Archive of SID
DOI: 10.22059/ijswr.2021.311240.668765 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۳، خرداد ۱۴۰۰ (ص ۶۷۶-۶۶۷)

Effect of Irrigation Water Salinity on Growth and Physiology Characteristics of Three Cucumber Cultivars

ALI ALIMOHAMADI[1], NAJME YAZDANPANAH[1*]
1. Department of Water Engineering, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran.
(Received: Oct. 12, 2020- Revised: Jan. 29, 2021- Accepted: Feb. 8, 2021)

ABSTRACT

Studying the response of different plant cultivars to salinity stress and introducing the resistant cultivars is one of the most important strategies to increase cucumber yield under salinity stress. This study was done to investigate the effect of irrigation with different levels of salinity on growth and physiological characteristics of several cucumber cultivars. For this purpose, a factorial experiment with two factors including cultivar (Keyhan, 485 and Nahid 484) and salinity (0.5, 3.1 and 6.2 dS m^{-1}), each at three replications was conducted. The results showed that salinity stress affected the plant growth and photosynthetic pigment content. At the highest salinity level as compared to the control, the chlorophyll a in Keyhan, Nahid 484 and 485 cultivars decreased by 47, 21 and 19%, respectively, while the total chlorophyll was reduced in Keyhan cultivar by 34% and in the other two cultivars by 22%. Under salinity stress, the highest amount of carotenoids was observed in Nahid 484 and 485. The results also indicated that with increasing salinity level to 6.2 dSm^{-1}, the plant height in Keyhan, Nahid 485 and Nahid 484 cultivars decreased by 30, 23 and 11%, respectively. In addition, the percentage of leaf fall at the highest salinity level was observed in Keyhan cultivar with a 28% reduction as compared to the control. Cultivar 485 showed the highest reduction of root dry weight by 40%. In general, different cultivars showed different responses to salinity stress. Among the cultivars, Nahid 484 showed the hegighest resistance in response to salinity stress, therefore it can be introduced as a tolerance cultivar in terms of salinity stress.

Keywords: Salinity, Carotenoids, Chlorophyll, Leaf Area, Plant Yield.

* Corresponding Author's Email: nyazdanpanah@iauk.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر شوری آب آبیاری بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژی سه رقم خیار

علی علیمحمدی[1]، نجمه یزدان‌پناه[1*]

۱. گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۱- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۱۰- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰)

چکیده

مطالعه پاسخ ارقام مختلف گیاهی در برابر تنش شوری و معرفی ارقام مقاوم یکی از راهکارهای مهم در حفظ و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی ارقام مختلف خیار انجام شد. به این منظور، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور شامل سه رقم خیار (کیهان، ناهید ۴۸۴ و ۴۸۵) و شوری (با سطوح ۰/۵، ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر)، هر یک در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر رشد گیاه و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی دارد به‌طوری‌که در بیشترین سطح شوری، میزان کلروفیل a در ارقام کیهان، ناهید ۴۸۴ و ۴۸۵ به ترتیب ۴۷، ۲۱ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین میزان کاهش کلروفیل کل در رقم کیهان برابر با ۳۴ درصد و در دو رقم دیگر ۲۲ درصد بود. از طرفی، بیشترین میزان کارتنوئید در شرایط تنش شوری، در رقم ناهید ۴۸۴ و ۴۸۵ مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش سطح شوری به ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع گیاه در رقم‌های کیهان، ناهید ۴۸۵ و ناهید ۴۸۴ به‌ترتیب ۳۰، ۲۳ و ۱۱ درصد کاهش می‌یابد. علاوه بر این، بیشترین درصد ریزش برگ در بالاترین سطح شوری نسبت به شاهد، مربوط به رقم کیهان به میزان ۲۸ درصد و بیشترین کاهش وزن خشک ریشه مربوط به رقم ۴۸۵ به میزان ۴۰ درصد بود. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که ارقام مختلف خیار، پاسخ متفاوتی به تنش شوری نشان دادند. در این بین، رقم ناهید ۴۸۴ بیشترین مقاومت را در پاسخ به تنش شوری به خود اختصاص داد و لذا به عنوان یک رقم مقاوم خیار در برابر شرایط تنش شوری معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شوری، کارتنوئید، کلروفیل، سطح برگ، عملکرد گیاه.

مقدمه

گیاهان در طول زندگی خود با تنش‌های محیطی مختلفی روبرو هستند که برخی از آنها شامل دسترسی محدود به آب، شرایط غرقابی، تغییر ناگهانی دما، شوری، کمبود یا سمیت عناصر می باشد. یکی از عوامل مهم در تعیین عملکرد محصولات کشاورزی میزان تأثیرپذیری گیاه از تنش‌های محیطی است. در واقع، تنش محیطی به‌عنوان عاملی که می‌تواند در خارج از محدوده طبیعی فعالیت گیاه عمل کند، در نظر گرفته می‌شود. هنگامی که این عامل به سطح آستانه خود برای گیاهی برسد، گیاه مکانیسم‌های مختلف مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی خود را به‌منظور مقابله با عامل تنش‌زا فعال می‌کند. فعال شدن این مکانیسم‌ها سبب ایجاد سازگاری فیزیولوژیکی جدید شده که منجر به برقراری یک حالت هموستاتیک می‌شود (Jogaiah *et al.*, 2013).

تنش‌های محیطی به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند که بر اساس نوع عوامل تنش‌زای موجود در محیط، می‌توان آن‌ها را به دو نوع زنده و غیرزنده تفکیک نمود. در میان تنش‌های غیرزنده، تنش شوری بزرگترین عامل محیطی در کاهش رشد و تولید گیاه می‌باشد (Allakhverdiev *et al.*, 2000). تنش شوری اثرات زیان-باری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد. شوری برای رشد گیاه یک عامل محدود کننده است زیرا باعث ایجاد محدودیت‌های تغذیه‌ای از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم، افزایش غلظت یونی درون سلولی و تنش اسمزی می‌شود (Kouchaki and Nasiri, 1996). اثرات مضر شوری بالا در گیاهان می‌تواند باعث مرگ گیاه و یا کاهش تولید شود. بسیاری از گیاهان مکانیسم‌های توسعه یافته‌ای برای خروج نمک از سلول و یا تحمل غلظت بالای آن در داخل سلول دارند. در حین شروع و توسعه تنش شوری در یک گیاه، تمام فرآیندهای مهم نظیر رشد، فتوسنتز، ساخت پروتئین، تولید انرژی و چربی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. پاسخ گیاهان به شوری به نوع گیاه، مرحله نمو گیاه، شدت و مدت تنش بستگی دارد (Manchanda and Garg,

* نویسنده مسئول: nyazdanpanah@iauk.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

2008). کاهش رشد گیاه با افزایش شوری آب و خاک توسط پژوهشگران گزارش شده است (Talebi *et al*., 2009، Assadollahi and Mozaffari, 2012 و Kamiab *et al*., 2012). در پژوهشی، Saadatmand *et al*. (2007) گزارش کردند که وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه پسته با افزایش شوری کاهش یافت. آنها همچنین بیان کردند که علائم سمیت شوری ابتدا به‌صورت کلروز حاشیه برگ‌ها آشکار و به تدریج به نکروز تبدیل می‌شود. این علائم در گیاه پسته در رقم سرخس بیشتر از رقم بادامی ریز ظاهر شدند. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که شوری، جوانه‌زنی در گیاه گوجه فرنگی را کاهش داد و زمان لازم برای جوانه‌زنی را طولانی‌تر کرد. تنش شوری باعث ایجاد تغییراتی در رشد، مرفولوژی و فیزیولوژی ریشه می‌شود که این تغییرات باعث تغییر در جذب آب و یون‌ها توسط گیاه می‌شود. همچنین شوری محتوی یونی برگ‌ها را تغییر می‌دهد و باعث می‌شود تا میزان سدیم و کلر افزایش و پتاسیم، کلسیم و منیزیم کاهش یابد (Mohamadzadeh, 2009). در پژوهشی که با هدف بررسی اثرات شوری بر برخی خواص فیزیولوژیک چغندرقند انجام شد، مشخص گردید که با افزایش شوری، کلروفیل کل برگ‌ها، سطح برگ و وزن خشک گیاه کاهش یافت (Emadi *et al*., 2009). در پژوهش دیگری، افزایش شوری خاک موجب کاهش وزن تر برگ و سطح برگ شد، اما بر وزن خشک برگ، درصد آب برگ، سطح ویژه برگ و تعداد برگ تأثیر معنی‌دار نشان نداد (Yazdani *et al*., 2017). در مطالعه دیگری گزارش شد که با افزایش شوری آب خاک از ۰/۹ به ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه به‌ترتیب ۲۰/۴، ۳۵/۱ و ۱۹/۲ درصد کاهش یافت (Raeisi Nejad and Yazdanpanah, 2019).

یکی دیگر از مهم‌ترین اثرات تنش شوری بر گیاهان، تأثیر نامطلوب آن بر شاخص‌های فیزیولوژیکی است. هنگامی که گیاه در شرایط تنش شوری قرار می‌گیرد، فعالیت فتوسنتری آن کاهش یافته و در نتیجه میزان رشد، سطح برگ و محتوای کلروفیل آن کاهش می‌یابد (Viera-Santos, 2004). علیرغم اینکه گیاهان در میزان تحمل به شوری متفاوت هستند، اما در همه آنها، شوری سبب کاهش رشد خواهد شد. این کاهش به‌طور عمده مرتبط با افت ظرفیت فتوسنتزی است که خود می‌تواند به دلیل کاهش محتوای کلروفیل، کارتنوئید، پتانسیل آب برگ، مقدار آب نسبی برگ و میزان تعرق باشد (Viera-Santos, 2004). تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه تأثیر نامطلوب نمی‌گذارد، بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی و نوع بافت و اندام گیاهی (سیر تکاملی)، متفاوت است (Mass and Hoffman, 1997).

در میان گیاهان باغی و زراعی، سبزی‌ها معمولاً به‌علت داشتن دوره رشد کوتاه و ساختار سلولی منحصر به فرد، بیشتر در معرض آسیب‌های تنش شوری واقع می‌شوند. این آسیب‌ها معمولاً به‌صورت ضعف در رشد کلی گیاه و کاهش سطح برگ و حتی مرگ گیاه در سطوح بالاتر شوری مشاهده می‌شود. خیار گیاهی یکساله و از تیره کدوئیان است. طبق آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO, 2019)، کشور ایران با تولید حدود ۸۸۰ میلیون تن، پنجمین کشور تولیدکننده خیار در جهان بود. از طرفی، طبق آمارنامه کشاورزی، خیار با ۱۷/۶درصد رتبه سوم تولید محصولات جالیزی کشور را به خود اختصاص داده است (Iran Agricultural Statistics, 2019). نیازمند بودن این گیاه به آب و هوای گرم سبب شده است تا کاشت آن در مناطقی از ایران نظیر استان کرمان انجام شود که به طور معمول علاوه بر گرم بودن، میزان تبخیر بالایی نیز دارند که همین امر سبب افزایش میزان شوری آب و خاک می‌شود. طی سال‌های اخیر افت کمی و کیفی منابع آب در پی برداشت بی رویه از سفره‌های آب زیرزمینی و خشکسالی‌های اخیر، بر تولید محصولات کشاورزی اثرات نامطلوبی داشته که کمبود منابع آب با کیفیت و در نتیجه، شوری آب آبیاری از جمله موانع کشاورزی در این استان است (Yazdanpanah and Dejhemat, 2015). لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی چند رقم خیار انجام شد. نتایج این پژوهش در راستای معرفی بهترین رقم قابل کشت خیار در شرایط تنش شوری می‌تواند کمک شایانی به کشاورزان منطقه کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در شهرستان رفسنجان استان کرمان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۰۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در این آزمایش، ویژگی‌های فیزیولوژی و صفات رویشی سه رقم رایج خیار (کیهان، ۴۸۵ و ناهید ۴۸۴) که بطور مرسوم در منطقه کشت می‌شود، تحت تأثیر سطوح مختلف شوری ۰/۵ (شاهد)، ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

اعمال تنش شوری

به منظور کنترل هر چه بهتر عوامل محیطی، بذرها در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر کشت شدند. برای پر

www.SID.ir

Archive of SID

کردن گلدان‌ها از خاک زراعی به عنوان بستر کشت استفاده شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده در جدول (۱) آمده است. همچنین برای جلوگیری از تجمع نمک ها در خاک، در کف گلدان‌ها با تعبیه چند منفذ، زهکش تعبیه شد. پس از سبز شدن بذرها، تنک کردن بوته‌ها در مرحله ظهور برگ‌های حقیقی انجام شد به طوریکه در نهایت در هر گلدان دو بوته باقی ماند. کلیه مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاهان به‌طور یکنواخت انجام شد و تا مرحله چند برگی با آب معمولی آبیاری شد. بعد از گذشت سه هفته از کاشت، تیمارهای سطوح شوری از طریق آب آبیاری اعمال شد. برای تهیه سطوح شوری آب آبیاری از دو منبع نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم از هر یک به مقدار ۱ و ۲ گرم در لیتر (جمعا ۲ و ۴ گرم در لیتر) استفاده شد که در نهایت میزان EC برابر با ۳/۱ و ۶/۲ دسی زیمنس بر متر بدست آمد. آبیاری گلدان‌ها در مقادیر یادشده هفته‌ای دوبار به‌طور منظم صورت گرفت. در پایان ۶۰ روز پس از اعمال تنش، گیاهان از گلدان‌ها خارج و آنالیزهای لازم روی آن‌ها انجام شد.

پارامترهای رویشی

پارامترهای رویشی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد شامل تعداد برگ، سطح برگ، ارتفاع ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه بود. ارتفاع ساقه با استفاده از خط‌کش تعیین شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل CI 202 همه برگ‌ها اسکن و سطح کل برگ‌ها بر حسب سانتی‌متر مربع بدست آمد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ساقه و ریشه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده و سپس توزین شد.

کلروفیل و کارتنوئیدها

میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل با استفاده از روش (2002) Porra با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد. به این منظور، ۰/۲۵ گرم نمونه برگی را در هاون‌چینی با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده تا به‌صورت محلول یکنواختی درآمد. نمونه‌ها به لوله‌های سانتریفیوژ منتقل و به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. در مرحله بعد، میزان جذب نور محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۶/۶ و ۶۶۳/۶ نانومتر قرائت گردید. در نهایت غلظت کلروفیل با استفاده از روابط زیر محاسبه شد:

(رابطه ۱)

$$\text{Total chlorophyll (mg/g)} = [(17.76 \times OD646.6) + (7.37 \times OD663.6)] \times [V/W]$$

(رابطه ۲)

$$\text{Chlorophyll a (mg/g)} = [(12.25 \times OD663.6) - (2.55 \times OD646.6)] \times [V/W]$$

(رابطه ۳)

$$\text{Chlorophyll b (mg/g)} = [(20.31 \times OD646.6) - (4.91 \times OD663.6)] \times [V/W]$$

که در آن OD میزان جذب قرائت شده، V حجم استون مصرف شده وW وزن‌تر نمونه (گرم) می‌باشد.

برای محاسبه کارتنوئیدها بر اساس روش (1987) Lichtenthaler and Welburn، از فرمول زیر استفاده شد و میزان جذب در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد.

$$\text{Carotenoids (mg/g)} = (1000OD470 - 3.27[\text{chl a}] - 104[\text{chl b}]) \times [5/227] \times (0.25)$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، تجزیه واریانس برای بررسی معنی‌داری اثر فاکتورها بر متغیرهای مورد مطالعه انجام و در ادامه مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، تنش شوری و برهمکنش بین آنها در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه خیار معنی‌دار است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد با افزایش میزان شوری، ارتفاع ارقام مورد مطالعه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد هر چند اختلاف معنی‌دار بین اثر دو سطح شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر بر ارتفاع ارقام کیهان و ناهید ۴۸۴ مشاهده نشد. شوری با کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی می‌تواند باعث کاهش ارتفاع بخش هوایی و طول ریشه گردد. بدیهی است که کاهش طول ساقه و ریشه باعث کاهش وزن و در نتیجه، کاهش ماده خشک گیاه می‌شود (Tuna et al., 2007).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

درصد اندازه ذرات			درصد ظرفیت	جرم مخصوص ظاهری	هدایت الکتریکی	pH
رس	سیلت	شن	زراعی	(گرم بر سانتی‌متر مکعب)	(دسی‌زیمنس بر متر)	
۱۲	۴۰	۴۸	۲۰/۸	۱/۵۵	۰/۹۴	۶/۹

www.SID.ir

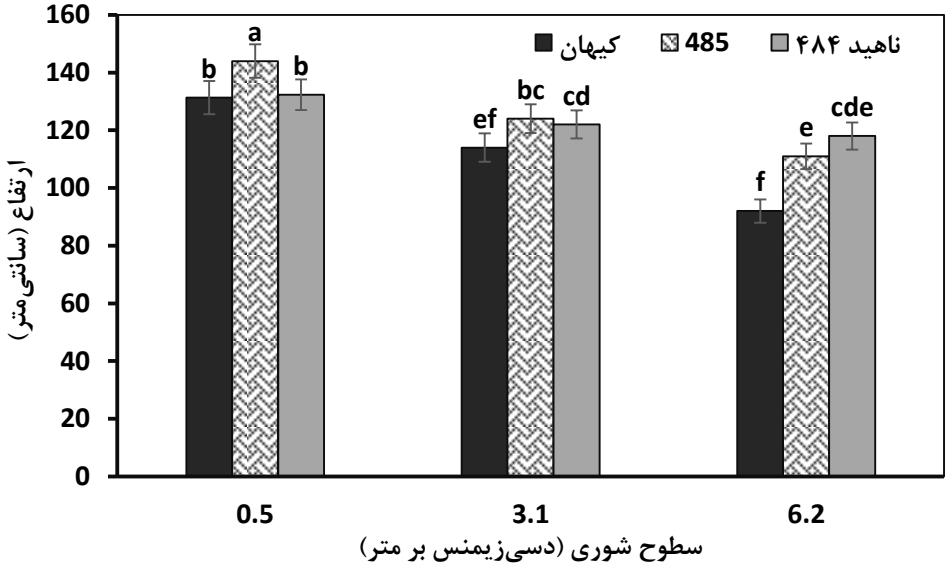
Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات رویشی ارقام خیار در شرایط تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	تعداد برگ	سطح برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
رقم (C)	۲	۵۱۱/۸۱ **	۱۰/۴۵ **	۰/۲۴ ns	۸۳/۲۴ **	۷۳/۵۶ **
تنش شوری (S)	۲	۱۸۹۸/۰۴ **	۳۸/۷۳ **	۶۶/۹۷ **	۶۹۲/۹۷ **	۲۲۲/۵۶ **
C×S	۴	۱۳۸/۱۵ **	۲/۸۲ **	۲/۵۵ ns	۱۳/۶۰ ns	۳۹/۳۲ **
خطا	۱۸	۲۷/۵۹	۰/۵۶	۱/۰۷	۲۰/۱۳	۷/۸۴
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۳۴	۴/۳۴	۹/۲۳	۸/۹۷	۸/۹۷

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

نتایج همچنین نشان داد که ارقام مختلف خیار واکنش‌های متفاوتی به شرایط تنش از خود نشان دادند به طوری‌که ارتفاع ارقام کیهان، ۴۸۵ و ناهید ۴۸۴ به‌ترتیب در سطح ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر حدود ۳۰، ۲۳ و ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد (شکل ۱). نتایج پژوهشی که تأثیر سطوح مختلف آبیاری و شوری بر عملکرد خیار گلخانه‌ای را مورد مطالعه قرار داده بود، نشان داد که با افزایش شوری آب خاک از ۰/۹ به ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته ۵/۶ درصد کاهش یافت این در حالی است که با افزایش شوری آب از ۰/۹ به ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، ارتفاع بوته به میزان ۲۰/۴ درصد کاهش نشان داد (Raeisi Nejad and Yazdanpanah, 2019) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. یکی از دلایل کاهش رشد گیاه در شرایط شوری، کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت ناشی از یون سدیم است که گیاه را با مشکل مواجه می‌سازد. در حقیقت، شوری موجب اختلال در جذب مواد معدنی می‌شود. به‌طوری‌که با دخالت در فعالیت ناقل‌ها و کانال‌های یونی در ریشه مانند کانال-های انتخابی (رقابت سدیم با پتاسیم) و یا با تغییر ساختار خاک موجب کاهش جذب آب و مواد معدنی می‌شود (Parida and Das, 2005). همچنین شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای نیازهای رشد باقی می‌ماند. بنابراین گیاهان در شرایط تنش به طور عام ضعیف‌تر بوده و رشد گیاه کاهش می‌یابد. همچنین در شرایط شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد (Abtahi, 2001).



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در سه رقم خیار متأثر از سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

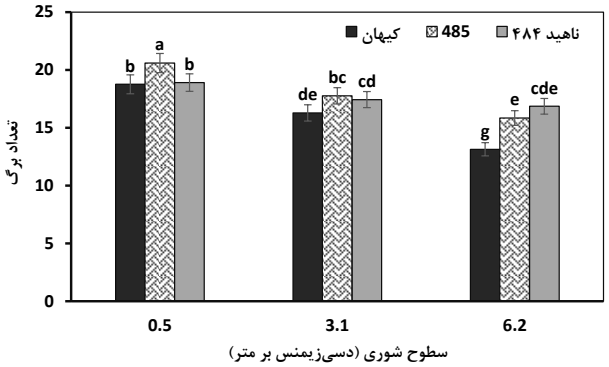
تعداد و سطح برگ

طبق نتایج تجزیه واریانس مربوط به تعداد برگ (جدول ۲)، اثر شوری، رقم و برهمکنش بین آنها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد با افزایش سطح شوری تعداد برگ به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. اختلاف معنی‌دار بین اثر دو سطح شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر بر نعداد برگ در رقم ناهید ۴۸۴ مشاهده نشد. نتایج همچنین حاکی از آن بود که ارقام مختلف پاسخ

www.SID.ir

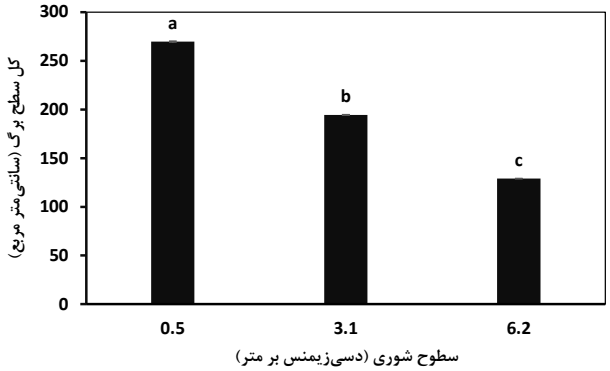
Archive of SID

متفاوتی از لحاظ تعداد برگ در سطوح مختلف شوری نشان دادند به طوری‌که بیشترین تعداد برگ در تیمار شاهد در رقم ۴۸۵ مشاهده گردید و کمترین تعداد برگ در رقم کیهان در شوری ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۲). در شرایط تنش شوری، کاهش جذب و انتقال مواد معدنی از ریشه به برگ گیاه رخ می‌دهد و گیاه با کاهش تعداد و یا سطح برگ، سطح فتوسنتز کننده خود را کاهش می‌دهد و به دنبال آن ظرفیت فتوسنتزی گیاه نیز کاهش می‌یابد (Alinejadian et al., 2018).



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد برگ در سه رقم خیار متأثر از سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به سطح برگ نشان داد که اثر شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر رقم و اثر متقابل شوری و رقم بر سطح برگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش میزان شوری، سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش ۱۳ و ۳۹ درصدی سطح برگ نسب به تیمار شاهد شد (شکل ۳). در پژوهشی به منظور شناخت تأثیر تنش آبی و شوری بر سطح برگ و تعداد برگ گیاه خیار، سه تیمار آبیاری ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و نیز سه سطح شوری به میزان ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ دسی زیمنس بر متر اعمال و مشخص داد که تنش شوری بر سطح برگ تأثیر کاهشی دارد (Yazdani et al., 2017). کاهش سطح برگ در اثر شوری، در نتیجه کاهش مقدار فتوسنتز و یا کاهش فشار تورژسانس در گیاه رخ می‌دهد (Rawson et al., 1988). در این زمینه، Wang et al (2016) عنوان کردند که در مقادیر بالای نمک در محیط ریشه، میزان آب قابل دسترس برای گیاه کاهش می‌یابد که از یک طرف موجب محدود شدن تقسیم سلولی و از طرف دیگر باعث کاهش حجیم شدن سلول‌های برگ شده و در نهایت گسترش سطح برگ کاهش می‌یابد. همچنین Oraei et al (2009) بیان کردند که کاهش سطح برگ ممکن است در ارتباط با پیری زودرس و مرگ بافت باشد، که سرعت رشد را کاهش داده و یا رشد رویشی را به تاخیر می‌اندازد. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی نظیر Wang et al (2016)، Oraei et al (2009) و Talebi et al., (2009) همخوانی دارد که کاهش سطح برگ با افزایش شوری، یکی از دلایل مهم ورود کمتر CO_2 به روزنه‌ها و محدود شدن فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه تحت شرایط تنش شوری می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه میانگین سطح برگ در سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

وزن خشک ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و رقم در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک ساقه معنی‌دار شد ولی برهمکنش بین رقم و شوری تاثیری بر وزن خشک ساقه نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه، وزن خشک ساقه در رقم کیهان به‌طور معنی‌داری کمتر از دو رقم دیگر بود (شکل ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح شوری وزن خشک ساقه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. وزن خشک ساقه در سطوح شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حدود ۱۲ و ۳۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. بسیاری از پژوهشگران بیان نمودند که شوری سبب کاهش وزن ساقه در گیاه خیار می‌شود (Zamani et al., 2020؛ Gurmani et al., 2018) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

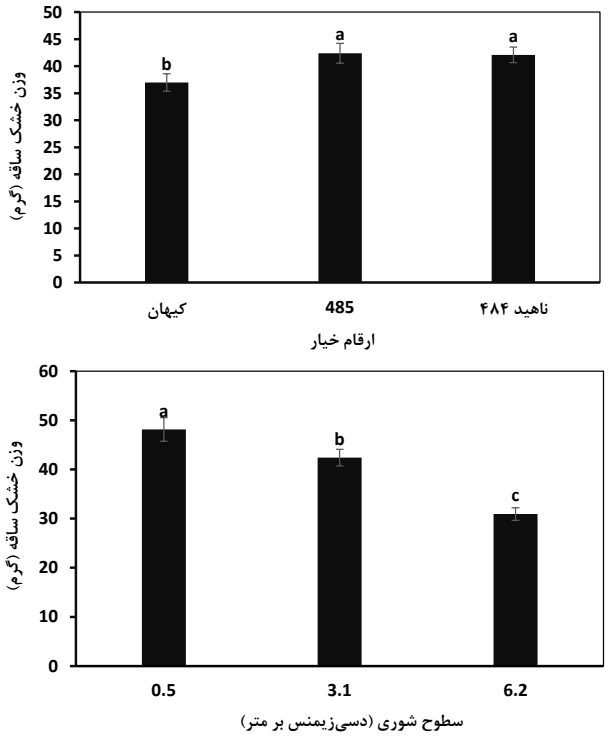
وزن خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به وزن خشک ریشه نیز نشان داد که وزن خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر رقم، تنش شوری و برهمکنش بین آنها قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که با افزایش تنش شوری،

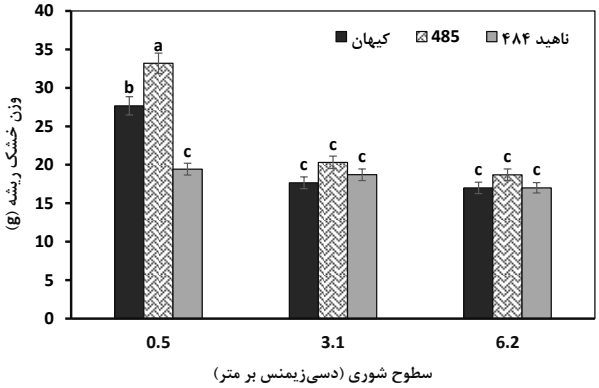
www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک ریشه در تمام ارقام کاهش پیدا کرد ولی تفاوت معنی-داری بین وزن خشک ریشه ارقام در سطوح شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد (شکل ۵). همچنین وزن خشک ریشه در هر سه سطح شوری در رقم ناهید ۴۸۴ از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بود. کاهش ویژگی‌های رشدی ممکن است به‌دلیل اثرهای منفی پتانسیل اسمزی بالا ناشی از شوری محلول خاک باشد که در این شرایط سلول‌های ریشه نمی‌توانند آب مورد نیاز گیاه را جذب کنند. بنابراین جذب آب و عناصر غذایی کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه می‌شود (Wang et al., 2016).



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در سه رقم خیار (بالا) و سطوح مختلف شوری (پایین). حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.



شکل ۵- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در سه رقم خیار متأثر از سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

رنگدانه‌های فتوسنتزی

کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر رقم، شوری و اثر متقابل این دو بر مقدار کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. رقم ۴۸۵ با میانگین ۴/۱۷ میلی‌گرم بر گرم بیشترین و رقم کیهان با میانگین ۲/۱ میلی‌گرم بر گرم کمترین میزان کلروفیل س‌a را داشتند (شکل ۶). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نیز نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a برگ در تیمار بدون تنش (شاهد) وجود دارد. با افزایش سطوح شوری میزان کلروفیل a در همه ارقام مورد مطالعه، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و شوری در سطح احتمال یک درصد بر مقدار کلروفیل b معنی‌دار بود ولی برهمکنش این دو عامل، اثر معنی‌داری بر کلروفیل b نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین بیانگر این مطلب است که رقم ناهید ۴۸۴ بیشترین کلروفیل b را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص داده است (شکل ۷). نتایج همچنین نشان داد که با افزایش میزان شوری تا ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر، کلروفیل b به طور معنی‌داری کاهش یافت هر چند بین دو سطح ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری از نظر کلروفیل b مشاهده نشد. همچنین مشخص شد که در سطوح ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری، کلروفیل b نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۵ و ۲۳ درصد کاهش پیدا کرد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) مشاهده شد که مقدار کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر شوری، رقم و برهمکنش بین آنها قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نیز نشان داد که با افزایش سطح شوری، مقدار کلروفیل کل به طور معنی‌داری در تمام ارقام کاهش پیدا کرد. همچنین، ارقام مختلف پاسخ‌های متفاوتی از نظر مقدار کلروفیل کل از خود در برابر عامل شوری نشان دادند به نحوی‌که مقدار کلوفیل کل در رقم کیهان به‌طور معنی‌داری کمتر از دو رقم دیگر بود. همچنین میزان کاهش کلروفیل کل در ارقام کیهان، ۴۸۵ و ناهید ۴۸۴ در سطح شوری ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حدود ۳۴، ۲۲ و ۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (شکل ۸). در همین ارتباط، نتایج مطالعه‌ای که تأثیر غلظتهای مختلف ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم بر میزان کلروفیل گیاه خیار بررسی شد، نشان داد که افزایش میزان شوری موجب کاهش کلروفیل در گیاه خیار شد (Zamani et al., 2020).

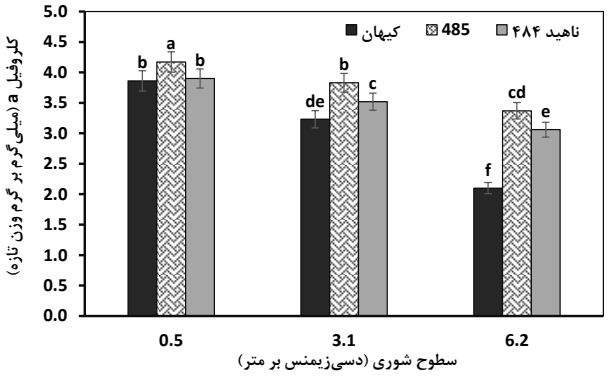
www.SID.ir

Archive of SID

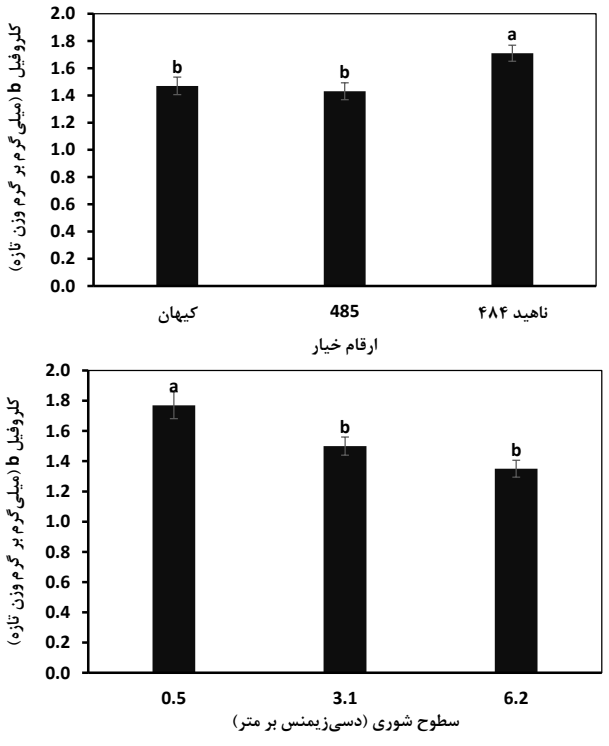
جدول ۳- تجزیه واریانس رنگدانه‌های فتوسنتزی ارقام خیار در شرایط شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید
رقم (C)	۲	۱/۲۰ **	۰/۲۰ **	۱/۱۹ **	۰/۰۰۴**
تنش شوری (S)	۲	۲/۹۱ **	۰/۴۱ **	۵/۰۶ **	۰/۰۵ **
C×S	۴	۰/۲۳ **	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۹ *	۰/۰۰۰۰۵ ns
خطا	۱۸	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۰۰۱۲
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۳۴	۴/۵۷	۳/۴۰	۸/۶۸

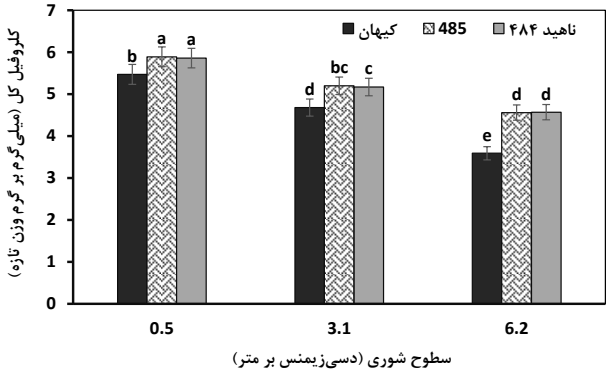
*** و ** به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.**



شکل ۶- مقایسه میانگین کلروفیل a در سه رقم خیار متأثر از سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.



شکل ۷- مقایسه میانگین مقادیر کلروفیل b در سه رقم خیار (بالا) و سطوح مختلف شوری (پایین). حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.



شکل ۸- مقایسه میانگین کلروفیل کل در سه رقم خیار متأثر از سطوح مختلف شوری. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

یکی از اثرات شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی در آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب CO_2 و ظرفیت فتوسنتزی می‌شود. کاهش در محتوای کلروفیل تحت تنش شوری می‌تواند به دلایل مختلف باشد که می‌توان به زوال غشا کلروپلاست و تیلاکوئید (Mane *et al*., 2011)، کاهش آنزیم‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی (Murkute *et al*., 2006)، افزایش میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز تحت شرایط تنش (Reddy and Vora, 2005)، جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل جدید به‌دلیل سنتز بیشتر میزان پرولین، کمبود یون‌های منیزیم و پتاسیم به‌عنوان عناصر اصلی در سنتز کلروفیل، کاهش نسبت پتاسیم به سدیم (Oraei et al., 2009) و حمله رادیکال‌های آزاد اکسیژن ناشی از تنش اکسیدکننده و پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل اشاره کرد (Schutz and Fangmier, 2001; Ranjan et al., 2001). در پژوهشی که به بررسی پاسخ گیاه ذرت در برابر تنش شوری پرداخت، ارتباط منفی بین مقاومت روزنه‌ای و کلرید سدیم گزارش شد (Rahman et al., 2015). در پژوهش یادشده در اثر افزایش شوری، مقاومت روزنه‌ای برگ‌های ذرت افزایش و کل محتوای کلروفیل آن کاهش یافت (Rahman et al., 2015).

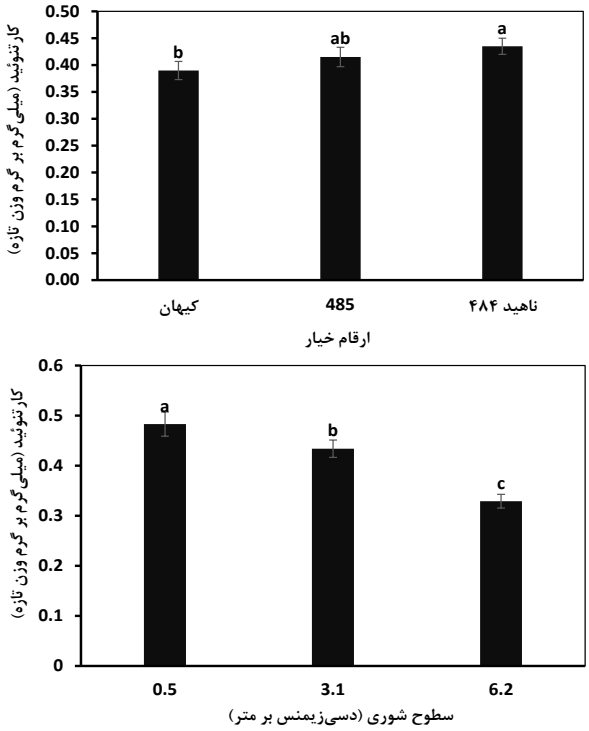
کارتنوئید

نتایج جدول (۳) نشان داد که اثر رقم و شوری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کارتنوئید معنی‌دار شد ولی برهمکنش بین رقم و شوری تاثیری بر کارتنوئید نداشت. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نیز نشان داد که با افزایش سطح شوری، مقدار کارتنوئید کاهش پیدا کرد به طوری‌که کارتنوئید در سطح ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حدود ۱۰ و ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. در بین ارقام، رقم ناهید ۴۸۴ بطور متوسط، بیشترین کارتنوئید را نشان داد (شکل ۹). کاهش میزان کاروتنوئید با افزایش شوری به دلیل تخریب بتاکاروتن در جو و

www.SID.ir

Archive of SID

سورگوم گزارش شده است (Cramer et al., 2011). کاروتنوئیدها نقش حفاظتی در مقابل تنش اکسیداتیو القاء شده دارند و در سمیت‌زدایی از کلروفیل نیز مؤثرند و باعث کاهش اثرات سمی رادیکال‌های آزاد می‌شوند (Datko et al., 2008).



شکل ۹- مقایسه میانگین کارتنوئید در سه رقم خیار (بالا) و سطوح مختلف شوری (پایین). حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که شوری آب آبیاری اثرات نامطلوبی در پارامترهای رویشی ارقام مورد مطالعه خیار دارد. در سطح شوری ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین تأثیر بر ارتفاع گیاه در رقم کیهان با کاهش ۳۰ درصد نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. همچنین کمترین درصد ریزش برگ نسبت به شاهد در رقم ۴۸۵ و بیشترین درصد ریزش برگ در رقم کیهان مشاهده شد. این در حالی است که افزایش میزان شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ در سه رقم مورد مطالعه نداشت. با افزایش شوری، وزن خشک ریشه در تمام ارقام کاهش پیدا کرد ولی تفاوت معنی‌داری بین ارقام در سطوح شوری ۳/۱ و ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر از لحاظ وزن خشک ریشه مشاهده نشد. تنش شوری علاوه بر رشد گیاه، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه خیار را تحت تأثیر قرار داد. میزان کلروفیل کل رقم کیهان در تیمار ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد، ۳۴ درصد کاهش نشان داد درحالی‌که میزان کاهش کلروفیل کل در تیمار ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد برای رقم ناهید ۴۸۴ و رقم ۴۸۵ برابر با ۲۲ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد که در اثر اعمال تنش شوری، بیشترین میزان کارتنوئید در رقم ناهید ۴۸۴ مشاهده گردید. به‌طور کلی، شاخص‌های رشد و محتوای رنگدانه ارقام مختلف خیار، پاسخ متفاوتی به تنش شوری نشان دادند که در این بین، رقم ناهید ۴۸۴ بیشترین محتوای رنگدانه را در برابر شرایط تنش شوری به خود اختصاص داد، علاوه بر این شاخص‌های رشدی این رقم کاهش کمتری در برابر افزایش شوری داشت لذا می‌توان آن را به عنوان یک رقم مقاوم به شرایط تنش شوری معرفی کرد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Abtahi, A. (2001). Reaction of seedlings of two pistachio cultivars to the amount and type of soil salinity in greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources*. 5 (1), 93-100. (In Farsi)

Iran Agricultural Statistics. (2019). Crop Products, Vol 1. Ministry of Agriculture Jahad, Tehran. Iran.

Alinejadian, A., Hasani, M. and Maleki, A. (2018). The effect of amount and salinity of water on soil salinity and growth and nutrients concentration of spinach in a pot experiment. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49 (3): 641-651. (In Farsi)

Allakhverdiev, S.I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M., Murata, N. (2000). Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in Synechococcus sp. *Plant Physiol*. 123: 1047–1056.

Assadollahi, Z. and Mozaffari, V. (2012). The effect of salinity and manganese on the growth and chemical composition of pistachio seedlings (Pistacia vera L.) in perlite culture medium. *Journal of Greenhouse Crop Science and Technology*. (12), 27-13. (In Farsi)

Cramer, G.R., Urano, K., Delrot, S., Pezzotti, M., and Shinozaki, K. (2011). Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *BMC Plant Biology*, 11(1): 163-176.

Datko, M., Zivcak, M., Brestic, M., (2008). Proteomic analysis of barley (Hordeum vulgare L.) leaves as affected by high temperature treatment. Photosynthesis. Energy from the sun. Springer Netherlands. 1523-1527.

Emadi, A., Noorani Azad, H. and Borzoo, A. (2009). Investigation of the effects of salinity on some physiological properties of sugar beet. *Plant and Ecosystem*, 5 (19): 17-26.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2019). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize

Gurmani, A.R., Khan, S.U., Rubab, A., Schwinghamer, T., Jilani, G., Farid A. and Zhang. J. (2018). Salicylic acid and kinetin mediated stimulation of

www.SID.ir

Archive of SID

salt tolerance in cucumber (Cucumis sativus L.) genotypes varying in salinity tolerance. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59 (4): 461-471.

Jogaiah, S., Govind, S.R., and Tran, L.S.P. (2013). Systems biology-based approaches toward understanding drought tolerance in food crops. *Critical Reviews in Biotechnology*, 33(1): 23-39.

Kamiab, F., Talaie, A., Javanshah, A., Khezri, M. and Khalighi, A. (2012). Effect of long-term salinity on growth, chemical composition and mineral elements of pistachio (*Pistacia vera* cv. Badami-Zarand) rootstock seedlings. *Annals of Biological Research*, 3: 5545-5551.

Kouchaki, A. and Nasiri Mahallati, M. (1996). Crop Ecology. Publications University of Mashhad. 291 pages. (In Farsi)

Lichtenthaler, H.K. and Welburn, A.R. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.

Manchanda, G. and Garg, N. (2008). Salinit and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiology Plant*, 30: 595-618.

Mane, A.V., Deshpande, T.V., Wagh, V.B., Karadge, B.A. and Samant. J.S. (2011). A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. *International Journal of Enviromental Scinces*, 4: 1192-1216.

Mass, E.V. and Hoffman, G.H. (1997). Crop salt tolerance curent assesment. *Irrigation and Drange Journal*, 103: 115-134.

Mohamadzadeh, A. (2009). Tomato responses to salinity stress. First National Congress of Tomato Production and Processing Technology, Mashhad, Iran.

Murkute, A.A., Sharma, S. and Singh, S.K. (2006). Studies on salt stress tolerance of Citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhiza fungi. *Horticultural Science*, 33: 70-76.

Oraei, M., Tabatabaei, S.J., Fallahi, E. and Imani, A. (2009). The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentration of almond (*Prunus dulcis* Mill.). *Horticultural Sciences*, 157: 131-140.

Parida, A.K. and Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.

Porra, R. (2002). The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, 73, 149–156.

Raeisi Nejad, R. and Yazdanpannah, N. (2019). Effect of Different levels of Irrigation and Salinity on Yield of Greenhouse Cucumber. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 13 (5): 1471-1480. (In Farsi)

Rahman, M.S. Haque, M.A. and Islam, M. (2015). Salinity affects flag leaf chlorophyll and yield attributes of rice genotypes. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 4: 80- 85.

Ranjan, R., Bohra, S.P. and Jeet, A.M. (2001). Book of plant senescence. Jodhpur Agrobios New York, 10: 18-42.

Rawson, H.M., Iong, M.J. and Munns, R. (1988). Growth and development in NaCl treated plants. *Journal of Plant Physiology*, 15: 519-527.

Reddy, M.P. and Vora, A.B. (2005). Salinity induced changes in pigment composition and chlorophyllase activity of chelidonium. *Indaian Journal of Plant Physioligy*, 29: 331-334.

Saadatmand, A.R., Banihashemi, Z., Maftoun, M. and Sepaskhah, A.R. (2007). Intractive effects of soil salinity and water stress on growth and chemical compositions of pistachio nut trees. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 2037-2050.

Schutz, H. and Fangmier, E. (2001). Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated Co_2 and water limitation. *Environmental Pollution*, 114: 187-194.

Talebi, M., Mozaffari, and Tajabadipour, A. (2009). Response of pistachio seedlings of Qazvini cultivar (Pistacia vera cv. Ghazvini) to different levels of zinc and sodium chloride. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)*. 23 (2), 149-161. (In Farsi)

Tuna, A.L., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, L. and Yagmur, B. (2007). The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 173-178.

Viera-Santos, C. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, 103: 93-99.

Wang, X., Huang, W., Liu, J., Yang, Z., and Huang, B. (2016). Molecular regulation and physiological functions of a novel FaHsfA2c cloned from tall fescue conferring plant tolerance to heat stress. *Plant Biotechnology Journal*. 15: 237-248.

Yazdani, S., Hooshmand, A., Naseri, A. and Alamzadeh Ansari, M. (2017). The effect of low irrigation and water salinity on greenhouse cucumber leaves in hydroponic system. 5th National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management and 3rd National Irrigation Congress and Drainage of Iran, Ahvaz, Iran.

Yazdanpanah, N. and Dejhemat, A.R. (2015). Spatial distribution of some groundwater properties of Kerman plain using geostatistical methods. *Watershed Management Research*, 108, 14-25.

Zamani, E., Kamali, K. and Ramin, A. (2020). An investigation of Salinity Stress Effects on Vegetative and Physiological Characteristics of Cucumber (Cucumis sativus L.). *Journal of Crop Breeding*, 12 (33): 110-118. (In Farsi)

www.SID.ir