of an experiment in the form of a split plot design based on a completely randomized block design with three treatments and three replications at the research farm, Faculty of Agriculture, Ilam University during growing season in 2022.

2) Agricultural operations: The operation of bed preparation and land preparation was carried out in May 2022 by plowing, disking and leveling the land. Then plots with dimensions of 2 x 2 meters was created. In order to achieve the objectives of the research, this research was carried out at four salinity levels, including water in the research farm of Ilam University (as a control treatment with an average electrical conductivity of 0.63 dS/m), 3 (salinity tolerable by the plant), 5 and 8 dS(respectively S_1, S_2, S_3 and S_4) as the main factor and four irrigation levels including 100, 80, 60 and 40 (respectively w1, w2, w3 and w4) percentage of water requirement as a secondary factor in three iterations (R_1, R_2 and R_3) was cultivated in the field.

3) Mixing and creation of saline water: Considering that one of the goals of this research is to investigate the effect of salinity stress on the yield response of the crop, therefore, the existence of water sources with different salinities in the research farm of Ilam University is considered as one of the requirements for carrying out the project. The water of the Shore River located in Mehran city was used to apply salinity treatment.

4) Sampling and analysis of samples: In order to determine the yield and yield components of Peshahang millet in the seed ripening stage (the growth period of the millet plant was 90 days until the seeds fully ripen), sampling was done from the aerial parts of the plant. In this way, 5 samples of each repetition (three repetitions) were randomly prepared from the studied species. All the samples were taken from one centimeter of the soil surface (including leaves, stems, spikes and seeds) in the amount of 300 grams and were placed in special bags and immediately transferred to the laboratory. Then its performance and performance components were measured and analyzed using SAS software.

Results

The amount of water consumed by the millet plant for the control treatment was 9660 cubic meters during the growth period. This amount was calculated and consumed for the treatments of 80, 60 and 40% irrigation water respectively 7728, 5796 and 3864 cubic meters. Examining the results of the variance analysis of the indicators measured in the experiment showed that the effect of salinity stress levels on the attributes of plant height, harvest index, grain yield, thousand seed weight, aerial body weight (plant biomass) and panicle length is at the probability level of one percent was significant. Also, different irrigation treatments had a significant effect on all tested traits at the probability level of 1%. The interaction (combination) effect of salinity and irrigation stress was also significant on leaf-to-stem weight ratio, plant height, aerial organ weight, thousand seed weight, seed yield and harvest index at the five percent probability level.

Discussion and Conclusion

In this research, the yield and yield components of millet plant under salinity stress and deficit irrigation in Ilam province were investigated, and the results obtained from the research are presented below:

• The results showed that by applying salinity stress, the yield and yield components of millet plants were significantly affected at the five percent probability level in all tested traits, except for the leaf-to-stem weight ratio trait.

•Also, the results showed that between the control treatment and the S_1W_2 treatment, we see a decrease of 29 grams of seed yield per square meter, that is, by accepting this decrease in yield, 20% of the irrigation water for the millet plant can be reduced.

• The results of comparing the average yield of millet showed that there is no significant difference between the treatments of 3 and 5 dS/m irrigation water salinity and this shows the resistance of the millet plant to the increase in irrigation water salinity.

• In general, due to millet's resistance to salinity and deficit irrigation and its acceptable performance in unfavorable environmental conditions, this plant can be used as a suitable option in grain production.

Six important references

1) Tahir, M., Khalid, U., Khan, M.M. 2020. Sailinity effects on five Cultivars of peal millet. Irrigation with poor quality water, 2: 122-134.
2) Vang, J., Carberry, P. S., O'leary, G. J. 2020. Simulating growth, development and yield of
3) tillering pearl millet I. Leaf area profilies on main shoots and tillers. Field Crop Research. 72: 51-66.
4) Yamada, S., Yamaguchi, T., Davaid Lopez Aguilar, R. 2016. Characteristics of Na, K, Ca, Mg and P absorption in Kochia plant (Kochia Scoparia (L.) Schrad.) under sainity stress. Sand Dune Research. 63(1):1-8.
5) Yazar, A., Gokcel, F., Sezen, M. 2009. Corn yield response to partial root zone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. Plant, Soil & Environment. 55(11): 494-503.
6) Yensen, N. P. 2006. Halophytes uses for the twenty-first century. A new hypothesis: the role of sodium in C4 physiology. Pp. 367-396. In: M. A. Khan and D. J. Weber (eds.) Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants.

بررسی اثر تنش شوری و کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ارزن در ایلام

یزدان خدارحمی[۱]، امیر سلطانی محمدی[۲]، سعید برومند نسب[۳]، حمزه علی علیزاده[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۲/۰۹/۱۲
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۳/۲۷
مقاله پژوهشی

چکیده

با توجه به وضعیت خشک و نیمه‌خشک حاکم بر کشور، وجود منابع آب غیر متعارف و لزوم مدیریت صحیح در مصرف منابع آبی، کم آبیاری و استفاده از آب‌های شور می‌تواند راهکار مناسبی در جهت صرفه جویی مصرف آب و رسیدن به عملکرد اقتصادی قابل قبول باشد. در همین راستا مطالعه‌ای با هدف بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ارزن رقم پیشاهنگ (panicum) (با توجه به اینکه ارزن از نظر ارزش غذایی و علوفه‌ای چهارمین غلات مهم دنیاست) تحت شرایط تنش‌های توأمان شوری و کم آبیاری در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام در قالب طرح یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۴۸ تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کیفی آب آبیاری شامل ۰/۶۳(شوری آب آبیاری)، ۳، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر (به ترتیب با نماد S_1, S_2, S_3 و S_4) و چهار سطح آبیاری شامل ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ (به ترتیب w_1, w_2,w_3 و w_4) درصد نیاز آبی به روش وزنی انجام شد. صفات مورد مطالعه شامل نسبت وزن برگ به ساقه، طول پانیکول، ارتفاع بوته، وزن اندام هوایی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. نتایج نشان داد که سطوح تنش شوری اعمال شده بر صفت‌های شاخص برداشت، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن اندام هوایی، طول پانیکول و ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری ایجاد کرد و تنها بر صفت نسبت وزن برگ به ساقه تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین تیمارهای مختلف آبیاری نیز بر تمامی صفات ذکر شده در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را ایجاد کرد. اثر توأم تنش‌های شوری و کم آبیاری نیز بر تمامی صفات جز صفت طول پانیکول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. ارزن در شرایط بدون تنش (S_1W_1) و بالاترین حد تنش (S_4W_4) اعمال شده در این مطالعه توانست به ترتیب ۳/۷۶ و ۱/۷۱ تن در هکتار عملکرد داشته باشد. با توجه به اختلاف کم از نظر عملکرد محصول با تیمار شاهد، تیمارهای S_2W_1، S_1W_2 و S_3W_1 پیشنهاد می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: طرح خرد شده، کم آبیاری، تنش شوری ، خاک شور، عملکرد.

[۱] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران. ایمیل: khodarahmii02@gmail.com
[۲] استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز. ایران. ایمیل:a_soltani60@yahoo.com
۳ استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز. ایران. ایمیل:boroomand@scu.ac.ir
۴ استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام. ایران. ایمیل:H.alizadeh@ilam.ac.ir

مقدمه

ارزن از غلات سنتی در نواحی خشک و نیمه‌خشک مناطق گرمسیری می‌باشد. از منظر اهمیت گیاه ارزن در بین غلات پس از گندم، برنج، ذرت، جو و سورگوم رتبه ششم را داراست (نصیر پور و ذاکرنژاد، ۱۳۹۷) با وجود اهمیت بالای زراعی ارزن در زمان‌های گذشته و نیز جایگاه ویژه آن‌ها در کشاورزی سنتی، در رابطه با آثار تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه، تحقیقات کمی صورت گرفته است (نباتی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۹). ارزن دارای ریشه افشان بوده و هنگام جوانه زنی فقط یک ریشه سمینال تولید می‌کند. طول ریشه دهی ارزن به کندی صورت می‌گیرد اما پس از تکمیل این فرایند رشد و نمو آن‌ها به‌طور قابل توجهی سرعت می‌گیرد. از فاکتورهای مهم این گیاه می‌توان به مقاومت در مقابل طول روز و زودرس بودن آن اشاره کرد (سلامتی و همکاران، ۱۳۸۹). دوره نخستین رشد ارزن با حساسیت به شوری همراه است اما پس از طی کردن مراحل ابتدایی رشد مقاومت بالایی را بدون کاهش عملکرد از خود نشان می‌دهد به همین سبب در برخی نقاط در اراضی فاریاب از آن‌ها برای اصلاح خاک‌های شور استفاده می‌گردد. از جمله استان‌های تولید کننده ارزن می‌توان به کرمان، اصفهان، خراسان و مازندران اشاره کرد (کاظمی اربط، ۱۳۸۴). مهم‌ترین ارزن‌هایی که در ایران کشت می‌شوند عبارتند از ارزن معمولی (ارزن پرسو)، ارزن مازندرانی، ارزن گاورس(دم روباهی)، ارزن پیشاهنگ و ارزن کاشانی (سیادات و ولی نژاد، ۱۳۹۲). نوع ارزنی که در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد رقم پیشاهنگ می‌باشد. تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی، از عوامل مهم محدودکننده و رشد و نمو گیاهان در اغلب دنیا و از موانع اصلی رسیدن به عملکرد بالقوه گیاهان زراعی به شمار می‌آید (Blum, 2011). کم آبیاری پیوسته راهکاری مناسب در جهت کسب عملکرد قابل قبول و اقتصادی با مصرف حداقل آب می‌باشد (Zegbe et al, 2004). در کم آبیاری با اینکه عملکرد در واحد سطح کاهش می‌یابد؛ اما کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب موجود جبران سود می‌گردد (Yazar et al, 2009). کمبود آب آبیاری با کیفیت مطلوب، کمبود بارش‌ها در کشور و وجود منابع آب شور یا لب‌شور از جمله عوامل از دست رفتن منابع خاک است (Yamada et al., 2016).

بنابراین ضروری می‌سازد که نه تنها تلاش‌های جدی در جهت بهبود استفاده از منابع آب با کیفیت (برای کاهش روند شور شدن زمین های زراعی) انجام گیرد، بلکه گسترش تولید محصولات زراعی مقاوم در این مناطق نیز انجام پذیرد. در طول دهه‌های اخیر راهکارهای مختلفی برای بهره گیری از آب و خاک شور در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. شورزیست‌ها گیاهانی هستند که می‌توانند چرخه حیات خود را تحت شرایط تنش شوری کامل کنند (Yensen, 2006). کشت گیاهان شورزیست از گونه‌های بومی و خارجی یک برنامه وسیع در ایران است و هدف آن استفاده از شورزیست‌ها به عنوان گیاهان علوفه‌ای، سبزی، زینتی و گیاهان پوششی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. مطابق آمار ۳۶۵ گونه از ۱۵۱ جنس و ۴۴ خانواده از گیاهان ایران در رنج گیاهان شورزیست معرفی گردیده‌اند (Akhani, 2006). در خصوص استفاده از آب شور و کشت گیاهان زراعی با استفاده از آب‌های کم کیفیت، همچنین اعمال تنش‌های شوری و کم آبی در کشت برخی از محصلات کشاورزی تحقیقاتی صورت پذیرفته است که در ادامه به بیان برخی از آن‌ها خواهیم پرداخت. قاسمی و همکاران (۱۳۹۸) تأثیر تنش خشکی را بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن مرواریدی سنجیدند. نتایج تحقیق نشان داد که افزایش تنش خشکی در وضعیت کم آبیاری مداوم باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک برگ، ساقه و ارتفاع بوته در ارزن مرواریدی می‌گردد. خرمی و توحید نژاد (۱۳۹۷) در مطالعه خود تأثیر تنش خشکی پیوسته بر عملکرد دانه سه رقم ارزن معمولی را مورد بررسی قرار دادند. خروجی نتایج بیانگر این مهم بود که تنش خشکی مداوم به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را کاهش داد. همچنین کم آبیاری مداوم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب ارزن گردید؛ به‌گونه‌ای که بالاترین عملکرد علوفه به تیمار بدون تنش آبی و کمترین مقدار آن به تیمار ۳۳ درصد نیاز آبی تعلق گرفت. در تحقیق دیگری عملکرد ارزن در مقابل تنش شوری مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری بر تغییرات قابل توجهی در سطح تجمع اسمولیت‌ها مانند پرولین، گلیسین بتائین و آنزیم‌های آنتی اکسیدانی تأثیر می‌گذارد. کاهش معنی داری از درصد جوانه زنی بذر، طول ریشه و اندام هوایی، رنگدانه های فتوسنتزی همچون کلروفیل a، کلروفیل b و پروتئین‌ها در غلظت بالاتر NaCl مشاهده شد.

از این رو، مشخص شد که محصولات ارزن را می‌توان در شرایط شوری مطلوب (۱۰۰ میلی مولار) حفظ کرد. همچنین نتیجه گرفته شد که سیستم‌های دفاعی آنزیمی و غیر آنزیمی نقش کلیدی در ایجاد تحمل در برابر تنش شوری ایفا می کنند (Tahir et al, 2020). محمدصدیق و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی اثر تنش شوری آب آبیاری بر رشد و خواص بیوشیمیایی گیاه ارزن رقم پانیکوم در کشور پاکستان پرداختند. این آزمایش گلدانی اثر غلظت ۱۲۰ مول در متر مکعب نمک های مختلف کلر را بر رشد، محتویات یونی و عملکرد محصول ارزن گزارش کرد. تیمارهای شوری شامل تیمار شاهد (بدون نمک)، NaCl، $MgCl_2$، $CaCl_2$، مخلوط NaCl، $MgCl_2$ و $CaCl_2$ بود. نتایج حاکی از اثرات نامطلوب تمام نمک های کلرید بر رشد، عملکرد و ترکیبات شیمیایی داخلی بیومولکول های گیاهی بود. در مقایسه با تیمار شاهد، بیشترین کاهش ارتفاع بوته به میزان ۱۳/۹۷ درصد، تعداد پنجه ۲۷/۴۲ درصد، زیست توده ریشه ۴۵/۹۲ درصد و عملکرد دانه و کاه به ترتیب ۳۱/۷۸ درصد و ۱۴/۸۳ درصد در تیمار NaCl مشاهده شد. به طور مشابه، غلظت یون موثر نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاهش یافت و در S_1، S_2، S_4 به ترتیب با ۷۴/۲۱، ۴۰/۲۱ و۳۵ درصد، کمترین مقدار را یافت. نتیجه‌گیری شد که کلریدهای سدیم در غلظت ۱۲۰ مول متر مکعب در مقایسه با سایر نمک‌های کلرید برای رشد و خواص بیوشیمیایی بسیار سمی هستند. ضرورت سنجش تأثیر تنش‌های کم آبیاری و شوری بر رشد و عملکرد ارزن با توجه به جایگاه و ارزش این محصول و همچنین استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین‌تر (آب‌های شور) با توجه به وضعیت و محدودیت‌های آبی امری غیر قابل انکار است. همچنین مطابق تحقیقات صورت گرفته اثر تنش‌های شوری و کم آبیاری به‌صورت منفرد و محدود بر رشد و عملکرد ارزن انجام گرفته است، اما تا کنون اثر توأمان تنش‌های ذکر شده بر عملکرد این محصول در کشور و به ویژه استان ایلام انجام نگرفته و ذکر این دلایل اجرای این پژوهش را الزامی می‌سازد.

مواد و روش‌ها

۱) موقعیت و خصوصیات منطقه مورد مطالعه: تحقیق حاضر در قالب آزمایش در قالب طرح یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت دانشگاه ایلام در سال ۱۴۰۰ انجام شد. منطقه مورد مطالعه در موقعیت طول جغرافیایی ' ۲۸ °۴۶، عرض جغرافیایی' ۳۷ °۳۳ و ارتفاع ۱۱۷۴ متر از سطح دریا در شمال استان ایلام قرار گرفته است. بر اساس آمار سازمان هواشناسی این منطقه با میانگین بارندگی سالانه ۴۴۸ میلی متر، حداکثر درجه حرارت ۴۶ درجه سانتی گراد و حداقل درجه حرارت ۱۲ – درجه سانتی گراد دارای اقلیمی نیمه خشک می‌باشد.

۲) عملیات زراعی: عملیات تهیه بستر و آماده سازی زمین در اردیبهشت ماه ۱۴۰۰ با انجام عملیات شخم، دیسک و تسطیح زمین انجام پذیرفت. سپس کرت‌هایی با ابعاد ۲*۲ متر ایجاد شد، بذور ارزن پیشاهنگ مورد نیاز به صورت ضدعفونی شده با سموم قارچی مناسب از بخش زراعت جهاد کشاورزی استان ایلام تهیه شد و عملیات کاشت به روش دستی و بر اساس تراکم مورد استفاده در ایلام (حدود ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم برای ارزن‌های علوفه‌ای) در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۴۰۰ انجام گرفت. میزان کود مصرفی بر اساس آزمایش از خاک و میزان مورد نیاز در نظر گرفته شد که ۵۰ درصد آن در ابتدای فصل کشت و ۵۰ درصد باقیمانده در مرحله ۵ برگی شدن به صورت محلول در آب به خاک داده شد. به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش، این تحقیق در چهار سطح شوری شامل آب موجود در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام (به‌عنوان تیمار شاهد با متوسط هدایت الکتریکی ۰/۶۳ دسی زیمس بر متر)، ۳ (شوری قابل تحمل گیاه)، ۵ و ۸ دسی زیمنس (به ترتیب S_1، S_2، S_3 و S_4) به‌عنوان عامل اصلی و چهار سطح آبیاری شامل ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ (به ترتیب w_1،w_3 ، w_2 و w_4) درصد نیاز آبی به‌عنوان عامل فرعی در سه تکرار (R_1، R_2 و R_3) به‌صورت کشت در مزرعه انجام پذیرفت. زمان اعمال آبیاری نیز به روش وزنی انجام پذیرفت. بدین صورت که با گرفتن نمونه خاک و با داشتن اطلاعاتی از قبیل رطوبت ظرفیت زراعی موجود (FC) و رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) و با خارج شدن رطوبت سهل الوصول (MAD=٪۵۰) اقدام به آبیاری گردید. روش آبیاری نیز با استفاده روش قطره‌ای نواری (تیپ) انجام گرفت. روابط مربوط به عمق خالص آبیاری، میزان آبشویی و عمق ناخالص آبیاری در معادله‌های (۱)، (۲) و (۳) ارائه گردیده است. همچنین شکل (۱) نمایی از آماده سازی زمین را نشان می‌دهد.

$$F_n=(FC-\Theta_m)\times D \qquad (1)$$

در رابطه بالا F_n، FC، Θ_m و D به ترتیب عمق خالص آبیاری (میلیمتر)، درصد رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه، درصد رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری و عمق ریشه (سانتی‌متر) است۰ میزان رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی خاک قبلا در آزمایشگاه مشخص شده بود.

$$LR=\frac{EC_{iw}}{5EC_e-EC_{iw}} \qquad (۲)$$

$$Fg = \frac{F_n}{Ea(1-LR)} \qquad (۳)$$

در رابطه (۲) LR: نیاز آبشویی، EC_{iw}: شوری آب آبیاری (ds/m) و EC_e: شوری عصاره اشباع خاک (ds/m) مطابق با حد تحمل گیاه به شوری با عملکرد ۱۰۰ درصد هستند.

شکل (۱): نمایی از آماده سازی زمین و توزین کود نیترات

۳) اختلاط و ایجاد آب شور: با توجه به اینکه یکی از اهداف این پژوهش بررسی اثر تنش شوری بر پاسخ عملکرد محصول است بنابراین وجود منابع آب با شوری‌های مختلف در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام از ملزومات انجام طرح

برای تهیه تیمارهای شوری، آب شور طبیعی و آب چاه با هم اختلاط داده شد (معادله ۴).

$$\begin{cases} V_d \times C_d = V_w \times C_w + V_r \times C_r \\ V_d = V_w + V_r \end{cases} \qquad (۴)$$

که در آن V_d: حجم آب حاصل از اختلاط (لیتر)، V_w: حجم آب چاه (لیتر)، C_w غلظت شوری (میلی‌گرم بر لیتر) آب چاه، V_r: حجم آب شور رودخانه (لیتر) و C_r: غلظت شوری آب رودخانه (میلی‌گرم بر لیتر) می‌باشد.

محسوب می‌شود. برای اعمال تیمار شوری از آب رودخانه شور واقع در شهرستان مهران استفاده شد. تیمارهای شوری با استفاده از اختلاط آب رودخانه شور با آب چاه واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام تهیه شد.

۴) نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها: جهت تعیین عملکرد و اجزا عملکرد ارزن پیشاهنگ در مرحله رسیدن بذر (دوره رشد گیاه ارزن تا رسیدن کامل بذرها ۹۰ روز بود)، اقدام به نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی گیاه گردید. بدین صورت که تعداد ۵ نمونه از هر تکرار (سه تکرار) به طور تصادفی از گونه مورد مطالعه تهیه گردید. تمامی

نمونه‌ها از یک سانتی‌متری سطح خاک (شامل برگ، ساقه، خوشه و بذر) و به میزان ۳۰۰ گرم برداشت و در پاکت‌های مخصوص قرار گرفته و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس عملکرد و اجزا عملکرد آن اندازه‌گیری و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل (۲) نمایی از مراحل رشد و نمونه برداری از گیاه ارزن را نمایش می‌دهد. همچنین مشخصات خاک و خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق به ترتیب در جدول‌های (۱) و (۲) آورده شده است.

شکل (۲): نمایی از مراحل رشد و نمونه برداری از گیاه ارزن

جدول (۱): مشخصات خاک مورد استفاده در تحقیق

اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	تخلخل (درصد)	جرم مخصوص واقعی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	بافت	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
۷/۷۹	۱/۳۱	۴۲	۲/۶	۱/۴۸	رسی	۴۳/۵	۳۶/۵	۲۰

جدول (۲): خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در تحقیق

نمونه	EC (dS/m)	pH	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	Cl^-	SAR	کلاس آب
					meq/l					
S_1	۰/۶	۷/۶۷	۳/۳۶	۰/۱۱	۱/۲	۲/۵	۴/۶	۳/۱	۵/۳۱	C_2-S_1
S_2	۳	۷/۵۳	۱۵/۲۵	۰/۱۷	۱۰/۳	۸/۲	۸/۱	۲۱	۷/۸۷	C_4-S_1
S_3	۵	۷/۳۶	۲۹/۱۲	۰/۱۹	۱۴	۱۲/۱	۹	۴۱	۸/۶۲	C_4-S_1
S_4	۸	۷/۳۱	۳۹/۷۸	۰/۲۷	۱۹	۱۸/۵	۴	۷۷/۸	۱۲/۰۵	C_4-S_2

هم‌چنین جدول (۳) تقویم آبیاری گیاه ارزن را در طول دوره تحقیق نشان می‌دهد.

جدول (۳): تقویم آبیاری ارزن در پژوهش حاضر

تاریخ آبیاری	میزان آب آبیاری (میلیمتر)	تاریخ آبیاری	میزان آب آبیاری (میلیمتر)	تاریخ آبیاری	میزان آب آبیاری (میلیمتر)
۱۴۰۰/۴/۷	۸۰	۱۴۰۰/۵/۱	۷۵	۱۴۰۰/۶/۱۱	۷۵
۱۴۰۰/۴/۱۱	۸۰	۱۴۰۰/۵/۱۱	۸۷	۱۴۰۰/۶/۱۹	۷۰
۱۴۰۰/۴/۱۵	۸۰	۱۴۰۰/۵/۱۸	۸۷		
۱۴۰۰/۴/۱۹	۸۰	۱۴۰۰/۵/۲۶	۸۷		
۱۴۰۰/۴/۲۶	۸۰	۱۴۰۰/۶/۱	۸۵		

نتایج و بحث

میزان آب مصرفی گیاه ارزن برای تیمار شاهد (مطابق جدول ۳) ۹۶۶ میلی‌متر در طول دوره رشد بود. از آبیاری چهارم و در مرحله پنج برگی شدن اقدام به اعمال تیمارها گردید که این مقدار برای تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد آب آبیاری به ترتیب ۸۳۷، ۷۰۸ و ۵۷۸ میلی‌متر محاسبه و مصرف گردید. پس از برداشت ارزن عملکرد و اجزای عملکرد آن اندازه‌گیری گردید و مورد تحلیل آماری قرار گرفت. جدول (۴) نتایج آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد را نمایش می‌دهد. بررسی نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده در آزمایش نشان داد که اثر سطوح تنش شوری بر صفات ارتفاع بوته، شاخص برداشت، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن اندام هوایی (بیوماس گیاهی) و طول پانیکول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد آزمایش داشت. اثر متقابل (توأمان) تنش‌های شوری و آبیاری نیز بر نسبت وزن برگ به ساقه، ارتفاع بوته، وزن اندام هوایی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و تنها بر صفت طول پانیکول تأثیر معنی‌داری نداشت. در همین راستا Tahir (2020) عملکرد ارزن را در مقابل تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش دادند که تنش شوری از جمله عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته را تحت تأثیر معنی‌داری قرار می‌دهد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۸) نیز نتایج تحقیق خود را اینگونه بیان کردند که افزایش تنش خشکی در وضعیت کم آبیاری مداوم باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک برگ، ساقه و ارتفاع بوته در ارزن مرواریدی می‌گردد.

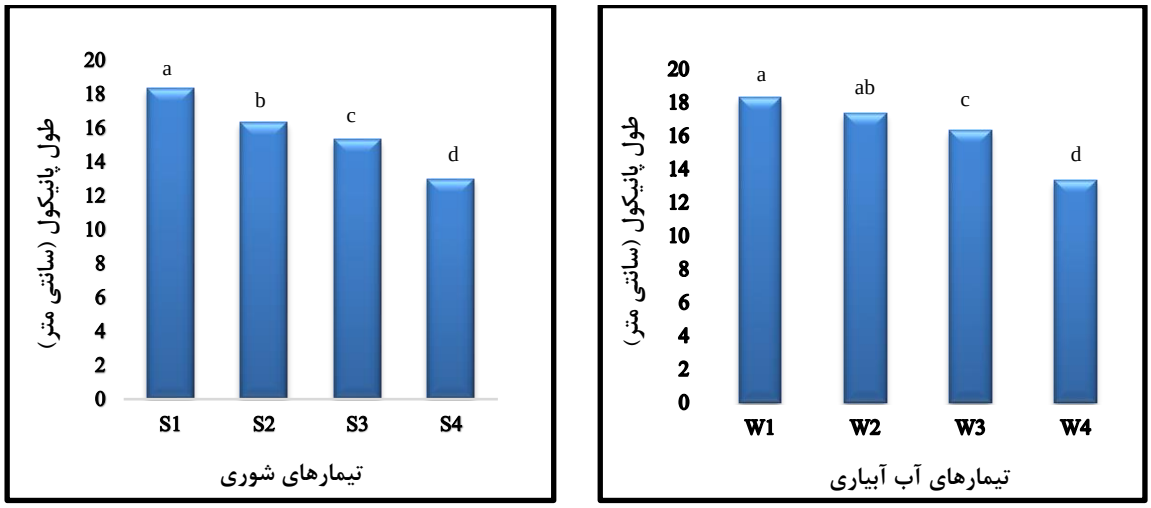
جدول (۴): نتایج آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارزن

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		نسبت وزن برگ به ساقه	طول پانیکول	ارتفاع	وزن اندام هوایی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تنش شوری (S)	۳	۰/۰۰۰۵۴۴۴ns	۴۰/۶۸۷۵**	۳۰۲/۸۵**	۱۱۰۴۹۲/۶۵**	۲/۹۳۷۸۹**	۱۲۹۸۳/۵۱**	۰/۰۱۳۶۰۵۵۶**
خطای (S)	۶	۰/۰۰۰۴۶۳۹	۱/۵۰۰۰	۴۹/۹۳۷	۸۸۵/۰۸	۰/۰۸۲۷۴۵۴	۶۴۱/۵۸۰	۰/۰۰۱۱۲۸۴۷
تنش کم آبی (W)	۳	۰/۰۰۴۴۸۳۳**	۳۲/۲۴۳۰۵**	۲۶۸۲/۶۳**	۱۳۶۴۷۹/۶۶**	۱/۵۹۰۸۷**	۳۵۶۶۵/۳۸**	۰/۰۰۶۷۲۷**
S*N	۹	۰/۰۰۱۱۸۳۳*	۰/۵۵۷۸۷ns	۲۰۱/۴۰۹**	۱۵۵۰۸/۶**	۰/۱۲۷۲۴**	۴۴۵۰/۹۲**	۰/۰۰۲۹۱۴**
CV (%)		۶	۵/۶۸	۴/۷۳	۱۲/۴۴	۱۰/۵۹	۱۱/۳۸	۵/۶۹

نتایج مقایسه میانگین های عملکرد و اجزای عملکرد تحت اثرات اصلی شوری و کم آبیاری

طول پانیکول

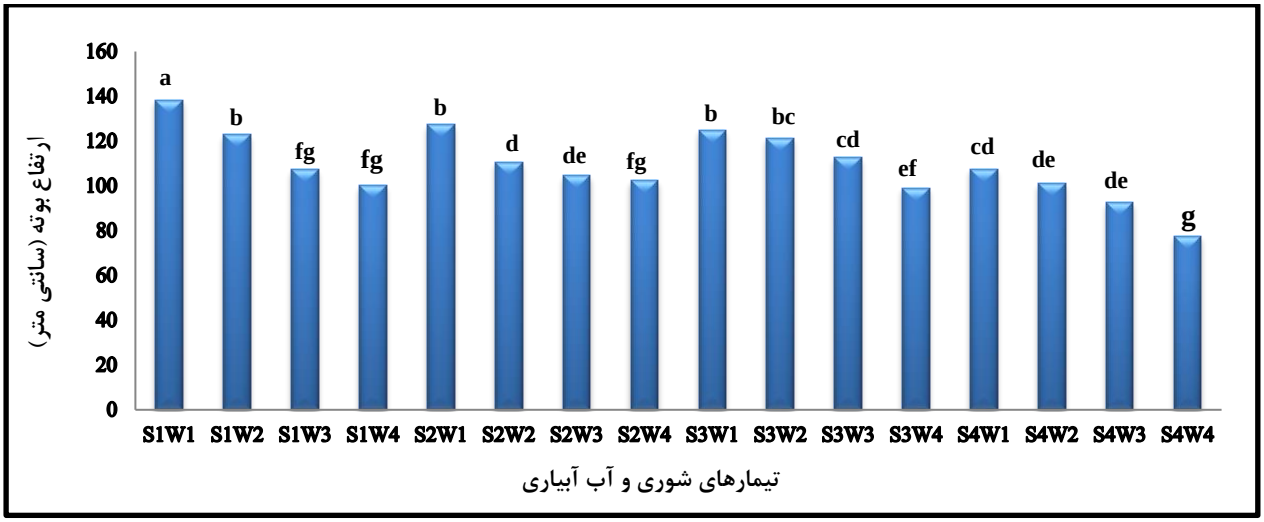
تغییرات میانگین طول پانیکول گیاه ارزن در شوری و آبیاری‌های مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است. مطابق شکل، بین تیمارهای شوری آب آبیاری (S_4,S_3,S_2,S_1) تفاوت معنی داری حاکم است. این بدان معنی است که مقادیر مختلف از شوری آب آبیاری بر صفت طول پانیکول تأثیر معنی‌داری ایجاد کردند و با افزایش مقدار شوری طول پانیکول کاهش یافت. بالاترین طول پانیکول با ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد است و کمترین آن با طول ۱۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری آب آبیاری (S_4) می‌باشد. همچنین مطابق شکل (۳) مشاهده می‌گردد که تیمارهای آب آبیاری بجز در تیمار S_2 تأثیر معنی‌داری را بر طول پانیکول ایجاد کردند. تیمار ۸۰ درصد آب آبیاری (S_2) هر چند حدود یک سانتی‌متر طول پانیکول آن نسبت به تیمار شاهد کمتر است اما تفاوت معنی‌داری را ایجاد نکرد. بالاترین اختلاف در صفت طول پانیکول را تیمار ۴۰ درصد آب آبیاری (S_4) نسبت به تیمار شاهد داشت (کاهش ۳۰ درصدی طول پانیکول نسبت به تیمار شاهد). خرمی و توحیدینژاد (۱۳۹۷) در مطالعه خود تاثیر تنش خشکی و شوری پیوسته بر عملکرد دانه سه رقم ارزن معمولی را مورد بررسی قرار دادند. خروجی نتایج بیانگر این مهم بود که اعمال تنش‌های ذکر شده به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را کاهش داد. همچنین کم آبیاری مداوم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب ارزن گردید.



شکل (۳): نمودار نسبت وزن برگ به ساقه گیاه ارزن در شوری و نیتروژن‌های مختلف

ارتفاع بوته

در شکل (۴) قابل ملاحظه است که ترتیب قدرت سطوح شوری بر کاهش ارتفاع بوته به صورت $S_4 > S_3 > S_2 > S_1$ بوده است. یعنی با افزایش شوری و میزان ثابت آب آبیاری ارتفاع بوته کاهش یافته است. بالاترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار شاهد (S_1W_1) با میزان ۱۳۸/۳۳ سانتی‌متر می‌باشد. بعد از آن تیمارهای $S2W_1$ و $S3W_1$ به ترتیب بالاترین ارتفاع بوته را دارا می‌باشند. تیمارهای S_2W_1، S_3W_1، S_1W_2 و S_3W_2 در یک مرتبه (فاقد اثر معنی‌داری) و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ایجاد کردند. همچنین قابل مشاهده است که بین تیمارهای S_3W_2، S_3W_3 و S_4W_1 تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و این تیمارها در یک گروه قرار گرفتند. بین تیمارهای S_2W_2، S_4W_2، S_2W_3 و S_4W_3 نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و این تیمارها نیز در یک گروه قرار گرفتند اما دارای تفاوت معنی داری با تیمار شاهد می‌باشند. تیمارهای S_2W_4، S_3W_4 و S_4W_4 به ترتیب بالاترین اختلاف را از لحاظ عددی با تیمار شاهد ایجاد کردند، ارتفاع بوته در این تیمارها به ترتیب ۱۰۲/۵۱، ۹۹ و ۷۷/۶۶ سانتی‌متر بودکه به ترتیب ۲۵/۸۹، ۲۸/۴۳ و ۴۳/۸۵ درصد نسبت به تیمار شاهد ارتفاع بوته را کاهش دادند. کمترین اختلاف ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد به میزان ۹/۶۳ و ۷/۹۵ درصد مربوط به تیمارهای به تریب S_3W_1 و S_2W_1 است. به عبارت دیگر با قبول کاهش تقریبا ۷ و ۹ درصد از ارتفاع بوته (در شرایط که کشت جهت برداشت علوفه باشد) می‌توان از آبی با شوری ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر استفاده کرد. کاهش ارتفاع گیاه به موازات افزایش تنش کم آبی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش کم آبیاری و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتا عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع گیاه نسبت داد. (مهدپویان و فرامرزی، ۱۳۹۰).

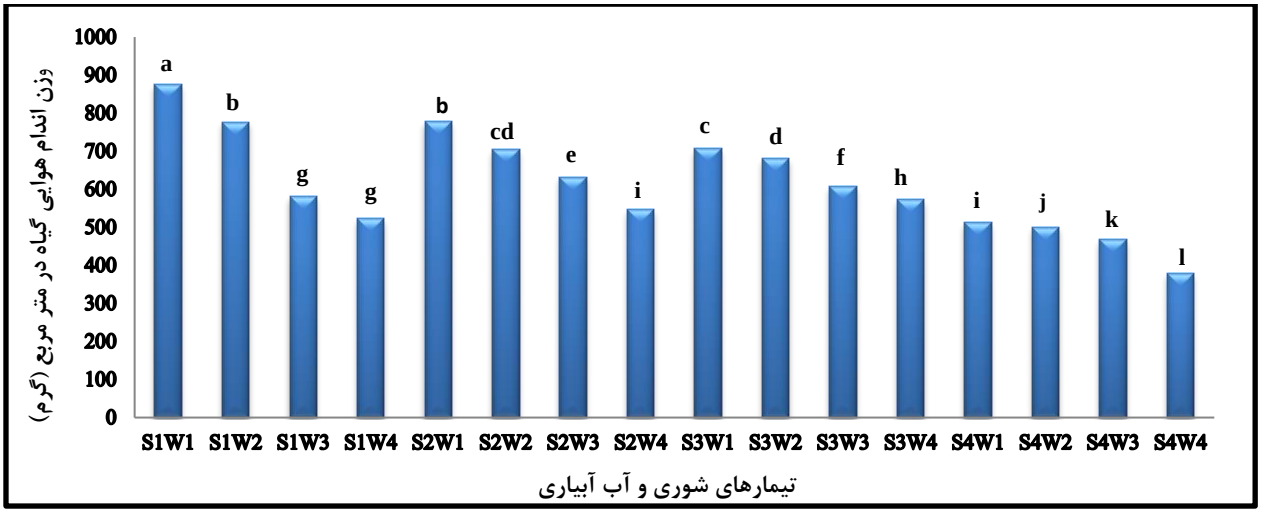


شکل(۴): نمودار تغییرات ارتفاع بوته تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

وزن اندام هوایی گیاه (بیوماس)

مطابق شکل (۵) مشاهده شد که بیشترین مقدار وزن اندام هوایی گیاه ارزن مربوط به تیمار S_1W_1 با میانگین ۸۷۶/۵ گرم در متر مربع و کمترین آن مربوط به تیمار S_4W_4 با میانگین ۳۷۹/۴۳ گرم در متر مربع می‌باشد. تیمارهای S_2W_1، S_1W_2 و S_3W_1 نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۱/۳۷، ۱۳/۲۹ و ۱۶/۷۱ درصد کاهش وزن داشتند. همچنین با اینکه تیمارهای S_2W_1 و S_1W_2 در یک گروه (عدم معنی‌داری) قرار دارند اما دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد هستند. همچنین تیمارهای S_3W_1 و S_2W_2 در یک گروه، تیمارهای S_1W_3 و S_1W_4 در یک گروه، تیمارهای S_2W_4 و S_4W_1 در یک گروه و همگی با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دارند. شکل ۶ نشان می‌دهد که در یک شوری ثابت، با کاهش میزان آب آبیاری از میزان وزن اندام هوایی گیاه ارزن کاسته شده و این صفت به میزان قابل توجهی به میزان آب آبیاری وابسته است. همچنین با توجه به تفاوت کم وزن اندام هوایی در تیمارهای S_1W_1، S_1W_2 و S_1W_3 می‌توان گفت که این صفت در گیاه ارزن بیشتر وابسته به میزان آب آبیاری می‌باشد و میزان افزایش شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری را بر بیوماس گیاه ندارد. به تعریف دیگر وزن اندام هوایی در گیاه ارزن تا شوری ۵ دسی زیمنس بر متر تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و

پارامتر آب آبیاری است که کاهش این صفت را سبب می‌شود. قابل مشاهده است که با افزایش شوری از وزن اندام هوایی گیاه ارزن کاسته شده که این کاهش در شوری‌های پایین (۳ و ۵ دسی زیمنس بر متر) کمتر بوده و در شوری بالاتر (۸ دسی زیمنس بر متر) شدت بیشتری یافته است. یعنی می‌توان گفت که ارزن در شوری‌های پایین‌تر مقاومت خود را برای حفظ رشد به‌طور عادی (جذب حداکثری آب) انجام داده و با افزایش شوری در محیط توسعه ریشه و به تبع آن کاهش جذب آب این مقاومت کاسته شده است. شوری آثار منفی بر رشد گیاه از طریق کاهش پتانسیل آب و کاهش جذب آن توسط ریشه یا از طریق برهم خوردن تعادل یونی دارد (حیدرنژاد و رنجبر، ۱۳۹۳). در همین راستا نتایج تحقیق نیازی و همکاران[1] (۲۰۱۲) در خصوص بررسی تأثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه ارزن بیان داشت که با افزایش تنش شوری از ۵ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر وزن تر و خشک اندام هوایی بوته‌های ارزن با افزایش شدت تنش شوری کاهش معنی‌داری پیدا کرد. همچنین نتایج این بخش از تحقیق با نتایج Vang (2020) نیز مطابقت دارد.



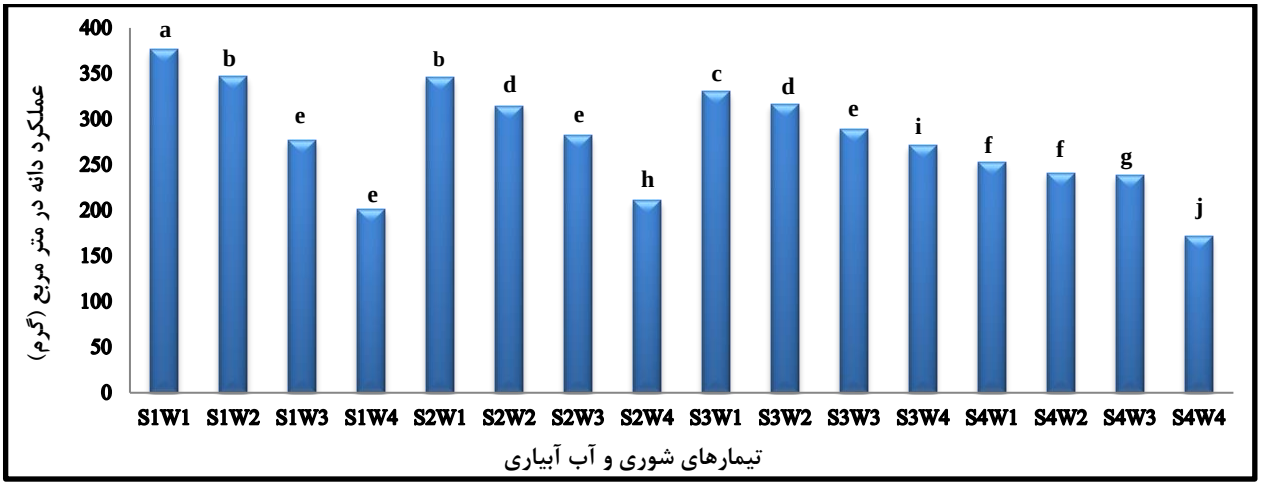
شکل(۵):. نمودار تغییرات وزن اندام هوایی گیاه ارزن تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه ارزن با میانگین ۳۷۶/۴۵ گرم در متر مربع مربوط به تیمار شوری S_1W_1 و کمترین آن ۱۷۱/۸۹ گرم در متر مربع مربوط به تیمار S_4W_4 بود (شکل ۶). بعد از تیمار شاهد تیمارهای S_1W_2 و S_2W_1 به میزان به ترتیب ۳۴۶/۹۳ و ۳۴۵/۷۳ گرم در متر مربع بالاترین عملکرد را دارا می‌باشد. تیمار شاهد با تمام تیمارهای موجود دارای تفاوت معنی دار بود، تیمارهای S_1W_2 و S_2W_1 در یک گروه، تیمار S_3W_1 در یک گروه، تیمارهای S_3W_2 و S_2W_2 در یک گروه، تیمارهای S_3W_3، S_1W_4، S_2W_3 و S_1W_3 در یک گروه، تیمارهای S_4W_1 و S_4W_2 در یک گروه و تیمار S_4W_4 نیز در یک گروه مجزا قرار گرفتند. با توجه به عدم معنی‌داری در بین تیمارهای S_1W_3، S_2W_3 و S_3W_3 می‌توان گفت که عملکرد دانه بیشتر تحت اثر تنش کم آبیاری قرار دارد و تنش شوری (تا شوری ۵ دسی زیمنس بر متر) تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه ایجاد نمی‌کند. در شوری‌های بالا (S_4) تنش شوری موجب کاهش تعداد و سطح برگ می‌گردد که در پی آن جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه و نهایتا عملکرد را کاهش می‌دهد (کابوسی و شامیاتی، ۱۳۹۵). همچنین با توجه به عدم معنی داری بین تیمارهای S_1W_2 و S_2W_1 مشاهده می‌شود که عملکرد گیاه ارزن با کاهش آب آبیاری به میزان ۲۰ درصد و همچنین افزایش شوری از ۰/۶ به ۳ کاهش بالایی نداشته است (تقریبا ۷ درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد). تیمار S_4W_4 نشان می‌دهد که با شوری آب آبیاری به میزان ۸ دسی زیمنس بر متر و تنها دریافت ۴۰ درصد آب آبیاری نسبت به نیاز کامل گیاه عملکردی برابر با ۱۷۱ گرم در متر مربع (۱۷۱۸ کیلوگرم در هکتار) خواهیم داشت. به طور کلی می‌توان گفت که صفت مورد بحث (عملکرد دانه) بیشتر تحت تأثیر کم آبیاری بوده است و در مقابل افزایش شوری آب آبیاری مقاومت خوبی را از

[1] Niyazi et al.

خود نشان داده است (این مقاومت در شوری‌های پایین تر یعنی تا ۵ دسی زیمنس بر متر بالاتر است).

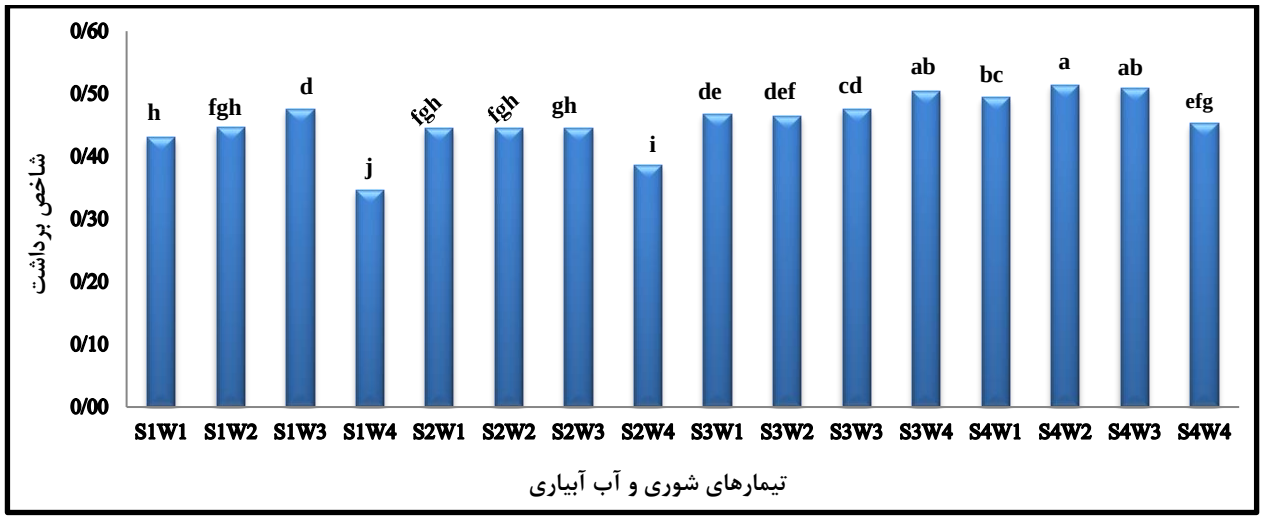


شکل(۶): نمودار تغییرات عملکرد دانه تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

شاخص برداشت

مطابق شکل (۷) مشاهده شد که پارامتر شاخص برداشت با افزایش شوری آب آبیاری روند صعودی و معنی داری داشته است. این بدان معناست که با افزایش میزان شوری در آب آبیاری میزان عملکرد دانه نسبت به بیوماس گیاه (عملکرد دانه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه) کاهش کمتری داشته است. قابل مشاهده است که تیمار شاهد (S_1W_1) با تیمارهای S_4W_3 و S_4W_4 دارای تفاوت معنی‌داری نبوده و در یک گروه قرار گرفتند. بالاترن شاخص برداشت مربوط به تیمارهای S_4W_2، S_4W_3 و S_3W_4 به ترتیب به میزان ۰/۵۱۳، ۰/۵۰۶ و ۰/۵۰۵ می‌باشد و کمترین شاخص برداشت نیز به تیمارهای S_2W_4 و S_1W_4 به تریب به میزان ۰/۳۸۳ و ۰/۳۴۶ تعلق دارد. تیمارهای S_4W_4، S_1W_2، S_2W_1، S_2W_2 و S_2W_3 در یک مرتبه و فاقد اثر معنی‌داری هستند اما تمام تیمارهای ذکر شده تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد ایجاد کردند

.

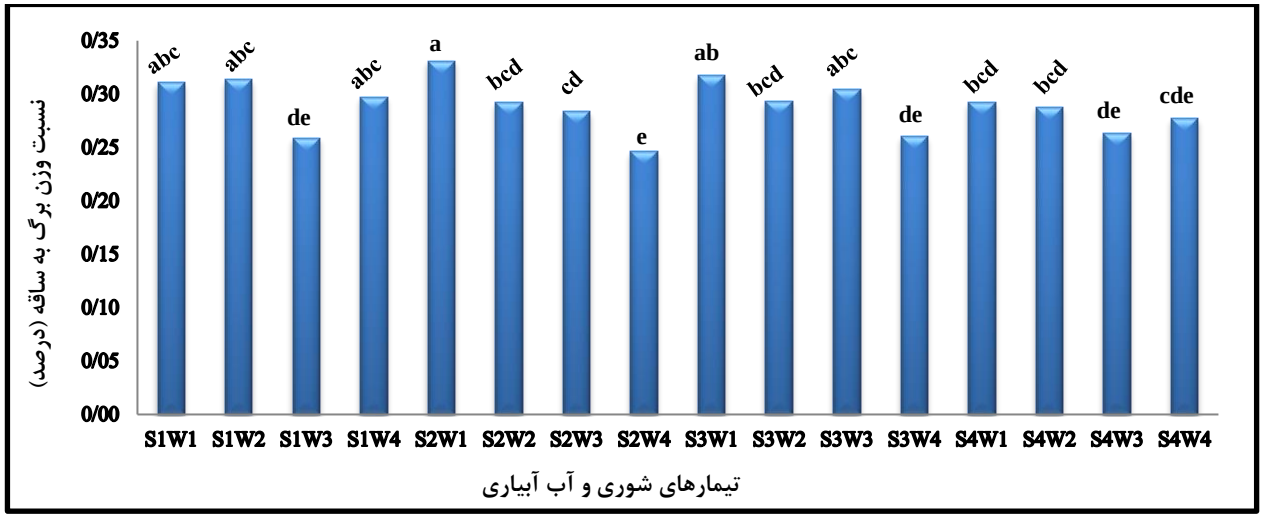


شکل(۷): نمودار تغییرات شاخص برداشت تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

نسبت وزن برگ به ساقه

تغییرات میانگین نسبت وزن برگ به ساقه گیاه ارزن در شوری و کم آبیاری‌های مختلف در شکل (۸) نشان داده شده است. مطابق شکل، تیمارهای S_1W_1، S_2W_1، S_3W_1، S_1W_2، S_3W_3 و S_1W_4 در یک گروه قرار می‌گیرند و تفاوت معنی‌داری ایجاد نکردند. همچنین تیمارهای S_2W_2، S_3W_2، S_4W_1، S_4W_2، S_2W_3 و S_4W_4 نیز در یک گروه قرار گرفته و فاقد اثر معنی‌داری هستند اما تمام تیمارهای

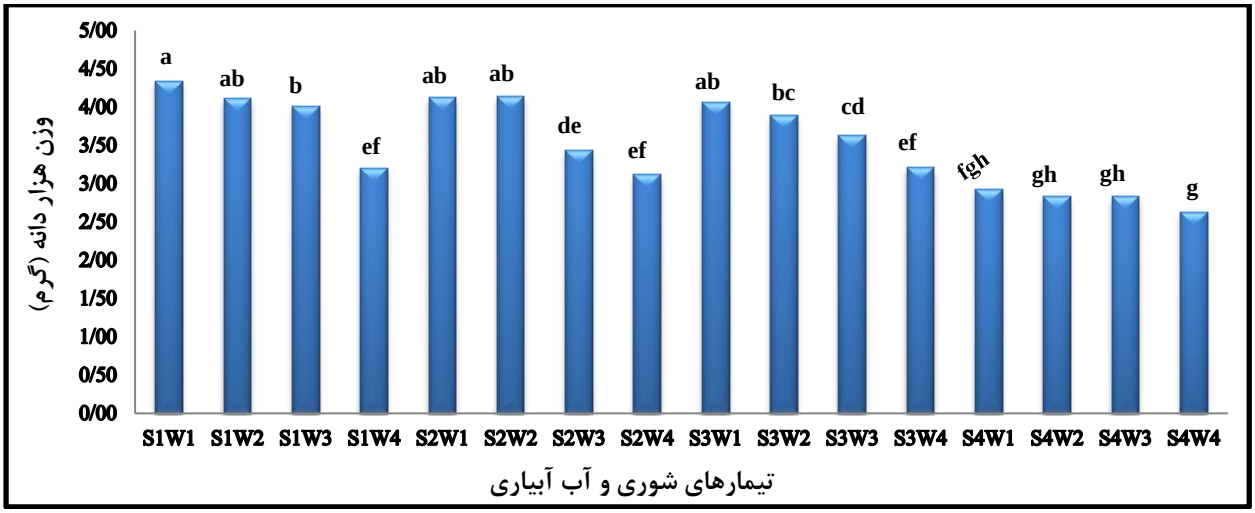
ذکر شده با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را ایجاد کردند. در ادامه نیز تیمارهای S_4W_3، S_1W_3، S_3W_4 و S_2W_4 نیز در یک گروه قرار گرفته و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را ایجاد کردند. با توجه به دسته بندی تیمارهای در گروه‌های مختلف می‌توان گفت که در تیمارهای فاقد تنش کم آبی یا تنش خفیف (W_1 و W_2) حتی در ترکیب با شوری‌های تا ۵ دسی زیمنس بر متر (S_3) تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد ایجاد نشد. این بدان معناست که با افزایش تنش شوری (با شرط آبیاری کامل یا کم آبیاری در حد ۲۰ درصد) نسبت وزن برگ به ساقه تغییر محسوسی نداشته است.بالاترین میزان این صفت مربوط به تیمارهای S_2W_1، S_3W_1 و S_1W_2 و پایین‌ترین این صفت مربوط به تیمارهای S_3W_4 و S_2W_4 می‌باشد. مشاهده می‌گردد که با کاهش میزان آب آبیاری از سطح و وزن برگ‌های گیاه به شدت کاسته شده (کاهش شدیدتر نسبت به وزن ساقه) و همین امر سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد گردیده است. به طور کلی با کاهش میزان آب آبیاری نسبت وزن برگ به ساقه نیز کاهش یافته اما این صفت چندان تحت اثر تیمارهای شوری نیست و این پارامتر در شورهای بالاتر (۸ دسی زیمنس بر متر) اثر خود را نشان می‌دهد. از لحاظ عددی بالاترین تفاوت با تیمار شاهد با اختلاف ۱۹ و ۲۵ درصدی مربوط به تیمارهای به ترتیب S_3W_4 و S_2W_4 می‌باشد. نتایج این بخش از تحقیق در زمینه تأثیر شوری بر کاهش نسبت وزن برگ به ساقه را کاظمینی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در تحقیق خود تایید می‌کند.



شکل(۸):. نمودار تغییرات نسبت وزن برگ به ساقه تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

وزن هزار دانه

ترتیب اثر سطوح شوری بر پارامتر وزن هزار دانه به صورت $S_4 > S_3 > S_2 > S1$ می‌باشد (شکل ۹). در مورد سطح کم آبیاری نیز بالاترین مقدار صفت وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای کامل آب آبیاری و پس از آن تیمارهای ۸۰ درصد (W_2) بوده است. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار S1W1 با میانگین ۴/۳۴۱ گرم و کمترین آن در تیمار S_4W_4 با میانگین ۲/۶۳۳ گرم مشاهده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری و اعمال کم آبیاری وزن هزار دانه کاهش پیدا کرد اما در شوری و کم آبیاری‌های پایین یعنی شوری تا ۳ دسی زیمنس بر متر و کم آبیاری ۲۰ درصدی (تیمارW_2) این تفاوت معنی‌دار نشد به طوری که بین تیمارهای S_1W_1، S_2W_2، S_2W_1، S_1W_2 و S_3W_1 در یک گروه و فاقد تفاوت معنی‌داری هستند. تیمارهای S_1W_3 و S_3W_2 در یگ گروه، تیمارهای S_3W_3 و S_2W_3 در یک گروه، تیمارهای S_3W_4، S_1W_4 و S_2W_4 در یک گروه، تیمارهای S_4W_1، S_4W_3 و S_4W_2 در یک گروه و تیمار S_4W_4 نیز به تنهایی در یک گروه قرار گرفتند. وزن هزار دانه در تیمارهای S_2W_2 و S_2W_1 به ترتیب به میزان ۵/۲۵ و ۷/۶ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد بود. بالاترین اختلاف وزن هزار دانه با تیمار شاهد نیز در تیمارهای S_4W_4 و S_4W_3 به ترتیب به میزان ۳۹/۳۴ و ۳۴/۶۲ درصد مشاهده گردید. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج قاسمی و همکاران (۱۳۹۸) و خرمی و توحیدنژاد (۱۳۹۷) مطابقت دارد.



شکل (۹): نمودار تغییرات وزن هزار دانه تحت تأثیر توام تیمارهای مختلف شوری و کم آبی

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ارزن تحت تنش شوری و کم آبیاری در استان ایلام پرداخته شد، که نتایج بدست آمده از تحقیق در زیر ارائه شده است.

- نتایج نشان داد که با اعمال تنش شوری، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ارزن در تمامی صفت‌های مورد آزمایش جز در صفت نسبت وزن برگ به ساقه تحت تأثیر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت.
- همچنین نتایج نشان داد که بین تیمار شاهد و تیمار S_1W_2 کاهش ۲۹ گرمی از عملکرد دانه در متر مربع شاهد هستیم، یعنی با قبول این میزان کاهش عملکرد می‌توان ۲۰ درصد از آب آبیاری را برای گیاه ارزن کاهش داد.
- نتایج مقایسه میانگین عملکرد ارزن نشان داد که بین تیمارهای ۳ و ۵ دسی زیمنس بر متر شوری آب آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و این نشان دهنده مقاومت گیاه ارزن در مقابل افزایش شوری آب آبیاری است، یعنی با قبول کاهش ۱۳ درصدی از عملکرد دانه می‌توان از آبی با شوری ۵ دسی زیمنس بر متر و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه استفاده کرد.
- نتایج این تحقیق نشان داد که کشت گیاه ارزن تحت شرایط تنش شوری و کم آبیاری راهکار مدیریتی مناسبی برای این گیاه در شرایط شور و کم آب می‌باشد. همچنین به دلیل اینکه کمبود آب شیرین از موانع جدی در تولیدات کشاورزی منطقه محسوب می‌شود، با صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین و استفاده از منابع آب جایگزین (آب‌های شور و لب شور) که ارزش اقتصادی و کاربرد کمتری دارند می‌توان اقدام به تولید گیاه ارزن نمود.
- به‌طور کلی با توجه به مقاومت ارزن در مقابل تنش‌های شوری و کم آبیاری و عملکرد قابل قبول آن در شرایط نامناسب محیطی می‌توان از این گیاه به‌عنوان یک گزینه مناسب در تولید دانه (مورد استفاده انسان و دام) بهره برد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از حمایت مالی دانشگاه شهید چمران اهواز با شماره پژوهانه SCU.WI1401.273 تشکر و قدردانی می کنند.

منابع

حیدرنژاد، س.، رنجبر، ا. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر تنش شوری بر برخی ویژگی های رشد و میزان تجمع یونی در گیاه اشنان. مهندسی اکوسیستم بیابان، (۴) ۳، ۱۰-۱.

خرمی، ع.، توحید نژاد، ع. ۱۳۹۷. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه سه ژنوتیپ ارزن معمولی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی، شماره (۱) ۱۱، ص ۲۱-۱۱.

مهرپویان، م.، فرامرزی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف کم آبیاری بر عملکرد کمی و راندمان مصرف آب در ارزن نوتریفید و سورگوم اسپید فید. نشریه گیاه و زیست بوم (ویژه نامه تنش خشکی و شوری)، شماره (۷) ۲۶، ص ۷۱-۶۰.

نباتی، ج.، رضوانی‌مقدم، پ. ۱۳۸۹. اصر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، شماره ۴۱، ص ۱۸۶-۱۷۹.

نصیرپور، م.، ذاکرنژاد، س. ۱۳۹۷. تأثیر تراکم کاشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد علوفه ارزن مرواریدی در شرایط آب و هوایی اهواز. فصلنامه علوم به‌زراعی گیاهی، شماره ۸ (۲)، ص ۱۸۲-۱۷۱.

سلامتی، م.، کریمیان، ن. ع. و سعادت، س. ۱۳۸۹. اثرات فسفر و شوری بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کارایی مصرف آب در کلزا. پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی، شماره (۴) ۸، ص ۱۸-۱.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۸۴. موذف.لوژی و آناتومی غلات (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تبریز. ص ۵۸۸.

کامی، ک.، محمد، ش. ۱۳۹۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات رویشی و عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف کلزا، شماره (۱۰) ۲، ص ۳۴۳-۳۳۱.

سیادات، ع.، ولی نژاد، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه سه ژنوتیپ ارزن معمولی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی، شماره (۱) ۱۱، ص ۲۱-۱۱.

قاسمی، ا.، خزاعی، م.، قانیی، ح. ۱۳۹۸. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارزن دم روباهی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، شماره (۱۲) ۲، ص ۴۱۳-۴۰۲.

Akhani, H. 2006. Biodiversity of halophytes and sabkha ecosystems in Iran. 71-88. In M. A. Blum A. 2011. Plant Breeding for Water- Limited Environments. Springer. 258 pp.

Tahir, M., Khalid, U., Khan, M. M. 2020. Sailinity effects on five Cultivars of peal millet. Irrigation with poor quality water, 2: 122-134.

Yamada, S., Yamaguchi, T., Davaid Lopez Aguilar, R. 2016. Characteristics of Na, K, Ca, Mg and P absorption in Kochia plant (Kochia Scoparia (L.) Schrad.) under sainity stress. Sand Dune Research. 63(1):1-8.

Yensen, N. P. 2006. Halophytes uses for the twenty-first century. A new hypothesis: the role of sodium in C4 physiology. Pp. 367-396. In: M. A. Khan and D. J. Weber (eds.) Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants.

Vang. J., Carberry P. S., O'leary G. J. 2020. Simulating growth, development and yield of tillering pearl millet I. Leaf area profilies on main shoots and tillers. Field Crop Research. 72: 51-66.

Yazar, A., Gokcel, F., Sezen, M. 2009. Corn yield response to partial root zone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. Plant, Soil & Environment. 55(11): 494-503.

Zegbe, J., Behboudian, M., Clothier, B. 2004. Partial root zone drying is a feasible option for irrigation processing tomatoes. Agricultural Water Management. 68(3): 195-206.