Improving Performance and Water Productivity of Green Squash under Different Levels of Water and Nitrogen Fertilizer Consumption

A. Hasni[1] and D. Akbari Nodehi[*]

نسخه پیش از انتشار

Abstract

In the conditions of lack of moisture in the soil, which affects the absorption of nutrients and especially nitrogen, it is necessary to establish a balance between the nitrogen consumption and the availability of moisture in the soil. Therefore, determining the optimal level of fertilizer to achieve high performance is one of the important goals of the research. Considering that green squash is cultivated in the region and no research has been done on the effect of agricultural inputs on the characteristics of this plant. Therefore, in this research, the effect of drought stress and nitrogen fertilizer on the yield and productivity of green squash was done year 2015 in Sari city. The experiment was in the form of split plots with randomized complete design, in three replications The evaluated treatments included four irrigation levels of 25, 50, 75 and 100% of the required water as the main treatment and three levels of zero, 100 and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer from urea source as secondary treatment. The measured factors included length, width and weight of single fruit, total plant weight, number of leaves, fresh weight, dry weight and leaf area, total yield and water consumption efficiency. The results showed that the highest yield of the product, fresh and dry weight, width and number of leaves, total weight of the plant was related to the treatment with 100% water requirement and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer. The highest single fruit weight and fruit width are related to the treatment of 75% of water requirement and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer. The highest water productivity was related to the treatment with 25% water requirement and nitrogen consumption of 200 kg/ha. Considering that with a 25% reduction in water consumption, a 12% reduction in yield and a more than 30% increase in water productivity, the treatment of 75% of water requirement and 200 kg of nitrogen fertilizer per hectare can be introduced as the best treatment in water-limited conditions.

Keywords: ?.

Background and Objectives: In the condition of lack of water in the soil, the absorption of nutrients, especially nitrogen, decreases. This makes it possible to establish a suitable balance between the amount of plant access to water and fertilizer consumption to avoid excessive nitrogen consumption. Allocating optimal amounts of irrigation water to increase the efficiency of water and nitrogen consumption is important for farmers. Among the Optimum use of irrigation water leads to maximum crop production, achieving maximum profit, reducing the amount of deep water infiltration and better farm management in saline

1- Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Qaemshahr, Qaemshahr, Iran.
* Corresponding author, Email: dakbarin@yahoo.com

conditions (1). In the conditions of water consumption in the soil, which affects the absorption of nutrients and especially nitrogen, it is necessary to maintain the balance between the nitrogen consumption and its provision in the soil. Therefore, determining the optimal level of fertilizer to achieve high performance is one of the subjects of research. Since green squash is grown in large quantities in Mazandaran province, proper researches have not been done regarding the optimization of water and nitrogen fertilizer consumption in the cultivation of this plant. Therefore, this research was conducted with the aim of the effect of drought stress and nitrogen on some physiological characteristics, yield and water productivity of this plant in Sari region.

Methods: The experiment was in the form of split plots with randomized complete design, in three replications The evaluated treatments included four irrigation levels of 25, 50, 75 and 100% of the required water as the main treatment and three levels of zero, 100 and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer from urea source as secondary treatment. Irrigation treatment was applied after observing the first fruit. Before the appearance of the first fruit, all treatments were fully irrigated. Nitrogen consumption was done in three stages, one third at the beginning of the growing season, one third at the time of flowering and one third at the beginning of fruiting. Finally, plant factors and water productivity were measured and analyzed. The statistical analysis of the data was done using MSTATC-C statistical software and the comparison of means was done using Duncan's multi-range test at the level of probability.

Results: The results of variance analysis of the data showed that their interaction effect on the growth and reproductive characteristics of green squash was significant. The averages of the interaction effect of drought stress and nitrogen fertilizer on vegetative factors such as number of leaves and leaf weight were the highest in the treatment of 100% water requirement and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer. Plant reproductive factors such as yield were also affected by stress and fertilizer. The highest value was obtained in the treatment of 100% water requirement and 200 kg/ha of nitrogen fertilizer, and the lowest value was obtained in the treatment of severe stress without the use of nitrogen fertilizer. The amount of water productivity has increased with the increase in stress and the amount of fertilizer consumption. In this experiment, the highest water productivity was equal to 21.52 (kg/m3) with the application of 200 kg/ha of nitrogen in low irrigation treatments. The improvement of water efficiency by increasing the nitrogen consumption can be attributed to the increase in yield, because the water consumption was the same for all fertilizer levels. Increasing the amount of nitrogen consumption, by increasing the amount of net photosynthesis, has resulted in an increase in biomass weight (2).

Conclusions: In the studied area, the interaction of drought stress and nitrogen fertilizer had a significant effect on all measured factors except the number and surface of leaves. The deficit of water and nitrogen caused a decrease in the yield by reducing the yield components, and in favorable irrigation conditions, the highest yield was obtained at a higher level of nitrogen fertilizer. The highest productivity was obtained in the treatment with 25, 50 and 75% water requirement and maximum nitrogen fertilizer consumption. According to the results of plant factors and water productivity, the treatment of 75% of the water requirement with the maximum use of nitrogen fertilizer can be considered the best treatment in this experiment.

References:

1. Mousavi, S. G., Thagha, M., Al-Islami., Ansarinia, A., Javadi, H., 2013. The effect of water stress and nitrogen fertilizer on the performance and efficiency of water consumption in Calendula officinalis L. *Scientific-Research Quarterly of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research* 28(3): 493–508 (In Persian).

2. Raun, W. R., Johnson, G. V,. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy* 91: 357–363.

ارتقای عملکرد و بهره‌وری آب گیاه کدو سبز تحت سطوح مختلف مصرف آب و کود نیتروژن

عباس حسنی[1] و داود اکبری نودهی[2]*

چکیده

در شرایط کمبود رطوبت در خاک که جذب عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن تحت تأثیر قرار می‌گیرد، لـزوم برقـراری تناسـب بـین نیتـروژن مصـرفی و فراهمی رطوبت در خاک ضروری است، از این‌رو تعیین سطح بهینه کودی برای رسیدن به عملکرد بالا یکی از اهداف مهم پژوهش می‌باشد. با توجـه بـه این‌که کدو سبز به‌صورت عمده در منطقه ساری کشت شده و تاکنون تحقیقی در مورد تأثیر نهاده‌های کشاورزی بر خصوصیات این گیاه صورت نگرفتـه است، لذا در این تحقیق تأثیر تنش خشکی و کود نیتروژنی بر عملکرد و بهره‌وری آب در کدو سبز، در سال زراعـی ۱۳۹۵ در شهرسـتان سـاری انجـام گرفت. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اصلی با چهار سـطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و فاکتور فرعی با سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی بود. صفات اندازه‌گیری شده شـامل طـول، عـرض و وزن تک میوه، وزن کل بوته، تعداد برگ، وزن تر، خشک و سطح برگ، عملکرد کل محصول و بهره‌وری مصرف آب بودند. نتایج نشان داد بیش‌ترین عملکـرد محصول، وزن تر و خشک، عرض و تعداد برگ، وزن کل بوته مربوط به تیمار با ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بـود. بـیش ترین وزن تک میوه و عرض میوه مربوط به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن است. بالاترین بهره‌وری آب مربوط به تیمـار با ۲۵ درصد نیاز آبی و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بوده است. با توجه به این‌که با کاهش ۲۵ درصدی مصرف آب ۱۲ درصد کاهش عملکرد و بیش از ۳۰ درصد افزایش بهره‌وری آب حاصل گردید می‌توان تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنـی را بهتـرین تیمـار در شرایط محدویت آب معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، بهره‌وری، کود نیتروژن، کدو سبز.

مقدمه

کدو سبز با نام علمـی *Cucurbita pepo*، از جملـه محصـولات کشاورزی با ارزش دارویی است که کمک شایانی بـه بازسـازی مؤثر سلول‌های مغزی مـی‌کنـد (Grubben, 2004). آب از مهـم ترین عوامل محیطی است که بـر روی رشـد و نمـو گیـاه تـأثیر بسزایی دارد. تنش خشکی علاوه بر اثر منفی بر عملکرد، باعـث بروز یا تشدید سایر تـنش‌هـا مخصوصـاً تـنش کمبـود عناصـر غذایی برای گیاه می‌شـود (Sajdi et al. 2010). در بـین عناصـر غذایی نیز نیتروژن نقش بسیار مهمی را در تولید گیاه بـر عهـده دارد و کمبود آن یکـی از عوامـل محـدودکننـده تولیـد گیاهـان

۱- گروه علوم و مهندسی آب، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: d.akbari@qaemiau.ac.ir

است. در شرایط کمبود آب در خاک جذب عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن کاهش یافته و این امر باعث می‌شود که تناسب مطلوبی بین میزان دسترسی گیاه به آب و مصرف کود برقرار گردد تا از مصرف بی‌رویه نیتروژن که تأثیری بر روی عملکرد ندارد، خودداری گردد (Khurana and Singh, 2000). اختصاص مقادیر بهینه آب آبیاری جهت افزایش کارایی مصرف آب و نیتروژن، برای کشاورزان حائز اهمیت است. از اهداف مصرف بهینه آب آبیاری، می‌توان به تولید حداکثر محصول، دستیابی به حداکثر سود، کاهش مقدار نفوذ عمقی آب و مدیریت بهتر مزرعه در شرایط شوری اشاره کرد (Raun and Johnson, 1999). به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و کود نیتروژن (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰درصد نیاز نیتروژن گیاه) بر روی عملکرد و بهره‌وری گیاه کلزا آزمایشی با چهار تکرار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد تمام صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل آزمایش قرار گرفتند. تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد نیاز نیتروژن به‌عنوان تیمار برتر در راستای ارتقای بهره‌وری معرفی شد (Dolatparast et al. 2023). تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری در قالب سه تیمار کم آبی (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و ۴ سطح کود نیتروژنی (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی) بر روی محصول کدو سبز انجام شد. نتایج نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد نیاز کود نیتروژنی بالاترین عملکرد را داشته است. تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی بالاترین بهره‌وری فیزیکی با میزان ۵/۳۱ کیلوگرم بر هر مترمکعب را به خود اختصاص داده است (Refai and Hassan, 2019).

طی تحقیقی بر واریته‌های چای ترش گزارش شد که اگر مقادیر مصرفی نیتروژن ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باشد، افزایش زیست توده متناسب با نیتروژن مصرفی است (Krishnamurthy and Hunsigi, 1998). هم‌چنین نتایج نشان داد که در کم آبیاری با وجود این‌که عملکرد گوجه فرنگی در واحد سطح کم می‌شود، کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، نیز موجب کسب سود بیش تر خواهد شد (Xu et al. 2009). در بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر کدوی پوست کاغذی، مشخص شد که بیش‌ترین تعداد میوه، وزن تر میوه، عملکرد دانه و وزن هزاردانه از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد (Gholipoori et al. 2006). این پژوهشگران بیان نمودند که در اثر مصرف بهینه کود نیتروژن در زراعت کدوی تخمه کاغذی، تعداد میوه در بوته، عملکرد میوه، عملکرد بذر و اجزای عملکرد آن در نتیجه ایجاد تعادل بین رشد رویشی و زایشی، افزایش یافت. به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب گوجه‌فرنگی آزمایشی توسط (Golkar et al. 2017) صورت گرفت. تیمارهای آبیاری به میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد و حداکثر بازده مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل شده و در تیمارهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، عملکرد به ترتیب ۲۴، ۵۷ و ۷۴ درصد کاهش یافت. تحقیقی با سه تیمار کم آبیاری (صفر، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و چهار سطح کود نیتروژنی (صفر، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر روی محصول بادمجان انجام گردید (Abdzad-Gohari et al. 2014). آنان گزارش کردند در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی فاکتورهای گیاهی کاهش نداشته است اما در تیمارهای دیگر کم آبیاری موجب کاهش وزن متوسط میوه، تعداد میوه و به تبع آن عملکرد بوته خربزه و هم‌چنین سفتی بافت میوه و کلروفیل می‌شود.

در شرایط کمبود آب در خاک که جذب عناصر غذایی و به ویژه نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لزوم برقراری تناسب میان نیتروژن مصرفی و فراهمی رطوبت در خاک ضروری است، استفاده بهینه از آب و کود نیتروژن و اعمال مدیریت درست می‌تواند علاوه بر افزایش محصول از زیان‌های ناشی از کمبود منابع آب جلوگیری نماید. از این‌رو تعیین سطح بهینه مقدار آب و کود برای رسیدن به عملکرد بالا یکی از اهداف

نسخه پیش از انتشار

مهم پژوهش می‌باشد. از آنجا که کدو سبز به‌صورت گسترده در استان مازندران مورد استفاده قرار می‌گیرد. در منطقه پژوهش-های زیادی در خصوص بهینه‌سازی مصرف آب و کود نیتروژن در زراعت این گیاه انجام نگرفته است. لذا این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد و بهره‌وری آب گیاه کدو سبز در منطقه ساری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات کم آبیاری و نیتروژن بر روی عملکرد و بهره‌وری آب کدو، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه ۰۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه ۱۰ دقیقه شرقی با ارتفاع ۳۰ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد ارزیابی شامل چهار سطح آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز به‌عنوان تیمار اصلی و سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی از منبع اوره به عنوان تیمار فرعی به اجرا در آمد. تیمارهای کودی بر پایه آزمون خاک و با توجه به میزان ماده آلی و نیاز کودی کدوی سبز انتخاب گردید. در جدول (۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داده شده است.

نیاز آبی گیاه طی فصل رشد بر اساس داده‌های تبخیر از تشت محاسبه شد (معادله ۱).

$$ETc = K_p . E_{pan} . K_c \qquad (۱)$$

که در آن مقدار ETc برابر تبخیر و تعرق گیاه، Epan برابر با تبخیر از تشت، Kp: ضریب تشت و Kc ضریب گیاهی می باشد.

مقادیر تبخیر از تشت از ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری به‌دست آمد. مقادیر ضریب تشتک از مطالعات موجود در منطقه برای شهر ساری متوسط ۰/۷ در نظر گرفته شد (Akbari Nodehi, 2010). ضریب گیاهی برای گیاه گدو سبز برای مرحله اولیه، مرحله توسعه گیاه، مرحله میانی و مرحله پایانی از نشریه FAO56 به‌ترتیب مقادیر ۰/۹۵، ۰/۹۵ و ۰/۷۵ به‌دست آمد (Allen et all. 1998). مقدار آب آبیاری با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۸۰ درصد به تیمارها اعمال شد. با توجه به مقدار کم هدایت الکتریکی خاک (جدول ۱) نیاز آبشویی در محاسبات لحاظ نگردید. با توجه به بارنگی مناسب فصل غیر زراعی در منطقه، آبشویی به‌صورت طبیعی انجام می‌گردد.

مقدار آب آبیاری تیمارها به‌صورت شیاری در داخل هر کرت آزمایشی و با استفاده از کنتور حجمی و بر مبنای رساندن رطوبت خاک در عمق ریشه به حد ظرفیت زراعی برای تیمار ۱۰۰ درصد تعیین و در تیمارهای دیگر بر اساس درصد نیاز آبی مقدار آب مورد نیاز اعمال شد. برای اعمال تیمارها، آبیاری در کرت‌هایی به ابعاد ۳/۵ ×۴ متری یک هفته بعد از استقرار در زمین اصلی انجام شد. فاصله ردیف‌ها ۱۰۰ سانتی-متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله کرت‌ها از همدیگر یک متر در نظر گرفته شد. در هر گودال دو نشاء کشت و بلافاصله آبیاری شد. پس از استقرار بوته‌ها، تنک کردن و خاکدهی پای آن‌ها اجرا گردید. در خلال فصل رشد، مراقبت‌های لازم از قبل وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و خاکدهی پای آن‌ها انجام پذیرفت. مقدار رطوبت خاک محدوده ریشه گیاه یک روز در میان و به‌صورت وزنی اندازه‌گیری و زمانی که ۶۵ درصد رطوبت در دسترس خاک خارج شد آبیاری برای تیمار ۱۰۰ درصد و به مقدار نیاز آبی انجام و تیمارهای دیگر با توجه به درصدهای ذکر شده مقدار آب مورد نیاز خود را دریافت کردند. میزان آب آبیاری بر اساس مساحت کرت (مترمربع) در نیاز آبی محاسبه شده بر اساس رابطه (۱) برآورد و مقادیر آب در نظر گرفته شده برای هر کرت در اختیار گیاهان قرار گرفت.

مقدار آب مورد نیاز در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۲۶۰۰ مترمکعب در هکتار (۳/۶۴ متر مکعب در هرکرت) بوده است.

کدو سبز به به تعداد ۲۸ بوته در هر تیمار در ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۵ کشت شد. تیمارها بعد از کشت تا حد ظرفیت مزرعه و

نسخه پیش از انتشار

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک در کرت‌های آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 1. Physicochemical characteristics of soil samples at a depth of 0 to 30 cm

بافت خاک Texture	فسفر قابل قابل استفاده Available phosphorus (mg kg^{-1})	پتاسیم قابل استفاده Available potassium (mg kg^{-1})	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	اسیدیته عصاره اشباع خاک pHe	شوری عصاره اشباع Electrical conductivity of salinity of saturated extract (dS/m)	ظرفیت مزرعه (درصد وزنی) Field capacity (%w/w)	نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی) Permanent wilting point %w/w)	رطوبت اشباع (درصد وزنی) Saturated water content (%w/w)	چگالی ظاهری Bulk density (gr cm^{-3})
Clay loam	11	321	1.21	0.134	7.76	0.76	30	17	50	1.31

نسخه پیش از انتشار

به اندازه ۶۰ میلی‌متر تا قبل از ظهور اولین میوه آبیاری شدند. مقدار آب آبیاری بر اساس رابطه (۱) به هر یک از تیمارها اعمال گردید (Huang et al. 2004):

$$d = \frac{(\theta_{fc} - \theta_w).Z.\rho_b}{2} \qquad (۱)$$

که در آن، Θ_{fc}: رطوبت جرمی خاک در حد ظرفیت زراعی (٪)، Θ_w: رطوبت وزنی خاک در زمان آبیاری (%)، Z: عمق توسعه ریشه (عمق متوسط)(cm) و ρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3) است.

بهره‌وری آب (P) با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Huang et al. 2004):

$$P = \frac{Y}{ET_a} \qquad (۲)$$

که در آن: Y عملکرد میوه کدو و ETa تبخیر- تعرق واقعی می‌باشد. ETa برای تیمارهای جداگانه با استفاده از معادله بیلان آب از رابطه (۳) به‌دست آمد:

$$ET_a = P + I + \Delta S - D_P \qquad (۳)$$

که در آن: ΔS تغییرات ذخیره آب در ابتدا و انتهای فصل رشد (mm)، P بارندگی (mm)، I مقدار آب آبیاری (mm) و D_p آب زهکشی شده می‌باشد. از آنجا که مقدار آب آبیاری فقط به اندازه رساندن رطوبت خاک تا رطوبت ظرفیت مزرعه مورد استفاده قرار گرفته است، از این‌رو از مقدار آب زهکشی شده صرف‌نظر شد. مقدار ظرفیت مزرعه به‌صورت آزمایش صحرایی به‌دست آمد. بعد از خارج شدن آب ثقلی اندازه‌گیری متوالی رطوبت (هر ۶ ساعت) انجام و زمانی که مقادیر رطوبت اندازه گیری شده به یک مقدار تقریباً ثابتی رسید، رطوبت به‌دست آمده به‌عنوان رطوبت در ظرفیت مزرعه در نظر گرفته شد (Kiani, 2011). برای خاک این آزمایش ۴۸ ساعت اندازه‌گیری رطوبت انجام شد. اندازه‌گیری درصد رطوبت در نقطه پژمردگی دائم در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه صفحات فشاری تحت مکش ۱۵ بار اندازه‌گیری و به‌ترتیب مقدار ۳۰ و ۱۷ درصد وزنی به‌دست آمد. مقدار چگالی ظاهری خاک نیز ۱/۳ (gr/cm^2) با برداشت خاک مزرعه به‌وسیله استونه نمونه‌برداری به‌دست آمد. راندمان آبیاری با اندازه‌گیری مقدار حجم آب ورودی و خروجی از یک کرت در این طرح، ۸۰ درصد در نظر گرفته شد. بعد از محاسبه مقدار آب مورد نیاز براساس رابطه (۱) تیمار براساس درصد نیاز آب دریافت نمودند. اعمال تیمار آبیاری پس از مشاهده اولین میوه اعمال گردید. تا قبل از ظهور میوه تمامی تیمارها در حد ظرفیت مزرعه و به یک اندازه آبیاری گردیدند. مصرف نیتروژن در سه مرحله، یک سوم ابتدای فصل رشد، یک سوم در زمان گلدهی و یک سوم در ابتدای میوه‌دهی به‌صورت دستی صورت گرفت. سطح برگ با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ با دقت ۰/۱ در هنگام اولین برداشت محصول، تعداد برگ در بوته با شمارش تعداد کل برگ‌ها، وزن تر و خشک برگ با ترازوی دیجیتالی، وزن اندام هوایی بعد از قطع کردن از روی سطح خاک با ترازوی دقیق، طول و عرض میوه‌ها با متر و کولیس (طول و عرض میوه در یک بازه زمانی مشخص و ۱۵ روز بعد از ظهور گل اندازه‌گیری شد) و وزن تک میوه (با توجه به اندازه میوه که زمانش مشخص شد) با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC-C انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر تیمار آبیاری، کود نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات رشدی کدو معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد برگ

نتایج مربوط به تعداد برگ نشان داد که این صفت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بر این اساس با کاهش نیاز آبی، تعداد برگ کاهش یافت (جدول ۳). افزایش تعداد برگ به‌واسطه افزایش میزان کود نیز اتفاق افتاد، به‌طوری‌که تعداد برگ از

نسخه پیش از انتشار

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی از خصوصیات کدو سبز تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژنی

Table 2. The results of variance analysis of some characteristics of green squash under the influence of drought stress and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	وزن تر اندام‌های هوایی (بدون میوه) (کیلوگرم) Weight of aerial parts (without fruit)(kg)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) leaf (surface)(mm^2)	جرم خشک برگ (گرم) Leaf dry (weight)(gr)	وزن تر برگ (گرم) (Fresh weight of (gr) leaves	تعداد برگ (number of leaves)
تکرار (Replication)	2	0.037^{**}	2734^{ns}	22.1^{**}	16.9^{**}	2.58^{**}
تنش خشکی (Drought)	3	6.88^{**}	5066957^{**}	200.5^{**}	728.8^{**}	66^{**}
کود نیتروژنی (fertilizer)	2	1.79^{**}	81875^{**}	58.5^{**}	121.2^{**}	27^{**}
آب×کود (water x fertilizer)	6	0.061^{*}	1069^{ns}	1.32^{**}	2.8^{**}	0.33^{ns}
خطا (error)	16	0.001	1280	0.059	0.067	0.167
CV (ضریب تغییرات)	-	2.1	4.3	1.68	1.91	1.4

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** are non-significant and significant respectively at the 5 and 1 percent probability level

۲۸/۲ در تیمار بدون کود به تعداد ۳۱/۲ در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی رسیده است (جدول ۴).

نتایج نشان داد با افزایش تنش، تعداد برگ کاهش داشت (جدول ۵)، اما در تیمارهای که مصرف کود نیتروژن صورت گرفت کاهش کمتر تعداد برگ مشاهده گردید؛ به‌عنوان مثال تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در یک سطح آماری قرار داشتند.

وزن تر و خشک برگ

تأثیر تنش خشکی، کود نیتروژنی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال ۱ یک معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصله با افزایش تنش وزن تر و خشک کاهش داشت. در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی وزن تر و خشک نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۵۵ و ۵۶ گرم کاهش داشته است (جدول ۳). همچنین افزایش میزان کود نیتروژن نیز باعث افزایش وزن تر و خشک برگ گردید (جدول ۴). بالاترین میزان وزن تر و خشک در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی به‌ترتیب معادل ۴۲/۲ و ۲۲/۴۰ گرم بود.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش خشکی در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ داشت.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های تأثیر تنش بر فاکتورهای رویشی گیاه کدو

Table 3. Comparison of the average effects of stress on plant growth factors

نیاز آبی (Water requirements)	وزن اندام‌های هوایی (بدون میوه) Weight of aerial parts without (fruit)	سطح برگ (leaf surface)	وزن خشک برگ (Leaf dry weight)	وزن تر برگ (Fresh weight of leaves)	تعداد برگ (number of leaves)
(درصد) %	(کیلوگرم) Kg	(سانتی‌متر مربع) cm^2	(گرم) gr	(گرم) gr	-
100	2.85 a	1174 a	19.4 a	37.4 a	32.6 a
75	2.34 b	997.3 b	16.9 b	30.9 b	31.3 b
50	1.32 c	766.6 c	13.2 c	22.9 c	27.9 c
25	0.96d	641.7 d	8.6 d	16.8 d	26.9 d

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های تأثیر کود نیتروژنی بر فاکتورهای رویشی

Table 4. Comparing the averages of nitrogen fertilizer effect on vegetative factors

کود نیتروژنی (Nitrogen fertilizer)	وزن اندام‌های هوایی (بدون میوه) Weight of aerial parts without (fruit)	سطح برگ leaf (surface)	وزن خشک برگ Leaf dry (weight)	وزن تر برگ (Fresh weight of leaves)	تعداد برگ (number of leaves)
kg/ha	kg	cm^2	gr	gr	–
0	1.5 ^{c}	642 ^{c}	12.6 ^{c}	24.1 ^{c}	28.2 ^{c}
100	1.8 ^{b}	767 ^{b}	14.1 ^{b}	26.6 ^{b}	29.7 ^{b}
200	2.3 ^{a}	997^{a}	16.9 ^{a}	30.4 ^{a}	31.2 ^{a}

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی و کود نیتروژنی بر فاکتورهای رویشی

Table 5. Comparing the averages of the mutual effect of drought stress and nitrogen fertilizer on vegetative factors

نیاز آبی (Water requirements)	کود نیتروژنی (Nitrogen fertilizer)	وزن اندام‌های هوایی (بدون میوه) Weight of aerial parts without (fruit)	سطح برگ leaf (surface)	وزن خشک برگ Leaf dry (weight)	وزن تر برگ (Fresh weight of leaves)	تعداد برگ (number of leaves)
%	kg/ha	kg	cm^2	gr	gr	–
100	0	2.35^{c}	1077^{c}	17.4 ^{c}	33.3^{c}	31.3^{c}
	100	2.78^{b}	1171^{b}	18.3^{b}	36.6^{b}	32.7^{b}
	200	3.34 ^{a}	1276^{a}	22.4^{a}	42.2^{a}	33.7^{a}
75	0	1.87 ^{d}	933^{d}	15.6^{e}	28.7^{e}	29.7^{d}
	100	2.33 ^{c}	985^{d}	16.5^{d}	30.4^{d}	31.6^{c}
	200	2.81 ^{b}	1074^{c}	18.7^{b}	34.7^{b}	32.6^{b}
50	0	1.06 ^{g}	668^{gh}	11.4^{g}	20.7^{h}	26.3^{g}
	100	1.27^{f}	777^{f}	12.7^{f}	22.6^{g}	27.7^{f}
	200	1.62^{e}	855^{e}	15.3^{e}	25.6^{f}	29.3^{d}
25	0	0.73 ^{i}	581^{i}	5.8^{i}	13.7^{k}	25.3^{h}
	100	0.88 ^{h}	632 ^{h}i	8.6^{h}	16.7^{j}	27.7^{g}
	200	1.12 ^{f}	713 ^{fg}	11.3^{g}	20.2^{i}	28.3^{e}

(جدول ۱)، به‌طوری‌که کاهش سطح برگ در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی ۴۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد بود (جدول ۳). اثر سطوح کود نیتروژنی بر سطح برگ از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)، کم‌ترین سطح برگ (cm^2 ۶۴۱/۹) در پایین‌ترین سطح کودی (بدون مصرف کود) به‌دست آمد و بیش‌ترین مقدار آن (cm^2 ۹۹۷/۳) مربوط به کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژنی بود (جدول ۳). در برخی تحقیقات دیگر نیز (۶ و ۱۵) کاهش اندازه سطح برگ گیاه در شرایط تنش خشکی گزارش شده است.

وزن اندام‌های هوایی

اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک نیز از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک (۳/۴۳ کیلوگرم در بوته) متعلق به تیمار آبیاری مطلوب (۱۰۰ درصد نیاز آبی) و بیش‌ترین میزان نیتروژن مصرفی بود و کم‌ترین میزان (۰/۷۳ کیلوگرم در بوته) در شرایط تنش شدید خشکی و پایین‌ترین سطح نیتروژن به‌دست آمد. در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش میزان کود نیتروژنی، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت، اما در شرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی (۵۰ و ۷۵ درصد) افزایش کاربرد کود نیتروژنی، میزان عملکرد بیولوژیک را افزایش داد (جدول ۵)، البته زمانی که مقدار رطوبت کم بود (۲۵ درصد) افزایش کود نیتروژن نتوانسته تأثیر زیادی در افزایش عملکرد بیولوژیک داشته باشد. به عبارتی کاربرد مقادیر مناسب کود نیتروژن می‌تواند مقابله با تنش آبی را در گیاه افزایش داد. طی تحقیقاتی در خصوص کم آبیاری گیاه گوجه فرنگی، گزارش شد که کم آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی معنی‌دار بوده و افزایش خشکی موجب کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه فرنگی می‌شود (Dehghan et al. 2014).

خصوصیات زایشی کدو سبز

طول و عرض میوه

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر اندازه میوه (طول و عرض) نداشته است (جدول ۶). تأثیر مقدار کود نیتروژن بر اندازه میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با افزایش میزان کود اندازه طول و عرض میوه افزایش یافت، به‌طوری‌که طول میوه در تیمار بدون کود از ۱۱/۵ سانتی‌متر به ۱۵/۴۸ سانتی‌متر در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۸). اثر متقابل تنش خشکی و کود نیتروژنی در سطح احتمال پنج درصد بر اندازه میوه تأثیرگذار بود (جدول ۶). بالاترین اندازه طول و عرض میوه به‌ترتیب معادل ۱۶/۱ و ۴/۱ سانتی‌متر در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی به‌دست آمد (جدول ۹).

وزن تک میوه

وزن میوه تحت تأثیر کود نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفته و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). افزایش تنش باعث کاهش وزن میوه شد. حداقل وزن میوه در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی و به میزان ۱۴۷/۹ گرم بود که با افزایش رطوبت خاک در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به مقدار ۱۶۳ گرم افزایش یافت (جدول ۷). کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار در وزن میوه‌ها شد (جدول ۶). البته این افزایش در میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی اتفاق نیافتاد و با افزایش میزان کود به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۸). در تأثیر متقابل کود و تنش نیز افزایش معنی‌دار در وزن مشاهده شد (جدول ۶). بالاترین وزن تک میوه در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اتفاق افتاد.

تعداد میوه در بوته

تأثیر تیمارهای تنش خشکی بر تعداد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیش‌ترین تعداد میوه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی معادل ۱۱/۱ عدد به‌دست آمد که در گروه a قرار گرفت. افزایش شدت تنش باعث کاهش تعداد میوه

نسخه پیش از انتشار

جدول ۶. تجزیه واریانس برخی از خصوصیات کدو سبز تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژنی

Table 6. The results of variance analysis of some characteristics of green squash under the influence of drought stress and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	بهره‌وری آب (Water productivity)	عملکرد میوه (Fruit yield)	تعداد میوه (Number of fruits)	وزن میوه (fruit weight)	عرض میوه (fruit width)	طول میوه (Fruit length)
		kg/m^3	kg/ha	−	gr	cm	cm
تکرار (Replication)	2	0.161 ^{ns}	43138 ^{ns}	0.083 ^{ns}	114.5ns	0.34 ^{ns}	3.4 ^{ns}
تنش خشکی (Drought)	3	40.4**	383090**	38.7**	472.6^{ns}	0.36 ^{ns}	1.2 ^{ns}
کود نیتروژنی (Nitrogen) ˚	2	232**	5675577 **	54.8**	1193.3 **	12.2**	48.5**
آب×کود (water x fertilizer)	6	4.6**	** 11534252	1.7**	261.8**	0.36*	0.92*
خطا (error)	16	0.22	1334374	0.19	62.6	0.13	3.4
CV	−	3.1	4.6	5	5.1	10.8	12.7

جدول ۸. مقایسه میانگین‌های تأثیر کود نیتروژنی بر فاکتورهای زایشی

Table 8. Comparison of the averages of the effects of nitrogen fertilizer on reproductive factors

بهره‌وری آب (Water productivity)	عملکرد میوه (Fruit yield)	تعداد میوه (Number of fruits)	وزن میوه (fruit weight)	عرض میوه (fruit width)	طول میوه (Fruit length)	کود نیتروژنی (Nitrogen fertilizer)
kg/m^3	kg/ha	−	gr	cm	cm	kg/ha
11.2^{c}	18280^{c}	6.6^{c}	148.9^{b}	2.2^{b}	11.5^{b}	0
15.3^{b}	24540^{b}	9.1^{b}	151.8^{b}	3.7^{a}	13^{b}	100
20^{a}	32010^{a}	10.8^{a}	167.4^{a}	4.2^{a}	15.5^{a}	200

گردید و در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی به ۶/۴ عدد رسید که در گروه d قرار گرفت. کمبود بیش از حد آب می‌تواند تعداد میوه در بوته را به دلیل افزایش سقط گل کاهش دهد (Shishido et al. 1992). Gholipoori et al. (2006) در یک بررسی دو سال با در نظر گرفتن اثر سطوح مختلف کود نیتروژنی بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخم کاغذی گزارش کردند که بدون کاربرد نیتروژن، میانگین تعداد میوه در هر بوته کم‌تر از دو میوه بود، ولی با کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن میانگین تعداد میوه در هر بوته افزایش یافت.

جدول ۹. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و تنش بر فاکتورهای زایشی

Table 9. Comparing the averages of the mutual effect of nitrogen fertilizer and stress on reproductive factors

بهره‌وری آب (Water productivity)	عملکرد میوه (Fruit yield)	تعداد میوه (Number of fruits)	وزن میوه (fruit weight)	عرض میوه (fruit width)	طول میوه (Fruit length)	کود نیتروژنی (Nitrogen fertilizer)	نیاز آبی (Water requirements)
kg/m^3	kg/ha	–	gr	cm	cm	kg/ha	%
9.1^{g}	23650^{e}	$8d^{e}$	168.9^{ab}	$2.6d^{e}$	12.5^{abc}	0	
12.1^{e}	31420^{c}	11.3^{b}	167.8^{ab}	3.8^{abc}	12.9^{abc}	100	100
15.9^{c}	41390^{a}	14^{a}	152.4^{c}	4.1^{ab}	16.1^{a}	200	
11.9^{ef}	21610^{fg}	8.3^{d}	147.6^{cd}	2^{ef}	10.7^{c}	0	
14.9^{d}	27170^{d}	9.7^{c}	157.3^{bc}	3.5^{c}	13.3^{abc}	100	75
20.9^{a}	36410^{b}	11.7^{b}	178.8^{a}	4.2^{a}	15.8^{a}	200	
21.5^{a}	16270^{i}	5.7^{f}	144.3^{cd}	1.5^{f}	11^{c}	0	
15.6^{cd}	20270^{gh}	$8d^{e}$	144.8^{cd}	3.8^{abc}	12.7^{abc}	100	50
21.4^{a}	27840^{d}	10^{c}	154.7^{bc}	4^{abc}	15.3^{ab}	200	
11.1^{f}	11590^{j}	4.3^{g}	134.8^{d}	2.8^{d}	11.7^{bc}	0	
18.6^{b}	19290^{h}	7.3^{e}	152.9^{c}	3.6^{bc}	13.3^{abc}	100	25
21.5^{a}	22380^{ef}	7.7^{de}	168.6^{ab}	4.2^{a}	14.8^{ab}	200	

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های تأثیر تنش بر فاکتورهای زایشی گیاه کدو

Table 7. Comparison of the averages of the effects of stress on reproductive factors

بهره‌وری آب (Water productivity)	عملکرد میوه (Fruit yield)	تعداد میوه (Number of fruits)	وزن میوه (fruit weight)	عرض میوه (fruit width)	طول میوه (Fruit length)	نیاز آبی Water requirements))
kg/m^3	kg/ha	–	gr	cm	cm	%
12.4^{c}	32150^{a}	11.1^{a}	163^{a}	3.51^{a}	13.8^{a}	100
15.9^{b}	28400^{b}	9.9^{b}	161^{ab}	3.49^{a}	13.3^{a}	75
15.5^{ab}	21460^{c}	7.9^{c}	152^{b}	3.22^{a}	13.1^{a}	50
17.1^{a}	17760^{d}	6.4^{d}	148^{ab}	3.13^{a}	12.8^{a}	25

تأثیر متقابل تنش خشکی و کود نیتروژن نیز بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود. بیش‌ترین تعداد میوه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی معادل ۱۴ عدد حاصل شد. افزایش تنش باعث کاهش تعداد میوه شد، اما با اضافه شدن میزان کود تعداد میوه در تیمارهای تنش افزایش یافت. به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بدون مصرف کود ۸ عدد و در همان تیمار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنی به ۱۴ عدد رسید. در مقابل در تیمار با ۲۵ درصد نیاز آبی و بدون مصرف کود تعداد میوه ۴/۳ عدد بوده که با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنی به ۷/۷ عدد رسیده است (جدول ۹). به نظر می‌رسد که محدودیت آبیاری و نیتروژن در طول دوره رشد گیاه از طریق اختلال در گرده افشانی و کوتاه کردن طول دوره رشد گیاه موجب کاهش تعداد میوه در بوته شده است (Shishido et al. 1992).

عملکرد میوه

تنش خشکی، کود نیتروژنی و اثر متقابل کود نیتروژنی و تنش خشکی بر مقدار عملکرد کدوی سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین عملکرد میوه نشان داد که بالاترین مقدار عملکرد در هکتار مربوط به

تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و به میزان ۳۲۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی حدود ۴۵ درصد افزایش عملکرد داشته است (جدول ۷). با افزایش کود نیتروژنی از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد نیز از ۱۸۲۸۰ به ۳۲۰۱۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۸). بالاترین مقدار عملکرد کدو سبز به میزان ۴۱۳۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌واسطه افزایش مقدار کود به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل شد. حداقل عملکرد نیز مربوط به تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی و بدون مصرف کود نیتروژنی و به میزان ۱۱۵۹۰ کیلوگرم بود.

بهره‌وری آب

مقدار بهره‌وری آب با افزایش تنش و میزان مصرف کود افزایش داشته است (جداول ۷، ۸ و ۹). بیش‌ترین مقدار (۲۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب) در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی حاصل شد.

در این آزمایش بیش‌ترین بهره‌وری آب معادل ۲۱/۵ (kg/m^3) با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تیمارهای کم آبیاری بود (جدول ۹). بهبود بهره‌وری آب با افزایش نیتروژن مصرفی را می‌توان به افزایش عملکرد نسبت داد، زیرا آب مصرفی برای تمام سطوح کودی یکسان بود. افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، از طریق بالا بردن مقدار فتوسنتز خالص، افزایش وزن بیوماس را به دنبال داشته است (Taheri-Asghari, 2019). در شرایط این تحقیق اگر چه افزایش نیتروژن مصرفی، احتمالاً افزایش در تعرق را به همراه داشته است، اما به دلیل تولید عملکرد بیش‌تر در نهایت بهره‌وری آب بیش‌تر شده است. اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر بهره‌وری آب از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). روند تغییرات بهره‌وری آب و عملکرد تحت تأثیر سطوح متفاوت آبیاری و نیتروژن نیز مشابه بود، در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش مقدار کود نیتروژن بهره‌وری آب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما بیش‌ترین بهره‌وری آب در شرایط تنش رطوبتی شدید با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی معادل ۲۱/۵۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۸). (Mousavi et al. 2013) طی تحقیقی گزارش کردند که اثر متقابل سطوح آبیاری و کود نیتروژنی بر بهره‌وری آب از لحاظ آماری معنی‌دار بود و در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش مقدار کود نیتروژنی بهره‌وری آب افزایش یافت، اما در شرایط تنش رطوبتی (ملایم و شدید) کاربرد کود نیتروژن تا حد نیاز گیاه بهره‌وری آب را افزایش داد، اما افزایش بیش‌تر کود نیتروژنی شاخص مزبور را کاهش داد.

بحث

امروزه کاربرد مقادیر مناسب کودهای شیمیایی از اهمیت زیادی برخوردار است و انتخاب ترکیب مناسب تیمار آبیاری و کود نیتروژن می‌تواند شرایط مناسب را برای بهبود عملکرد فراهم آورد. نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه اکولوژیکی مورد آزمایش تنش خشکی و مصرف کود بر تعداد برگ معنی‌دار اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبوده است. به نظر می‌رسد تنش خشکی روی تشکیل سلول‌های اولیه برگ و تمایز آن‌ها تأثیر گذاشته و سبب کاهش تعداد برگ شود (Lobato et al. 2008). ریزش و متعاقب آن کاهش تعداد برگ در شرایط تنش خشکی یک سازش مورفولوژیکی و عاملی برای انتشار مجدد مواد غذایی در گیاه است (Munne-Bosch and Alegre, 2004).

تأثیر تنش خشکی، کود نیتروژنی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال معنی‌دار بود. چرا که گیاه در هنگام تنش، سطح برگ خود را کاهش داده و این امر سبب کاهش تولید مولد فتوسنتزی می‌گردد. با کاهش مواد فتوسنتزی وزن خشک برگ و ساقه کاهش می‌یابد (Taheri-Asghari, 2019). افزایش وزن تر و خشک گیاه به دنبال افزایش کاربرد کود نیتروژن‌دار توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Mehr-Afarin et al. 2018.).

تنش خشکی بر اندازه سطح برگ نیز تأثیر داشت. در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی اندازه سطح برگ ۴۵ درصد نسبت به تیمار

نسخه پیش از انتشار

۱۰۰ درصد بود. کاهش سطح برگ به واسطه تنش خشکی به‌دلیل کاهش محتوای نسبی آب و متعاقباً کوچک شدن اندازه سلول‌ها، کاهش تقسیم سلول‌های مریستمی و در نتیجه کند شدن رشد برگ می‌باشد (Lobato et al. 2008.).

کاهش مصرف کود نیتروژنی و افزایش تنش خشکی بر ابعاد میوه نیز تأثیرگذار بود. با افزایش تنش خشکی و کود نیتروژن ابعاد میوه کوچک شده است. معمولاً ریشه‌های گیاهان مواد غذایی و آب را از سطوح بالایی خاک در شرایطی که تنش آبی نباشد، جذب می‌کنند. از طرفی ممکن است به دلیل عدم رطوبت کافی خاک در منطقه ریشه باشد که در نتیجه آن فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله جذب مواد غذایی، رشد گیاه، فتوسنتز و تجمع ماده خشک گیاهی کاهش می‌یابد و این منعکس‌کننده خصوصیات زایشی کمتر در اثر تنش کم آبی است (Simsek and Comlekcioglu, 2011).

افزایش میزان تنش خشکی و کاهش مصرف کود نیتروژنی باعث کاهش شدید وزن میوه کدو شده است. با افزایش مقدار آب مصرفی و کود نیتروژنی وزن میوه افزایش معنی‌داری داشته است. بالاترین وزن میوه‌ها در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنی بوده است. کاهش وزن میوه‌ها احتمالاً به دلیل کاهش رشد گیاه و فتوسنتز همراه با پیری برگ‌ها در اثر تنش به گیاه می‌باشد. هم‌چنین تنش کم آبی با کاهش جذب نیتروژن و استفاده آن توسط گیاه، مانع بزرگ شدن سلول‌ها شده و سطح برگ و فتوسنتز را کاهش می‌دهد (Reddy et al. 2004.).

تعداد میوه در بوته میوه کدو سبز نیز تحت تأثیر تنش خشکی و مصرف کود نیتروژن قرار گرفت و با افزایش تنش خشکی و کاهش مصرف کود نیتروژنی این فاکتور نیز کاهش داشته است. به‌نظر می‌رسد که محدودیت آبیاری و نیتروژن در طول دوره رشد گیاه از طریق اختلال در گرده افشانی و کوتاه کردن طول دوره رشد گیاه موجب کاهش تعداد میوه در بوته می‌شود (Al-Omran et al. 2005).

بالاترین مقدار عملکرد کدو سبز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بوده که نسبت به تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی حدود ۴۵ درصد افزایش عملکرد داشته است. هم‌چنین با افزایش کود نیتروژن عملکرد نیز افزایش داشته است. بالاترین مقدار عملکرد کدو سبز برای تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل شد. حداقل عملکرد نیز مربوط به تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی و بود. این وضعیت احتمالاً ناشی از اختلال در فرآیند جذب نیتروژن توسط گیاه در شرایط تنش رطوبتی شدید است (Mousavi et al. 2013). لذا در شرایط کمبود آب در خاک که جذب عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن تحت تأثیر قرار می‌گیرد، لزوم برقراری تناسب میان نیتروژن مصرفی و فراهمی رطوبت در خاک ضروری می‌باشد (Nissanka et al. 1997 Reddy et al. 2004).

در قالب یک نتیجه‌گیری کلی مشخص شد، کمبود آب و نیتروژن با کاهش اجزای عملکرد موجب کاهش عملکرد می‌شوند و در شرایط آبیاری مطلوب، بیش‌ترین عملکرد در سطح بالاتر کود نیتروژن (تیمار آبیاری کامل با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن) حاصل شد. در شرایط تنش آبی نیز، افزایش مقدار کود نیتروژن، عملکرد دانه را افزایش داد. بیش ترین بهره‌وری مربوط به تیمار ۲۵ درصد آبیاری با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود که بهبود بهره‌وری آب با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی را می‌توان به افزایش عملکرد نسبت داد، چراکه برای تمام سطوح کود، مقدار آب مصرفی یکسان بود و مصرف کود نیتروژن بالاتر موجب عملکرد بیش‌تر شده که در نتیجه مقدار بهره‌وری آب را بالا برده است. در شرایط این آزمایش، با در نظر گرفتن دو فاکتور عملکرد دانه و بهره‌وری آب، هر چند تیمار آبیاری کامل با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص داد، تلفیق کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی بالاترین بهره‌وری را داشته‌اند. با توجه به نتایج می‌توان تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن را بهترین تیمار در شرایط محدویت آب معرفی کرد.

نسخه پیش از انتشار

تشکر و سپاسگزاری

تضاد منافع

.

منابع مورد استفاده

1. Abdzad-Gohari, A., Amiri, A., Alizadeh, A., 2014. Estimation of production function and efficiency of water consumption in eggplant plant under drip irrigation and nitrogen fertilizer conditions. J. soil water. Resources. prot. 5(1), 41–54.
2. Akbari-Nodehi, d., 2010. Estimating the coefficient of evaporation pan in order to calculate evaporation-transpiration (case study: Sari synoptic station). J. Res. Agric. Sci. 2(7), 74–65 .
3. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrig. Drain. Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 125–162.
4. Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah, A.M., Al-Harbi, A.R., 2005. Effect of drip irrigation on squash (Cucurbita pepo) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. J. agri. water manag. 73(1), 43–55.
5. Dehghan, H., Alizadeh, A., Esmaili, K., Nemati, S.H., 2014. Root growth, yield and yield components of tomato under drought stress. J. Water Res. Agr. 29(2), 169–179.
6. Dolatparast, B., Hosseinpanahi, F., Siosemardeh, A., Mansori, H., 2023. Evaluation of the Effect of Different Irrigation and Nitrogen Fertilizer Levels on Growth Indices and Grain Yield of Winter Oilseed Rape (Brassica napus L.) in Drip Irrigation Method. J. Crops. Impr. 25 (1), 33–49.
7. Gholipoori, A., Javanshir, A., RahimZadeh-Khoie, F., Mohammdi, A., Biat, H., 2006. The effect of different nitrogen level and prnuning of head on yield and yield component of medicinal pumpkin (Cucurbita pepo L.). J. Agri. Sci. Natural Reco. 13(2), 32–41.
8. Golkar, F., Farhamand, A., Fardad, H., 2017. Investigating the effect of irrigation water on yield and efficiency of water consumption in tomatoes. J.Water. Eng. 1(1), 13–20.
9. Grubben, G., 2004. Plants resources of tropical Africa 2. Vegetables. PROTA foundation, Wag, Neth .pp 60–109.
10. Huang, M., Calich, J., Zhong, L., 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irri. Sci. 23, 47–54.
11. Khurana, E., Singh, J.H., 2000. Influence of seed size on seedling growth of Albizia procera under different soil water levels. Annals. Bot. 86, 1185–1192.
12. Kiani, A.R., 2011. Irrigation basics and methods, First Edition. Agricultural science of Iran. Tehran.
13. Krishnamurthy, N., Hunsigi, G., 1998. Influence of plant density and nitrogen levels on mesta: growth components, dry matter and biomass yields. J. Agr. Sci. 26(3), 239–243.
14. Lobato, A.K.S., Oliveira Neto, C.F., Santos Filho, B.G., Costa, R.C.I., Cruz, F.J.R., Neves, H.K.B., Lopes, M.J.S., 2008. Physiological and biochemical behavior in soybean (Glycine max cv. Sambaiba) plants under water deficit. Aus. J. Crop Sci. 2, 25–32.
15. Mehr-Afarin, A., Nakhdi-Badi, H., Purhadi, M., Hadavi, A., Qavami, N., Kodkhoda, Z., 2018. Phytochemical and agronomic response of peppermint to the application of biofertilizers and urea. J. Med Plants. 4(40), 118–107.
16. Mousavi, S.G., Thagha, M., Al-Islami., Ansarinia, A., Javadi, H., 2013. The effect of water stress and nitrogen fertilizer on the performance and efficiency of water consumption in Calendula officinalis L. J. Med. Aro. Plantsn . 28(3), 493–508.
17. Munne-Bosch, S., Alegre, L., 2004. Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. Plant Bio. 31, 203–216.
18. Nissanka, S.P., Dixon, M.A., Tollennar, M., 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Sci. 37, 172–181.
19. Raun, W.R., Johnson, G.V,. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agr. J. 91, 357–363.
20. Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J. Plant Phy. 161(11), 1189–1202.
21. Refai, E.F.S.1., Hassan, A.M.A., 2019. Management of Irrigation and Nitrogen Fertilization for Squash Grown at Different Plantation Seasons under Assiut Governorate Conditions. J. Agr. Res. 8(1), 356–370.
22. Sajdi, N.A., Ardakani, m.r., Sahdi, A., Bahrami, A., 2010. Absorption of some nutrients under the influence of mycorrhiza, different levels of zinc and drought stress in maize. J. Agr. Res. 8(5), 791–784.
23. Shishido, Y., Yahashi, T., Seyama, N., Imada, S., 1992. Effects of leaf position and water management on

translocation and distribution of 14C assimilates in fruiting muskmelons. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 60, 897–903.
24. Simsek, M., Comlekcioglu, N., 2011. Effects of different irrigation regimes and nitrogen levels on yield and quality of melon (*Cucumis melo* L.). Afri. J. Bio. 10(49), 10009–10018.
25. Taheri-Asghari. M., 2019. The effect of low water stress on a number of traits in the medicinal plant chicory, under different plant densities. Crop. plant. ecop. 2(4),155–147.
26. Xu, H.L., Qin, F.F., Du, F.L., Xu, Q.C., Wang, R., Shah, R.P., Zhao, A.H., Li, F.M., 2009. Applications of xerophytophysiology in plant production – Partioal root drying improve tomato crops. J. Food. Agr. Envi. 7(3-4), 981–988.

نسخه پیش از انتشار