مقایسه میزان رشد، کارایی مصرف آب، محتوای نسبی آب، نشت یونی و هدایت روزنه‌ای شش ژنوتیپ پسته تحت شرایط تنش شوری

احمد رئوفی[۱]، مجید راحمی*[۲]، حسن صالحی[۲]، امان اله جوانشاه[۳]
[۱]دانشجوی دکتری میوه‌کاری بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز
[۲] استاد بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز
[۳] عضو هیئت علمی پژوهشکده پسته
مسئول مکاتبه: rahemi@shirazu.ac.ir

چکیده

پسته یکی از مهمترین محصولات تجاری و غیرنفتی ایران است که سطح زیر کشت درختان بارور این محصول حدود ۳۱۶ هزار هکتار است یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر میزان عملکرد درختان پسته، تنش های محیطی به خصوص تنش شوری می باشد. شوری مکانیسم های متعدد فیزیولوژیکی تحت تاثیر قرار می‌دهد که در نتیجه آن رشد و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد. در این تحقیق اثرات شوری روی میزان رشد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی دانهال‌های شش پایه پسته (اکبری، احمداقایی، UCB-1، ایتالیایی، قزوینی و بادامی) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بررسی شد. در این طرح فاکتور اول ژنوتیپ و فاکتور دوم شوری آب آبیاری (۰/۵، ۱۲ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری میزان رشد، محتوای نسبی آب، کارایی مصرف آب، تعداد برگ، سطح برگ و هدایت روزنه ای کاهش یافت. در حالیکه میزان نشت یونی برگ و ریشه، با افزایش سطح شوری افزایش پیدا کرد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی UCB-1، اکبری و احمدآقایی در شرایط شوری ۱۲و ۱۸ دسی زیمنس بر متر توانستند کمترین اثر منفی را نشان دادند. UCB-1 و اکبری تقریبا تحمل به شوری یکسانی را داشتند.

کلمات کلیدی: دانهال، پایه، هدایت روزنه ای، پاسخ فیزیولوژیکی و تحمل به شوری

مقدمه

در بخش وسیعی از جهان به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک، شوری آب و خاک از عوامل محدود کننده رشد گیاه و تولید محصولات زراعی به شمار می آید. برخی مطالعات نشان میدهند که ۲۰ تا ۵۰ درصد کل اراضی کشاورزی آبیاری شده تحت تاثیر غلظت بالای نمک هستند در نتیجه به طور قابل ملاحظه ای ارزش اقتصادی خود را از دست می دهند (Flowers *et al*., 2015). یکی از را ه های مقابله با شوری، استفاده از گیاهان مقاوم به شوری مثل پسته است. پسته یکی از مهمترین محصولات تجاری و غیرنفتی ایران است که سطح زیر کشت درختان بارور این محصول حدود ۳۱۶ هزار هکتار است (Bagherzadeh *et al*., 2016). یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر میزان عملکرد درختان پسته، تنش های محیطی به خصوص تنش شوری می باشد (Sohrabi *et al*., 2011). میزان حساسیت گیاهان نسبت به شوری، حتی در مورد گیاهی چون پسته که به عنوان گیاه مقاوم به شوری شناخته شده است، در مورد ارقام مختلف در یک گروه نیز متفاوت است(Parsa and Karimian, 1975). لذا یکی از راهکارهای ارزیابی تحمل به شوری بررسی خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی ارقام مختلف می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در گلخانه پژوهشی و آزمایشگاه بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز، واقع در باجگاه(E ″۱۵ ′۳۵ °۵۹ و N ″۳۸ ′۴۳ °۲۹) انجام شد. تیمارهای شوری شامل (۰/۵، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بوده و مدت زمان اعمال تنش ۲/۵ ماه

IrHC2019

بود. این آزمایش با طرح فاکتوریل با دو فاکتور ژنوتیپ شامل (UCB-1، اکبری، احمد آقایی، قزوینی، بادامی و ایتالیایی) و فاکتور تنش شوری شامل (۰/۵، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار اجرا شد.

اندازه‌گیری محتوی نسبی آب[1]

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، نمونه‌های برگ انتخاب و برای ارسال به آزمایشگاه داخل کیسه‌های پلاستیکی و در فلاسک حاوی یخ قرار داده شدند. در آزمایشگاه با استفاده از Cork borer تعداد ۱۰ قطعه برگ با قطر یک سانتی‌متر تهیه، سپس با استفاده از ترازوی حساس توزین و به عنوان وزن برگ تازه در نظر گرفته شدند. قطعات برگ وزن شده داخل پتری‌دیش حاوی آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. بعد از ۲۴ ساعت، قطعات برگ از پتری‌دیش خارج نموده و بی‌درنگ با استفاده از دستمال کاغذی رطوبت سطح آنها گرفته و دوباره وزن و به عنوان آماس برگ (برگ‌های رطوبت جذب کرده) در نظر گرفته شدند. سپس برای تعیین وزن خشک، قطعات برگ در آون در ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. محتوای نسبی آب نمونه‌های برگ، بر اساس فرمول ارایه شده توسط بارس و ویترلی[2] (۱۹۶۲) محاسبه و مقادیر به صورت درصد نشان داده می‌شود.

$$RWC\ (\%) = \frac{\textbf{Fresh weight} - \textbf{Dry weight}}{\textbf{Turgid weight} - \textbf{Dry weight}} \times \mathbf{100}$$

Fresh Weight: وزن تازه برگ

Dry Weight: وزن خشک برگ

Turgid Weight: وزن آماس برگ

میزان کارایی مصرف آب[3]

میزان کارایی مصرف آب با استفاده از روش Safir و همکاران محاسبه شد. به این صورت که میزان کل آب مصرف شده برای هر گیاه در طول دوره رشد و وزن خشک تولید شده توسط همان گیاه پس از اتمام آزمایش اندازه گیری شده و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده و برحسب میلی گرم بر میلی لیتر بیان شد (Safir *et al*., 1972):

$$WUE = \frac{\textbf{Dry weight}}{\textbf{The amount of consumed water}}$$

اندازه گیری نشت یونی برگ و ریشه

به این منظور در هر گیاه از برگ‌های جدید کاملا توسعه یافته ۱۰ عدد دیسک برگی فاقد رگبرگ اصلی و یکسان تهیه شد، قطعات سه مرتبه با آب مقطر دیونیزه شسته شده تا الکترولیت های چسبیده به سطح آنها شسته شود. سپس نمونه ها به شیشه های کوچک حاوی ۱۰ میلی لیتری آب مقطر انتقال یافته و برای ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد روی شیکر قرار داده شد و سپس هدایت الکتریکی محلول با استفاده از EC متر (قرائت اولیه) خوانده خواهد شد. سپس نمونه‌ها را در اتوکلاو و در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده تا بافت برگ کشته شود و پس از خنک شدن محلول، هدایت الکتریکی مجددا قرائت شد (قرائت ثانویه). این اندازه گیری ها جداگانه برای نمونه های شاهد و تحت تنش انجام شد و سپس میزان آسیب به غشای سلولی از طریق فرمول زیر محاسبه می شود (Blum and Ebercon 1981):

$$CMI\ \% = 1 - [1-(T_1/T_2)/1-(C_1/C_2)] \times 100$$

در این فرمول T و C به ترتیب به نمونه های تنش دیده و شاهد مربوط می شود و ۱ و ۲ به قرائت اولیه و ثانویه هدایت الکتریکی بر می گردد.برای میزان نشت یونی ریشه به همین ترتیب عمل شد فقط به جای تهیه دیسک برگی به میزان ۱ گرم از ریشه های تازه موئین توزین و بقیه مراحل همانند برگ انجام شد.

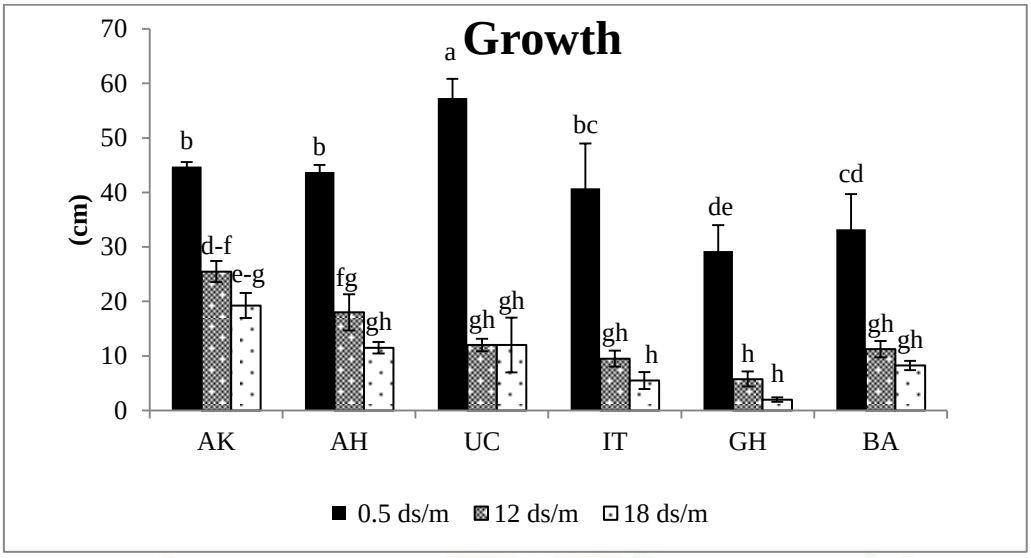
هدایت روزنه و دمای برگ

با استفاده از دستگاه پورومتر(SC-1, Decagan Devices Inc. USA) میزان هدایت روزنه برگ های توسعه یافته و دمای برگ در دوره تنش در ساعات ۱۲-۱۰ صبح انجام شد.

[1] Relative water content
[2] Barrs and Weatherly
[3] Water Use Efficiency (WUE)

IrHC2019

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ و سطح شوری در سطح ۱٪ معنی دار شد. با افزایش شوری از ۰,۵ به ۱۲ و ۱۸ دسی زیمنس بر متر ، موجب کاهش معنی داری در صفت رشد شاخه در ۶ ژنوتیپ مورد بررسی گردید. ژنوتیپ UCB-1 در شرایط بدون تنش، بیشترین رشد شاخه را داشت که با دیگر ژنوتیپ ها اختلاف معنی داری داشت. البته در این ژنوتیپ، در شرایط شوری ۱۲ و ۱۸ ، رشد به شدت کاهش یافت به طوری که نسبت به شاهد ۷۹,۰۶٪ کاهش رشد مشاهده گردید. در حالی که این کاهش رشد در اکبری ۴۳,۰۱٪ و در احمد اقایی ۵۸,۸۵٪ بود. در شوری ۱۲ رشد اکبری بیشتر از UCB-1 بود و تفاوت معنی داری با آن داشت. در شوری ۱۸ بیشترین رشد مربوط به اکبری با افزایش ۱۹,۲۵ سانتی متربود و کمترین رشد مربوط به قزوینی با ۲ سانتی متر افزایش بود. همچنین ژنوتیپ قزوینی کمترین رشد را در شرایط بدون تنش داشت.

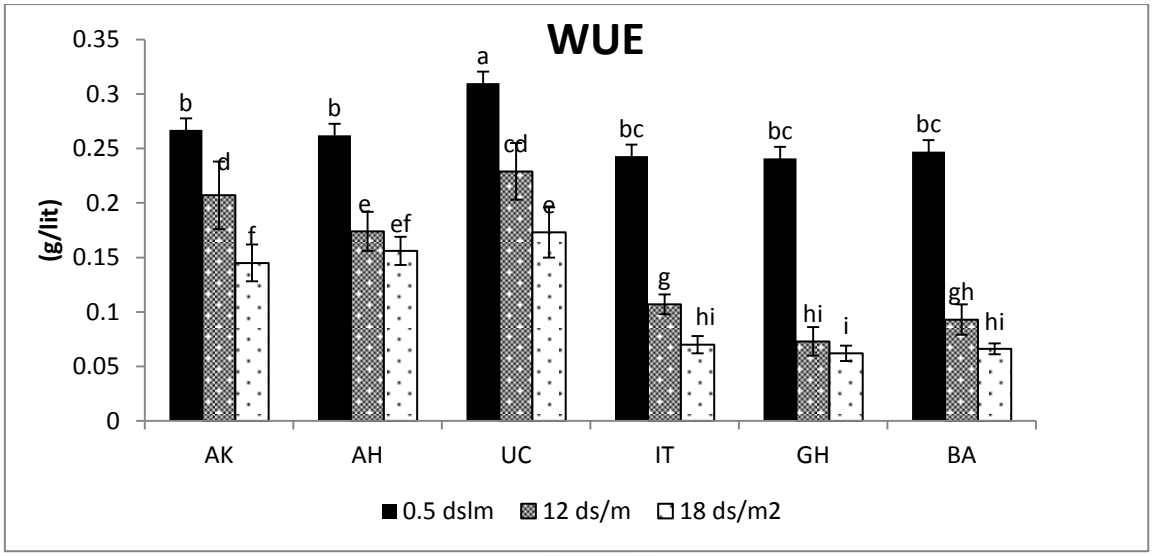


شکل۱- مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر میزان رشد

کارایی مصرف آب

نتایج نشان داد اثرات اصلی ژنوتیپ و سطوح شوری و همچنین برهمکنش شوری و ژنوتیپ در سطح ۱٪ معنی دار شد. شرایط شوری باعث کاهش کارایی مصرف آب در هر ۶ ژنوتیپ شد و با افزایش سطح شوری روند نزولی در این فاکتور مشاهده شد. در سه ژنوتیپ بادامی، قزوینی و ایتالیایی در شرایط شوری نسبت به شرایط بدون تنش، کارایی مصرف آب به شدت کاهش یافت اگرچه ایتالیایی در سطح شوری ۱۲ بهتر از دو ژنوتیپ دیگر عمل کرده و کارایی مصرف آب بالاتری داشت. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که UCB-1 بالاترین کارایی مصرف آب را دارا بود و اختلاف معنی داری با دیگر ژنوتیپ ها که نشان دهنده این نکته می باشد که در شرایط نرمال UCB-1 قادر به رشد و تولید بیشتر ماده خشک می باشد. با این وجود زمانی که در شرایط تنش قرار گرفت، نتوانست به همان میزان رشد و عملکرد خود را حفظ کند در نتیجه کارایی مصرف آب کاهش یافت. به نحوی که در شوری ۱۲، کارایی مصرف آب به میزان ۲۶,۱۲٪ کاهش یافت در حالی که اکبری به میزان ۲۲,۴۷٪ کاهش نشان داد. که نهایتا در این سطح شوری این دو ژنوتیپ اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. دو ژنوتیپ اکبری و احمدآقایی اختلاف معنی داری در کارایی مصرف آب با هم نداشتند و در شرایط تنش شوری توانستند رقابت نزدیکی با ژنوتیپ هیبرید UCB-1 داشته باشند و حتی گاها عملکرد بهتری هم نشان دادند.

IrHC2019



شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر کارایی مصرف آب

محتوای نسبی آب

براساس نتایج مقایسه میانگین، شوری باعث کاهش RWC در همه ژنوتیپ های مورد مطالعه شد.به طور مثال، صرفنظر از نوع نوتیپ، در شوری ۱۲ کاهش ۹,۲۰٪ و در شوری ۱۸ کاهش ۱۷,۱۴٪ در RWC مشاهده شد. در بین ژنوتیپ های مورد بررسی اختلاف معنی داری ملاحظه نشد و فرض ما براین است که در مکانیسم تحمل به شوری RWC نقش چندانی ندارد و جز مکانیسم های تحمل به شوری درژنوتیپ های مورد بررسی نمی باشد.

درصد نشت یونی نسبی برگ

نتایج مقایسه میانگین نشان داد، اثر ژنوتیپ و شوری در میزان نشت یونی معنی دار می باشد. با افزایش شوری درصد نشت یونی نسبی روند افزایشی داشت. در شوری ۱۲(صرفنظر از نوع ژنوتیپ) به میزان ۷۶,۷۵٪ افزایش و در شوری ۱۸دسی زیمنس بر متر ۱۲۴,۴۲٪ افزیش را نشان داد. بادامی و قزوینی بیشترین میزان درصد نشت یونی نسبی داشتند. بادامی در شوری ۱۸ ۶۹,۲۵٪ بالاترین درصد نشت یونی داشت که بیشتر از سه برابر تیمار شاهد افزایش نشان داد. ژنوتیپ UCB-1 کمترین میزان درصد نشت یونی داشت که با سه ژنوتیپ اکبری، احمد اقایی و ایتالیایی اختلاف معنی داری نداشت.

درصد نشت یونی نسبی ریشه

در ریشه نیز همانند برگ با افزایش شوری درصد نشت یونی نسبی روند افزایشی داشت. اثر ژنوتیپ نیز معنی دار بود. بیشترین درصد نشت یونی مربوط به قزوینی بود که با بادامی اختلاف معنی داری نداشت. در بادامی در سطح شوری ۱۸، درصد نشت یونی ۶۲,۲۰٪ را نشان داد که به میزان ۱۱۶٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. کمترین درصد نشت یونی مربوط به UCB-1 بود با ۲۹,۲۵٪ افزایش، که با ژنوتیپ اکبری(۳۲,۷۱٪) اختلاف معنی داری نداشت.

هدایت روزنه ای

افزایش سطوح شوری باعث کاهش هدایت روزنه ای شد. در سطح شوری ۱۲ کاهش 32.83٪ و در شوری ۱۸ کاهش ۴۲,۲۵٪ در هدایت روزنه ای مشاهده شد. تفاوت معنی داری بین ژنوتیپ های مورد بررسی وجود نداشت.

دمای برگ

نتایج مقایسه میانگین نشان داد اثرات اصلی شوری و ژنوتیپ هیچ تاثیر معنی داری روی پارامتر دمای برگ نداشت.

IrHC2019

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر محتوای نسبی آب (RWC)، نشت یونی برگ (EC)، نشت یونی ریشه (EC)، هدایت روزنه ای (SC) و دمای برگ

factor	Salinity (ds/m)	Genotyp AK	AH	UCB-1	IT	GH	BA	Mean
RWC (%)	0.5	82.55 a	80.55 ab	79.96 ab	83.35 a	77.97 ab	75.80 a-c	80.03 A
	12	77.35 a-c	71.10 a-e	77.56 a-c	67.37 b-e	71.80 a-d	72.02 a-d	72.66 B
	18	73.80 a-d	61.00 de	73.80 a-d	57.47 e	69.92 a-e	62.67 c-e	66.31 C
Mean		77.90 A	70.88 A	77.60 A	69.40 A	73.23 A	70.16 A	
EC leaf (%)	0.5	18.66 g	22.14 g	23.64 fg	24.20 fg	21.64 g	21.57 g	21.90 C
	12	35.91 de	35.77 de	31.04 ef	35.62 de	45.02 c	46.99 c	38.71 B
	18	39.28 c-e	42.09 cd	34.94 de	43.16 cd	58.97 b	69.25 a	48.52 A
Mean		31.28 B	33.33 B	29.87 B	34.33 B	41.88 A	45.94 A	
EC root (%)	0.5	24.19 ij	28.71 g-i	20.32 j	26.05 h-j	26.40 h-j	26.65 h-j	25.61 C
	12	35.45 f	38.33 ef	32.66 f-h	42.07 e	49.34 b-d	43.76 de	40.60 B
	18	38.50 ef	44.45 c-e	34.75 fg	50.08 bc	54.54 ab	57.71 a	47.19 A
Mean		32.71 D	37.17 C	29.25 D	39.40 BC	43.42 A	42.71 AB	
SC	0.5	307.05 a	308.72 a	347.23 a	318.50 a	317.15 a	321.28 a	318.80A
	12	188.80 b	203.20 b	211.66 b	235.37 b	218.50 b	226.65 b	214.13B
	18	177.92 b	169.77 b	182.30 b	186.45 b	193.40 b	194.27 b	184.10C
Mean		224.59 A	227.23 A	247.07 A	246.78 A	243.02 A	247.40 A	
TEMP leaf (c)	0.5	30.72 a	30.87 a	31.36 a	31.37 a	30.87 a	31.40 a	31.09 A
	12	31.10 a	31.50 a	31.43 a	31.17 a	31.15 a	31.30 a	31.26 A
	18	31.67 a	31.52 a	31.73 a	31.37 a	31.00 a	31.82 a	31.51 A
Mean		31.16 A	31.30 A	31.51 A	31.30 A	31.00 A	31.50 A	

تنش شوری در گیاهان، رشد و متابولیسم گیاه را به شدت تحت تاثیر قرار می دهد. تنش شوری بیش از حد باعث تغییر در مکانیسم فتوسنتز، تقسیم سلولی ، سنتز پروتئین ها و آسیب به اسیدهای نوکلئیک می شود (Karimi and Nasrolahpour-Moghadam, 2016) شوری مکانیسم های متعدد فیزیولوژیکی تحت تاثیر قرار می‌دهد که در نتیجه آن رشد و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد(Rahneshan *et al*., 2018). در نتیجه افزایش شوری در منطقه ریشه پتانسیل محلول اسمزی خاک می شود کاهش می‌یابد و در این شرایط سلول های ریشه قادر به جذب آب مورد نیاز خود نیستند و این کاهش جذب آب منجر به کاهش پارامترهای رشدی می شود. از دیگر عوامل کاهش رشد، کاهش جذب برخی از عناصر معدنی در هنگام تنش شوری و در نتیجه نقص در متابولیسم گیاه می‌باشد. یکی دیگر از دلایل کاهش رشد تجمع یون های سمی نظیر سدیم در بافت برگ است. همچنین تنش شوری شدید باعث افزایش جذب کلر، کاهش آنیون های آلی، جذب نیترات و اختلال در متابولیسم نیترات می شود که این امر موجب کاهش سنتز پروتئین ها و اسیدهای نکلوئیک می شود. یکی از پاسخ های مورفولوژیکی گیاه برای اجتناب از تنش شوری و تعادل در میزان رشد، کاهش ارتفاع گیاه و قطر یقه نمایان است (Karimi and Nasrolahpour-Moghadam, 2016) که با نتایج ما همخوانی دارد. در زمان تنش مهار رشد تا حدی مربوط به کمبود آب یا استرس اسمزی است که منجر به ایجاد تغییرات در فعالیت متابولیک سلولی می شود (Mirfattahi *et al*., 2017). Hajiboland و همکارن (2014) مطرح کردند که در پسته در شرایط تنش شوری به دلیل محدودیت در باز شدن روزنه ها و یا نقص متابولیسم گیاه، میزان تثبیت کربن کاهش یافته و در نتیجه گیاه دچار محدودیت رشد می شود. در تحقیق حاضر، میزان رشد ۶ ژنوتیپ مورد بررسی با افزایش شوری روندی کاهشی را نشان دادند. البته این کاهش در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. به طور مثال، ژنوتیپ اکبری بیشترین عملکرد را نشان داد و پس از آن احمداقایی و UCB-1 بود. کمترین میزان رشد در شرایط شوری متعلق به بادامی، قزوینی و ایتالیایی بود. فشار تورگر مثبت جهت رشد و انبساط سلولی (expansion) و باز شدن روزنه ها ضروری می باشد. بنابرین گیاه در مواجه با تنش اسمزی بلافاصله رشد شاخه ها و بزرگ شدن برگها را کاهش می دهند

IrHC2019

(Munns and Tester, 2008). در شرایط تنش شوری، به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی خاک و عدم جذب آب توسط ریشه ها، خشکی فیزیولوژیکی ایجاد می شود. در نتیجه روابط آبی درون گیاه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. یکی از پارامترهای که در این شرایط کاهش می یابد کارایی مصرف اب می باشد، که در واقع نشان دهنده نسبت تولید ماده خشک به ازای میزان مصرف آب است. در بررسی دانهال های ماده و نر بادامی زرند تحت شوری ۶۰ میلی مولار کارایی مصرف اب دانهال های ماده یشتر از دانهال های نر کاهش یافته بود (Karimi and Nasrolahpour-Moghadam, 2016). نتایج ما نیز نشان داد تنش شوری موجب کاهش کارایی مصرف اب شد و سه ژنوتیپ بادامی، قزوینی و ایتالیایی در شرایط شوری کمترین کارایی مصرف اب داشتند در حالی که ژنوتیپ های UCB-1، اکبری و احمدآقایی توانستند در شرایط شوری کارایی مصرف آب بیشتری داشته باشند.

نتایج نشان داد باافزایش سطح شوری، میزان RWC روند کاهشی داشت ولی اختلاف معنی داری بین ژنوتیپ های مورد مطالعه وجود نداشت. RWC به طور مستقیم وضعیت آب گیاهان نشان میدهد که شوری باعث کاهش آن شده است (Rahneshan *et al*., 2018). کاهش RWC به دلیل کاهش جذب آب است که آن نیز در نتیجه کاهش پتانسیل آب یا به دلیل اسیب های ناشی از تنش شوری در سیستم ریشه باشد. کاهش RWC به دلیل کاهش رشد ریشه و کاهش جذب اب توسط ریشه و کاهش انتقال آب می باشد(Karimi and Nasrolahpour-Moghadam, 2016). نتایج ما با نتایج Rahneshan و همکاران (2018) مطابقت دارد که بیان کردند تنش شوری باعث کاهش RWC دو ژنوتیپ بادامی سفید و بادامی زرند شد ولی اختلاف معنی داری در بین آنها نبود. Akbari و همکاران (2018) گزارش کردند که سطح شوری ۸ بر میزان RWC در ژنوتیپ های UCB-1 بادامی و قزوینی تاثیر معنی داری نداشت ولی در کله قوچی و اکبری موجب کاهش RWC شد. همچنین بیان کردند که در شوری شدید، UCB-1 دارای بالاترین میزان RWC بود و بعد از ان بادامی و قزوینی بودند، که با نتایج ما همسو نبود.

نشت یونی

افزایش شوری باعث افزایش نشت الکترولیت سلول های برگ و ریشه در ۶ ژنوتیپ پسته شد. بیشترین درصد نشت الکترولیت ها مربوط به بادامی و قزوینی بود و کمترین مربوط به اکبری و UCB-1 بود. در سلول های گیاهی، نشت الکترولیت نمادی از پاسخ به تنش شوری است که به عنوان آزمونی برای آسیب به بافت گیاهی استفاده می شود و معیاری برای تحمل به شوری است. تنش شوری سبب آسیب به غشای پلاسمایی و افزایش میزان نفوذپذیری و نشت الکترولیت ها می شود که به دلیل اثرات یونی و تنش اکسیداتیو ناشی از شوری می باشد (منصور ۲۰۱۳). Tavallali و همکاران (2008) نیز گزارش کردند با افزایش شوری نشت الکترولیت ها افزایش می یابد.

هدایت روزنه‌ای

افزایش شوری باعث کاهش هدایت روزنه ای ۶ ژنوتیپ مورد بررسی شد. بسته شدن روزنه ها اولین پاسخ به کمبود اب جهت حفظ اب موجود می باشد. کاهش فتوسنتز و کاهش هدایت روزنه ای در تحقیقات گذشته گزارش شده است (Behboudian *et al*, 1986).

منابع

Akbari, M., Mahna, N., Ramesh, K., Bandehagh, A., & Mazzuca, S. (2018). Ion homeostasis, osmoregulation, and physiological changes in the roots and leaves of pistachio rootstocks in response to salinity. Protoplasma, 1-14.

Bagherzadeh E, Kavosi H.R, Khezri M, Mirzaei S. Study of protein expression pattern and some morphological and biochemical characteristics of Badami-Sefid and Badami-Zarand pistachio rootstocks under salt stress. Journal of Agricultural Biotechnology, 31(1): 70-80 (In Persian).

Blum A. Ebercon A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci., 21, 43–47.

IrHC2019

Flowers TJ, Munns R, Colmer TD (2015) Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. Ann Bot 115:419–431

Hajiboland, R., Norouzi, F., & Poschenrieder, C. (2014). Growth, physiological, biochemical and ionic responses of pistachio seedlings to mild and high salinity. Trees, 28(4), 1065-1078.

Karimi, H. R., & Nasrolahpour-Moghadam, S. (2016). Study of sex-related differences in growth indices and eco-physiological parameters of pistachio seedlings (Pistacia vera cv. Badami-Riz-e-Zarand) under salinity stress. Scientia horticulturae, 202, 165-172.

Mirfattahi, Z., Karimi, S., & Roozban, M. R. (2017). Salinity induced changes in water relations, oxidative damage and morpho-physiological adaptations of pistachio genotypes in soilless culture. Acta agriculturae Slovenica, 109(2), 291-302.

Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev Plant Biol 59:651–681

Parsa, A.A., and Karimian, N. 1975. Effects of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio. J. Hort. Sci. 50: 41–60.

Rahneshan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (Pistacia vera L.) rootstocks. Journal of Plant Interactions, 13(1), 73-82.

Tavallali, V., M. Rahemi and B. Panahi, 2008. Calcium induces salinity tolerance in pistachio rootstocks. Fruits, 63: 201-208.

Comparison of growth rate, water use efficiency, water relative content, and ion leakage and stomatal conductance in six pistachio genotypes under salinity stress

Ahmad Raoufi[1], Majid Rahemi[1*], Hassan Salehi[1], Amanollah Javanshah[2]
[1] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[2] Department of Horticulture, Iran's Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran
Corresponding Aouthor: rahemi@shirazu.ac.ir

Abstract
Pistachio nut is one of the most important exporting products of Iran that the level of cultivated of bearing trees reached to 316 thousand hectares. Environmental stresses, especially salinity stress played a key role in yield of pistachio trees. Salinity stress affected some physiological mechanism that reduced growth and yield of plants. So, the experiment was conducted to evaluate the effect of salinity on growth and physiological parameters on six pistachio genotypes (Akbari, Ahmad-Aghai, UCB-1, Italyayi, Ghazvini and Badami), as factorial experiment in framework of completely randomized design. Treatments were salinity at NaCl concentrations of 0.5, 12 and 18dSm^{-1}and six genotypes with four replications. According to the results, with increasing the salinity levels, the growth rate, water use efficiency, water relative content, leaf number, leaf area and stomatal conductance were reduced. Whilst, ion leakage of leaf and root was increased. It was concluded that UCB-1, Akbari and Ahmad-Aghai showed the lowest negative effects under salinity stress. **Key key words:** Pistachio, stomatal conductance, physiological response, salt tolerance.

Keywords: genotype, pistachio, salinity stress

IrHC2019