نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد 11، خرداد - تیر 1396، ص. 285-274

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 11, Jun.-Jul. 2017, p. 274-285

بررسی بکارگیری آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه فلفل سبز تحت شرایط گلخانه‌ای

فراست سجادی[1]، حسین شریفان[2]، صابر جمالی[3*]

تاریخ دریافت: 1395/8/24 تاریخ پذیرش: 1395/4/10

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محدودیت دسترسی به منابع آب غیرشور برای تولیدات کشاورزی، باعث شده که آب شور منبع بسیار مهمی برای آبیاری در این مناطق شود. بدین منظور تحقیقی در خصوص اثر آبیاری با آب دریای خزر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل (*Capsicum annum*) رقم گرین هاشمی در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار بصورت گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این تحقیق فاکتور شوری شامل 5 سطح (0، 10، 20، 30 و 40 درصد اختلاط آب‌شور دریای خزر) بود. نتایج نشان داد که میزان شوری آب، آبیاری بر وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد میوه‌های برداشت شده از هر بوته، عملکرد در واحد سطح و وزن تر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده ولی قطر ساقه و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. شوری منجر به کاهش معنی‌دار تمامی صفات گردید، بطوری‌که با افزودن 10 درصد آب دریا به آب شهری، عملکرد در واحد سطح میوه فلفل سبز به میزان 46/9 درصد کاهش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از مخلوط آب دریای خزر با آب شهری، برای آبیاری فلفل قابلیت اجرایی ندارد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مصرف آب، تعداد میوه، تنش شوری، رقم گرین هاشمی، عملکرد، وزن تر میوه

مقدمه

فلفل با نام علمی *Capsicum annum L.* یکی از سبزیجات مهم از خانواده سولاناسه[4] و از جنس کپسیکوم[5] و گونه *C.annum* می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد (سجادی و همکاران، 1395) که 99 درصد از سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای به خیار، 8 درصد به گوجه‌فرنگی و 4 درصد به فلفل به عنوان کشت دوم اختصاص دارد فلفل سبز یک محصول مهم کشاورزی است که نه تنها به خاطر ارزش اقتصادی بلکه به خاطر ارزش میوه‌های آن و همچنین منبع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (حیدری و همکاران، 1386).

برنستین و فرانکویس در مورد فلفل گزارش نموده‌اند که آبیاری با آب‌شور (3/8 دسی‌زمینس بر متر) به روش قطره‌ای باعث کاهش 14 درصدی عملکرد شده ولی آبیاری به روش شیاری باعث کاهش 54 درصدی عملکرد گردیده است (Bernestien, and Francois, 1975). شریفان و کاظمی حسن‌وند (1394) نشان دادند که افزایش تنش شوری اثر منفی معنی‌داری بر ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و تعداد پنجه گیاه سورگوم تحت شرایط آبیاری با آب دریای خزر داشت. افشاری و همکاران (1393) در تحقیقی به منظور بررسی تاثیر تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب دریای خزر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نشان دادند که افزایش تنش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن 100 دانه، شاخص برداشت، تعداد سنبله و ارتفاع بوته داشت.

کاظم‌زاده حقیقی (1389) به منظور بررسی مرحله جوانه‌زنی 9 رقم سورگوم علوفه‌ای تحت سطوح مختلف شوری شامل (غلظت‌های 3000، 6500 و 1000 میلی‌گرم در لیتر نمک‌های کلرور سدیم و پتاسیم و غلظت‌های 3، 5/4 و 8/5 درصد اختلاط آب دریای خلیج فارس) بود، نشان دادند که ارقام کشت شده در تیمارهای مختلف آب دریای رقیق شده، کاهش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی از خود نشان دادند ولی دامنه کاهش درصد جوانه‌زنی نسبت به هدایت الکتریکی‌های مشابه املاح خالص کلرورسدیم و کلرورپتاسیم، با افت بیش‌تری همراه است. در آزمایشی دیگر، نتایج نشان داد که با افزایش شوری از 3 دسی‌زیمنس بر متر، با افزایش هر واحد شوری عملکرد میوه گوجه‌فرنگی 9 تا 10 درصد کاهش یافت که این کاهش عملکرد

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
2- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
3- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(* - نویسنده مسئول: (Email: sa13e12@gmail.com

4- Solanaceae
5- Capsicum

ناشی از کاهش وزن و تعداد میوه است (Cuartero and Munoz, 1999).

به منظور شناخت تاثیر سطوح مختلف تنش شوری برخصوصیات کیفی و عملکرد فلفل در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، آزمایشی انجام شد. سطوح مختلف تنش شوری شامل 3 سطح 1/2، 3 و 6 دسی‌زیمنس تعیین شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری در سطح احتمال 1 درصد بر طول میوه، قطر میوه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد، وزن میوه و تعداد میوه تاثیر داشت ولی بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری نداشت و شیب کاهش عملکرد به ازای هر واحد افزایش شوری نسبت به آستانه تحمل فلفل (1/5 دسی‌زیمنس بر متر) 10 درصد بدست آمد. نتایج نشان داد که فلفل در گلخانه نسبت به تنش شوری نسبتا حساس می‌باشد (سالاریان و همکاران،1393).

از سوی دیگر نتایج نشان داد که شوری با جلوگیری از ادامه رشد، توسعه ساقه‌های جانبی را کاهش می‌دهد، همچنین تعداد برگ‌ها و میوه‌ها و دانه‌ها را کاهش می‌دهد، وزن تر و خشک را در اندام‌های مختلف گیاهی کاهش می‌دهد (بابائیان جلودار و ضیاء تبار احمدی، 1381). در تحقیقی دیگر گزارش نمودند که عملکرد و محصول میوه گوجه‌فرنگی بعد از آبیاری با آب شور کاهش می‌یابد (Lehkozivova and kohajodva., 2009). به منظور بررسی تاثیر آب‌شور دریا بر عملکرد گیاه آفتاب‌گردان در تحقیقی از آب دریا با غلظت‌های 10 درصد و 20 درصد استفاده شد و اختلاف معنی‌داری برای نتایج غلظت 20 درصد آب دریا بر روی ریشه‌چه آفتاب‌گردان مشاهده شد، بطوری‌که با افزایش شوری آب، آبیاری ارتفاع گیاه، عمق ریشه، وزن خشک بوته، وزن خشک ریشه و سطح برگ کاهش یافت که این کاهش در خاک شنی حداکثر و در خاک رسی حداقل بوده است (Baccio *et al.*, 2004).

از سوی دیگر، به منظور بررسی تاثیر تنش شوری بر عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحقیقی انجام شد، به‌طوری‌که با افزایش شوری از 0/9 به 3/6 دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری در وزن خشک میوه گوجه‌فرنگی مشاهده گردید. این تحقیق نشان داد که با افزایش شوری آب، آبیاری وزن تر و خشک میوه کاهش یافته است (Al-Harbi *et al.*, 2015). عباسی رستمی و همکاران (1394) در تحقیقی به منظور بررسی اثر تنش شوری حاصل از کاربرد آب آبیاری شور بر عملکرد و برخی پارامترهای رشدی فلفل سبز رقم *sivir Demr* با سطوح شوری (0/7، 1/5، 2/5 و 3 دسی‌زیمنس بر متر) نشان دادند که افزایش سطح شوری منجر به کاهش وزن تر و خشک میوه، تعداد میوه، طول میوه، قطر میوه و ضخامت دیواره میوه شد. مطالعه اثر تنش شوری بر رشد، محتوای کلروفیل و فلورسانس گیاه فلفل تند، نشان داد که با افزایش سطوح مختلف شوری آب آبیاری طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه بطور معنی‌داری کاهش یافت (Zhani et al., 2012). بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و محتوای شیمیایی گیاه فلفل در شرایط تنش شوری، حاکی از آن است که افزایش سطوح مختلف شوری بر تعداد میوه در هر بوته، وزن تر میوه در هر بوته، وزن خشک میوه در هر بوته، ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی اثر منفی معنی‌داری داشت. همچنین تنش شوری اثر منفی معنی‌داری بر رشد وزیست‌توده گیاه فلفل داشت (Qados., 2015). افزایش سطوح مختلف شوری سبب کاهش ارزش اقتصادی میوه فلفل با کم شدن تعداد گل‌های کامل و میوه‌ها می‌شود (Grattan et al., 2002).

به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ و رشد سایر اندام‌های گیاهی در اثر افزایش شوری به علت تغییر میزان هورمون رشد نیز باشد (Mane et al., 2011). مطالعات یوسفی و همکاران (1390) که اثر تنش شوری کلریدسدیم در بخشی از سیستم ریشه بر عملکرد، کمیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی را مورد بررسی قرار دادند، نشان داد که با اعمال شوری در کل سیستم ریشه، وزن تر و خشک میوه، طول میوه و عملکرد ریشه به طور معنی‌داری کاهش یافت. از طرفی شریفی و همکاران به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر روی سویا به این نتیجه رسیدند که عوامل مختلفی چون کاهش فتوسنتز، تخریب غشای سلولی، کاهش آب قابل دسترس گیاه و تجمع یون سدیم در برگ از عوامل اصلی کاهش وزن می‌باشد (Sharifi et al., 2007).

شایسته و همکاران (1390) در تحقیقی به منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه فلفل نشان دادند که افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد میوه، طول و قطر میوه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک برگ و میوه گردید. نتایج تحقیق بر روی نعناع نشان داد که شوری تاثیر معنی‌داری بر صفات سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، ساقه، ریشه، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد گره، طول میان‌گره و طول داشت (صفری محمدیه و همکاران، 1394).

از آنجا که منابع آبی با کیفیت مطلوب برای آبیاری محصولات در جهان کم است بنابراین استفاده از آب‌های شور و کمی شور برای کشاورزی امری ضروری می‌باشد و با توجه به اهمیت مشکل شوری آب و خاک در بسیاری از نقاط کشور به خصوص نواحی نزدیک به دریای خزر و استان گلستان و نظر به این‌که فلفل سبز یکی از محصولات پرمصرف در کشور محسوب می‌شود (از طرفی با توجه به این‌که اکثر پژوهش‌های در زمینه تنش شوری بر روی گیاهان با استفاده از نمک‌های سدیم کلرید بوده و آزمایش‌های اندکی در زمینه اثر شوری آب دریا بر روی گیاهان انجام شده است)، بنابراین این پژوهش با هدف بررسی راهکارهای استفاده از آب شور در کشاورزی و بررسی بکارگیری آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه فلفل سبز (*Capsicum annum*) تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزا عملکرد فلفل سبز قلمی (*Capsicum annum* L) رقم گرین هاشمی[1] پژوهشی در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با عرض جغرافیایی 36 درجه و 51 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 54 درجه و 16 دقیقه شرقی و با 13/3 متر ارتفاع از سطح دریا برمبنای کشت گلدانی طی زمستان و بهار 1393-94 انجام گرفت. طرح مورد استفاده در این پژوهش طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور شوری شامل پنج سطح 0، 10، 20، 30 و 40 درصد اختلاط با آب دریا که به ترتیب با نماد S_1 تا S_5 بود. در این تحقیق ازگلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع 30 و قطر 20 سانتی‌متر حاوی ترکیبات خاک، کود حیوانی و پرلیت به نسبت سه، دو و یک استفاده شد. به منظور کاشت از بذرهای فلفل سبز قلمی رقم گرین هاشمی که در خزانه کشت شده بود استفاده و پس از رسیدن به مرحله 4 برگی به داخل گلدان‌ها منتقل شد. به منظور استقرار نشا در داخل گلدان‌ها پس از نشاکاری به تمام گلدان‌ها به مقدار مساوی آب داده شد. زمان اعمال تیمارهای آبیاری پس از استقرار نشاها (دو هفته پس از نشاکاری) تا زمان برداشت محصول به مدت 75 روز بود. تیمارهای شوری ابتدا در طول هفت روز به گونه‌ای اعمال شد که تیمار S_2 به گلدان‌ها (بجز گلدان‌های شاهد) داده شد و پس از آن تیمار اصلی اعمال شد. نیاز آبی گیاه طی فصل رشد بر اساس تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A و میزان آب آبیاری طبق رابطه 1 محاسبه شد و بر اساس آن اعمال شد. دور آبیاری نیز بر اساس 75 میلی لیتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A تعیین گردید. زمان آبیاری بر اساس تبخیر تجمعی از تشت یک روز در میان بود. کل آب آبیاری در طول دوره رشد برای هر گلدان بر اساس تیمارها 38/5 لیتر بود.

$$\text{نیاز آبی گیاه} = \text{نیاز آبی روزانه (میلی‌متر در روز)} \times \text{دور آبیاری (روز)} \times \text{مساحت گلدان (متر مربع)} \quad (1)$$

لازم به ذکر است با توجه به آبیاری با آب دریا 30 درصد نیاز آبی نیز مازاد بر نیاز آبی به گلدان‌ها داده شد. جهت تهیه آب‌شور مورد نیاز ابتدا میزان نیاز آبی را از رابطه1 برآورد گردید و برای هر یک از تیمارها به میزان 10، 20، 30 و 40 درصد از آب شور دریا استفاده شد.

در دوره داشت به دلیل وجود آفات در درون گلخانه دو مرحله سم‌پاشی حشره‌کش سیستمیک آزینفوس متیل[2] برای مبارزه با آفاتی نظیر شته سبز و سرخرطومی فلفل انجام شد. بافت خاک و برخی خصوصیات فیزیکی خاک نظیر رطوبت وزنی در نقاط مهم رطوبتی خاک نظیر ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی تعیین گردیدند (جدول 1). خاک مورد استفاده در این طرح از نظر شوری هیچ‌گونه محدودیتی برای رشد فلفل ایجاد نمی‌کند.

چیدمان گلدان‌ها		
$S_2$2	$S_3$1	$S_5$1
$S_2$3	$S_4$2	$S_1$3
$S_5$3	$S_3$3	$S_1$1
$S_4$3	$S_3$2	$S_4$1
$S_1$2	$S_2$1	$S_5$2

شکل 1- طرح شماتیک چیدمان گلدان‌ها

پس از پرکردن گلدان‌ها، گلدان‌ها با توجه به تیمارهای تعیین شده برچسب گذاری و به‌صورت کاملا تصادفی با فاصله 25 سانتی‌متر از یکدیگر چیده شدند. شکل‌های 1 و 2 آرایش گلدان‌ها را نشان می‌دهند.

خصوصیات آب شاهد و خصوصیات آب دریای خزر مطابق جدول 2 است.

لازم به ذکر است که در ابتدا در کف گلدان‌ها بصورت یکسان مقداری سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و 5 سانتی‌متر بالای گلدان‌ها برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه پر از خاک شدند.

پس از برداشت بوته‌ها پارامترهایی نظیر وزن تر و خشک اندام-هوایی، قطر ساقه، تعداد میوه در دوره رشد، وزن تر میوه در دوره رشد و عملکرد در واحد سطح اندازه‌گیری و محاسبه شدند. قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت 0/01 میلی‌متر و وزن تر و خشک با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 001/0 گرم اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک، بوته‌ها در آون با درجه حرارت 75 درجه سانتی‌گراد و به مدت 24 ساعت قرار داده شد و پس از آن وزن خشک اندازه‌گیری شد. در پایان بعد از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ver 9.0) و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

پس از انجام آزمایشات مورد نظر پارامترهایی نظیر قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام‌هوایی، تعداد میوه در دوره رشد، وزن میوه در دوره رشد و عملکرد در واحد سطح مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول 3).

1- Green Hashemi - F1 - 521
2- Azinphos methyl

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	رطوبت وزنی (%)		هدایت الکتریکی	pH
	حد ظرفیت زراعی	حد پژمردگی دایم	دسی‌زیمنس بر متر	
سیلتی رسی	36	17	0/6	7/53

جدول 2- ترکیبات شیمیایی تیمارهای آب شاهد و آب دریا مورد استفاده در آبیاری

تیمار آب	ترکیبات شیمیایی									
	pH	EC_{25} (dS/m)	HCO_3 (meq/L)	SO_4^{2-} (meq/L)	Mg^{2+} (meq/L)	Ca^{2+} (meq/L)	K^+ (meq/L)	Na^+ (meq/L)	Cl^- (meq/L)	SAR
آب شاهد	7	5/0	7	7/0	8/2	4/4	48/0	27/0	1	14/0
آب دریای خزر	8	4/25	5/31	5/24	71/61	2/25	21/8	9/237	221	36

شکل 2- الف: چیدمان گلدان‌ها در گلخانه ب: رسیدن میوه از گلدهی تا انتهای فصل فیزیولوژیک

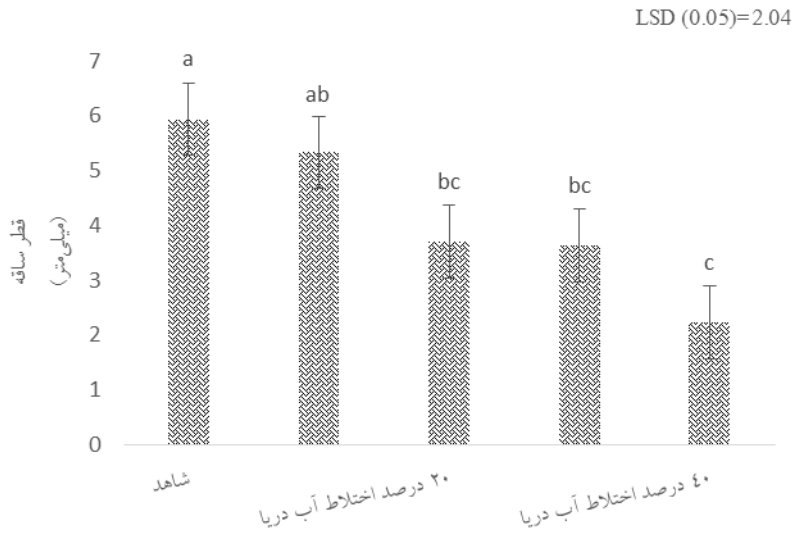
جدول 3- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ساقه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	تعداد میوه	وزن تر میوه	عملکرد	بهره‌وری مصرف آب
شوری	4	6/54 *	5652/63 **	290/89 **	56/10 **	2569/35 **	2/60 **	1/73 **
خطا	10	1/26	21/81	1/09	4/20	33/26	0/03	0/20
ضریب تغییرات		26/9	8/9	7/2	14/8	15/1	15/1	15/3

**، *: معنی‌داری در سطح 1 درصد، *: معنی‌داری در سطح 5 درصد، ns عدم معنی‌داری

نتایج نشان دهنده‌ی اثر معنی‌دار شوری آب آبیاری بر وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد کل میوه در دوره رشد، وزن کل میوه در دوره رشد و عملکرد در واحد سطح در سطح احتمال یک درصد و قطر ساقه در سطح احتمال پنج درصد بود.

قطر ساقه: قطر ساقه فلفل در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند. به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری میزان قطر ساقه کاهش یافت. مطابق شکل 3 بیش‌ترین مقدار قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 5/9 میلی‌متر و کم‌ترین مقدار با 2/2 میلی‌متر در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای 20 و 30 درصد اختلاط آب دریا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. صادقی و زارع (1389) روی گندم و نجفی و سرهنگ‌زاده (1391) روی ذرت علوفه‌ای نشان دادند که افزایش تنش شوری منجر به کاهش قطر ساقه می‌شود، به‌طوری‌که نتایج این تحقیق با نتایج ایشان مطابقت دارد.



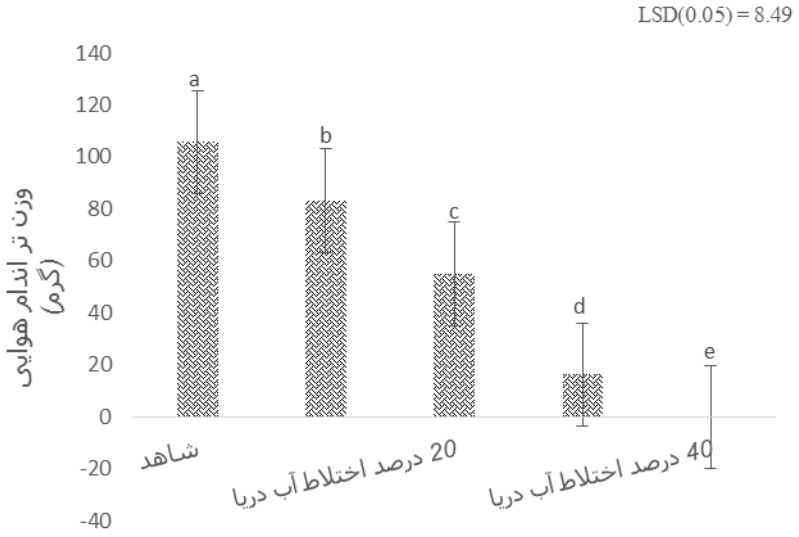
شکل 3- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر قطر ساقه گیاه فلفل

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد ($P<0.05$) نمی‌باشند.

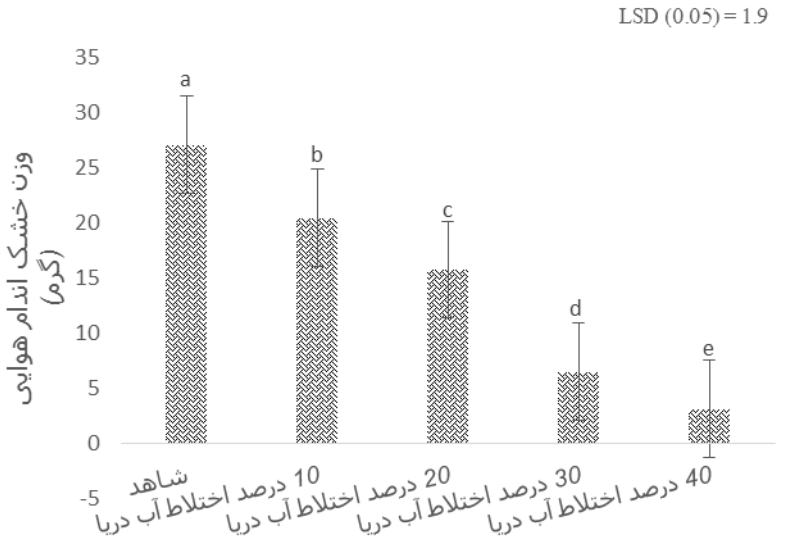
وزن تر و خشک اندام‌هوایی: وزن تر و خشک اندام‌هوایی در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند، به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری میزان وزن تر اندام‌هوایی کاهش یافت. مطابق شکل 4 بیش‌ترین مقدار از وزن تر اندام‌هوایی مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 105 گرم و کم‌ترین مقدار به‌دلیل خشک شدن تمامی بوته‌ها با صفر گرم در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. از طرفی مطابق شکل 5 بیش‌ترین مقدار از وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 27 گرم و کم‌ترین مقدار با 3 گرم در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. کاهش وزن خشک اندام‌هوایی تحت شرایط شوری را می‌توان ناشی از اثرات مضر شوری (اختلالات تغذیه‌ای و سمیت یونی) بر رشد اندام‌ها هوایی دانست (Guo and Tang., 1999). با قرار گرفتن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های در حال توسعه کاهش یافته، ظهور برگ‌های جدید آهسته‌تر و در صورت ادامه تنش متوقف شده، هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز برگ‌ها کاهش یافته، پنجه‌ها، شاخه‌ها و شاخساره‌های کم‌تری تشکیل می‌شود (کافی و همکاران، 1389). قرار گیری طولانی مدت در معرض شوری و هم‌زمانی آن با افزایش درجه حرارت در طول دوره رشد گیاه سبب افزایش تجمع شوری در برگ و به دنبال آن تسریع پیری برگ در واریته‌های حساس می‌شود (کافی و همکاران، 1388). در این شرایط سطح برگ گیاه نیز به مقدار زیادی کاهش یافته که سبب کاهش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و در نتیجه میزان ماده خشک اندام‌های گیاه کاهش می‌یابد (Munns., 1993). تنش سبب می‌شود تا گیاه مرحله‌ی رویشی را به خوبی طی نکرده و با پتانسیل ضعیف وارد دوره زایشی شود، بنابراین کاهش مقدار آسمیلات تولیدی علاوه بر ممانعت از طویل شدن ساقه و کاهش تعداد برگ و محور گل آذین، تشکیل تعداد زیاد گل و فولیکول را محدود کرده است. با افزایش تنش شوری، سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر زیان بار که سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاهان می‌شود، در نهایت منجر به از بین رفتن و یا کاهش شدید اندام‌هوایی می‌شود. مصرف بیش از حد انرژی جهت تولید برخی از مواد آلی که نقش پایدار سازی تعادل اسمزی را با جذب یون‌ها انجام می‌دهند از دیگر عوامل کاهش وزن اندام‌های‌هوایی محسوب می‌شود (جمالی، 1395). نتایج این تحقیق با نتایج باقریان (1390) روی گیاه فلفل مطابقت داشت. نتایج تحقیق هوئیملی و همکاران نشان داد که تنش شوری حاصل از نمک سدیم کلرید باعث کاهش قابل توجهی در وزن تر اندام‌هوایی (برگ‌ها 34 درصد، ساقه 28 درصد) و ریشه (30 درصد) شد، به‌طوری‌که نتایج این تحقیق با نتایج ایشان مطابقت داشت (Houimli et al., 2010).

تعداد کل میوه در طول دوره رشد: تعداد کل میوه در طول دوره رشد در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند، بطوری‌که با افزایش تنش شوری تعداد کل میوه در طول رشد کاهش یافته است. مطابق شکل 6 بیش‌ترین تعداد میوه مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 20 عدد و کم‌ترین تعداد با 9 عدد در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. با افزایش شوری خاک، فشار اسمزی افزایش یافته و گیاه برای جذب مقدار معین آب، باید انرژی بیش‌تری صرف کند، همان انرژی که گیاه برای

فعالیت‌های متابولیکی خود و فرآیندهایی نظیر توسعه سلولی نیازمند آن است.



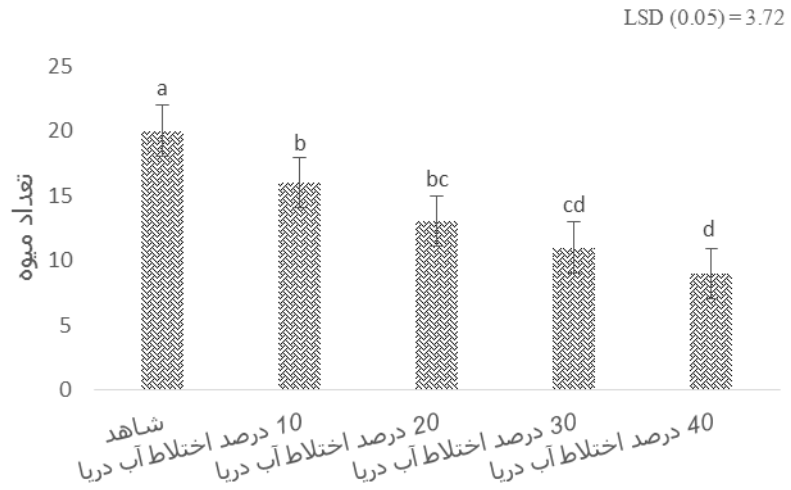
شکل 4- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر وزن تر اندام‌هوایی گیاه فلفل



شکل 5- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر وزن خشک اندام‌هوایی گیاه فلفل

چون گیاه کل انرژی خود را نمی‌تواند فقط صرف غلبه بر فشار اسمزی محلول خاک کند، به ناچار تنها بخشی از آب موجود در خاک را جذب می‌کند و با در اختیار داشتن بخش دیگر انرژی، فعالیت‌های متابولیکی خود را سامان می‌دهد. بدیهی است که در چنین شرایطی به جهت صرف بخشی از انرژی حیاتی در جای دیگر (برای جذب آب از محلول خاک شور) رشد و نمو گیاه محدود شده و نهایتا از مقدار محصول کاسته می‌شود. بدین ترتیب با افزایش شوری خاک و بالا رفتن فشار اسمزی، هرچند هم که آب به قدر کافی در محیط ریشه وجود داشته باشد، جذب آن توسط گیاه کاهش می‌یابد. بالا بودن غلظت نسبی برخی یون‌ها در محلول خاک نیز مستقیما منجر به سمیت گیاه می‌گردد و یا با مختل کردن تعادل یونی محلول خاک، فعالیت‌های طبیعی گیاه به هم می‌خورد. از جمله دلایل اصلی آسیب نمک در گیاهان، عدم تعادل کاتیون‌ها و آنیون‌های ضروری و تغییر ظرفیت نگهداری آب و سمیت حاصل از غلظت زیاد یون‌های نمک است (همایی، 1381). از طرفی نتایج این تحقیق با باقریان (1390) بر روی فلفل سبز و عباسی رستمی و همکاران (1394) بر روی فلفل سبز

نیز مطابقت داشت.



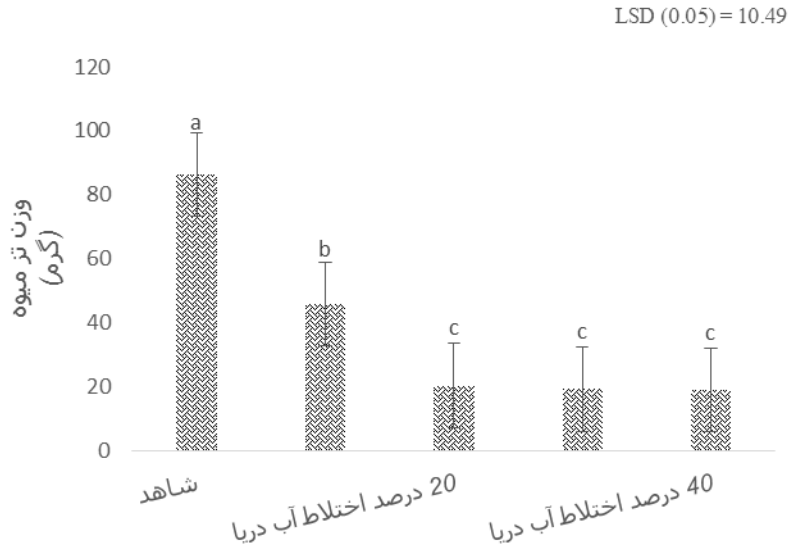
شکل 6- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر تعداد کل میوه در طول دوره رشد گیاه فلفل

وزن کل میوه در طول دوره رشد: وزن کل میوه در طول دوره رشد در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند، به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری میزان وزن کل میوه کاهش یافته است. مطابق شکل 7 بیش‌ترین مقدار از وزن کل میوه مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 86 گرم و کم‌ترین مقدار با 19 گرم در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای 20، 30 و 40 درصد اختلاط آب دریا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اختلال در جذب عناصر غذایی در نتیجه اثر شوری بر دسترسی عناصر غذایی، رقابت در جذب، انتقال و اختصاص می‌باشد. مثلا سدیم جذب پتاسیم و کلر جذب نیترات را کاهش می‌دهد. همچنین شوری جذب و تجمع فسفات را در گیاه از طریق کاهش دسترسی فسفات در خاک کاهش می‌دهد. شوری نه تنها کلسیم قابل دسترس، بلکه انتقال و تحرک آن را نیز در گیاه کاهش می‌دهد. از طرفی شوری باعث کاهش نفوذپذیری ریشه در خاک شده که منجر به کاهش جذب آب توسط گیاه و متعاقب آن میوه می‌شود، به‌طوری‌که کاهش آب در میوه باعث کاهش وزن تر و خشک میوه شده و از طرفی کاهش نفوذ ریشه در خاک منجر به کاهش وزن تر و خشک ریشه می‌گردد (Grattan and Grieve., 1999). نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش وزن تر میوه شد که با نتایج کایا و همکاران بر روی گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی مطابقت داشت (Kaya et al., 2001; Kaya et al., 2002). از طرفی نتایج این تحقیق با باقریان (1390) روی فلفل و عباسی رستمی و همکاران (1394) روی فلفل نیز مطابقت داشت.

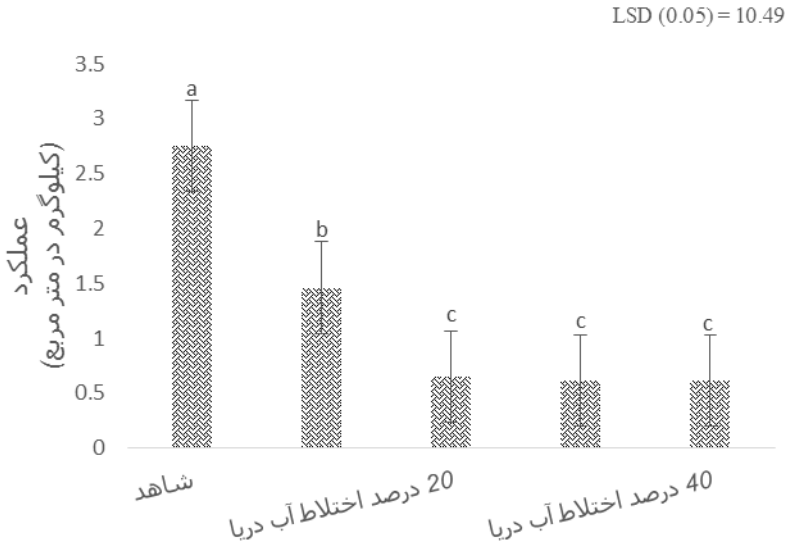
عملکرد در واحد سطح: با افزایش تنش شوری میزان عملکرد کاهش معنی‌داری یافته است. مطابق شکل 8 بیش‌ترین مقدار از عملکرد مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 2/75 کیلوگرم در مترمربع و کم‌ترین مقدار با 0/61 کیلوگرم در تیمار 40 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای 20، 30 و 40 درصد اختلاط آب دریا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این تحقیق با نتایج برنستین و فرانکویس بر روی فلفل مطابقت داشت (Bernestien, and Francois, 1975). طبق یافته‌های ناوارو و همکاران شوری، عملکرد کل میوه فلفل، وزن متوسط میوه‌های تازه و در نهایت تعداد میوه برداشت شده در بوته را کاهش داد (navarro et al., 2010). سمیت یون‌های سدیم و کلر در اثر آبیاری با آب شور و اثر منفی آن بر عملکرد محصولات زراعی و باغی (نظیر فلفل) در پژوهش‌های مختلف مورد تاکید قرار گرفته است (Tanji., 1996). سایرام و تایگی تنش شوری ناشی از تجمع نمک، سمیت یون سدیم و عدم توازن به وجود آمده در اثر برهم‌کنش نمک و عناصر غذایی موجود در خاک را دلایل اصلی کاهش عملکرد محصولات به واسطه افزایش شوری می‌دانند (Sairam and Tyagi., 2004).

شاخص بهره‌وری مصرف آب

با افزایش شوری آب آبیاری، شاخص بهره‌وری مصرف آب تحت تیمارهای مورد مطالعه بر روی گیاه فلفل کاهش یافت (شکل 9). مطابق شکل 9 بیش‌ترین مقدار شاخص بهره‌وری آب مربوط به تیمار شاهد (S_1) با 2/24 کیلوگرم در مترمکعب و کم‌ترین مقدار با 0/49 کیلوگرم در مترمکعب در تیمار 30 درصد اختلاط آب دریا (S_5) مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای 20، 30 و 40 درصد اختلاط آب دریا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط تنش خشکی، کاهش فتوسنتز نسبت به شرایط شوری بیش‌تر است.



شکل 7- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر وزن کل میوه در طول دوره رشد گیاه فلفل



شکل 8- اثر سطوح مختلف شوری آب، آبیاری بر عملکرد در واحد سطح گیاه فلفل

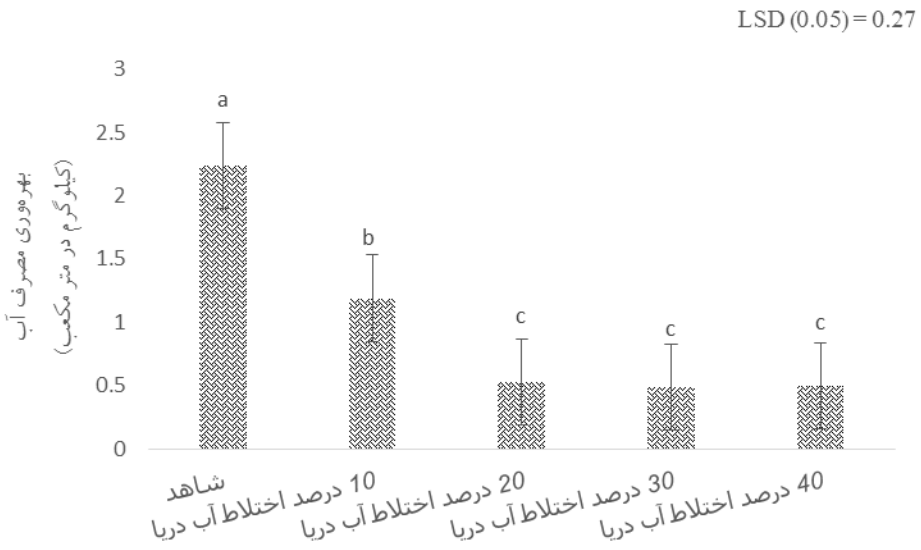
برخی پژوهشگران دلیل این پدیده را تفاوت در تنظیم اسمزی ایجاد شده در دو حالت ذکر شده می‌دانند (Plaut and Federman., 1991). در نقطه مقابل، برخی پژوهشگران معتقدند تنفس پایه در شرایط تنش شوری، بر خلاف تنش خشکی، افزایش می‌یابد (Richardson and McCree., 1985). بطور کلی، با افزایش سطح شوری و یا در معرض خشکی قرار گرفتن گیاه، آب در دسترس کاهش می‌یابد. این شرایط وضعیت آب و تبادل گازها در گیاه را در کوتاه مدت و رشد و عملکرد را در دراز مدت کاهش می‌دهد (Katerji et al., 2008) و به‌تبع آن بهره‌وری مصرف آب را نیز کاهش می‌دهد.

نتایج این تحقیق با نتایج شهیدی و همکاران (1387) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

استفاده از آب‌های نامتعارف به عنوان یکی از منابع تامین آب در بخش کشاورزی، با توجه به محدودیت منابع آب شیرین در کشور ایران با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات غذایی بیش از پیش مورد توجه است. در این راستا استفاده از آب‌های نامتعارف مانند آب-شور دریا در جهت دسترسی و تامین شرایط ایده‌آل برای کشت

محصولات آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک حایز اهمیت می‌باشد. شرایط تنشی به ویژه تنش شوری، موجب کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق با افزایش شوری به میزان 10 درصد اختلاط آب دریا میزان عملکرد، وزن کل میوه و تعداد میوه برداشت شده در طول دوره رشد فلفل سبز به‌ترتیب به میزان 46/9، 46/8 و 20/0 درصد کاهش یافت.



شکل 9- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب در گیاه فلفل

بطور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از مخلوط آب دریای خزر با آب شهری برای تولید فلفل به‌عنوان گیاهی متحمل به شوری، قابلیت اجرایی ندارد. با توجه به نتایج بدست آمده بهترین تیمار آبیاری، آبیاری با آب معمولی بود. پیشنهاد می‌شود مقادیر مختلف شوری در شرایط رژیم متغییر تلفیقی (آبیاری یک در میان آب شور و شیرین) نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

افشاری،ر.، ذاکری‌نیا،م.، شریفان،ح و پهلوانی،م.ه. 1393. تاثیر تنش آبی دوره‌ای و شوری ناشی از آب دریای خزر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه آبیاری و زهکشی. 2.8: 266-274.

بابائیان جلودار،ن و ضیاتبار احمدی،م.خ. 1381. رشد گیاه در اراضی شور و بایر (ترجمه)، انتشارات دانشگاه مازندران، ایران. 120 ص.

باقریان،ا. 1390. بررسی اثر تنش شوری و تغذیه سیلیکون در سه رقم فلفل سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد.

جمالی،ص. 1395. بررسی اثر سطوح مختلف شوری و کم‌آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (Quinoa). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. آبیاری و زهکشی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

حیدری،ن.، خیرابی،ج.، علایی،م.، فرشی،ع.ا.، کاظمی،پ.، وزیری ژ.، انتصاری،م.ر.، دهقانی سانیج،ح.، سادات میری،م.ح.، میرلطیفی،م. 1386. کارآیی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای . ناشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه 180.

سالاریان،م.، علیزاده،ا.، داوری،ک و انصاری،ح. 1393. تاثیر کم‌آبیاری وشوری آب بر ریشه و عملکرد فلفل دلمه گلخانه‌ای در سیستم هوشمند آبیاری قطره‌ای. اصفهان، اولین همایش ملی آب، انسان، زمین.

سجادی،ف.، جمالی،ص و شریفان،ح. 1395. تاثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز. دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. اصفهان. ایران.

شایسته،ن.، گلچین،ا و شفیعی،س. 1390. اثرات شوری آب آبیاری، نیتروژن و محلول‌پاشی با کلرورکلسیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه فلفل (*Capsicum annuum L.*). مهندسی زراعی. 2.34: 69-84 ص.

شریفان،ح و کاظمی حسنوند،م. 1394. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم تحت شرایط آبیاری با آب دریای خزر. نشریه آبیاری و زهکشی. 1.9: 163-169.

شهیدی،ع.، کشکولی،ح.ع و زمانی،غ.ر. 1387. کم‌آبیاری با آب شور به

منظـور ارتقـاءبهره‌وری مصـرف آب در منطقـه بیرجنـد. دومـین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. اهواز. دانشگاه چمران.

صـادقی،ح و زارع،س. 1389. تـاثیر شـوری کلریدسـدیم بـر بعضـی ویژگی‌های مرفولوژی گندم رقم شـیراز، همـایش ملـی مـدیریت کمبود آب و تـنش خشـکی در زراعـت. ارسـنجان. دانشـگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان.

صفری محمدیه،ز.، مقدم،م.، عابدی،ب و سمیعی،ل. 1394. تاثیر تنش شوری بر برخی پارامترهای عملکردی و خصوصیات مورفولوژیک گیاه نعناع سبز (Mentha spicata L.) در شرایط هیـدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 23: 106-97 ص.

عباسی رستمی،م.، قاجار سپانلو،م و بهمـن‌یـار،م.ع. 1394. اثـر تـنش شوری حاصل از کـاربرد آب آبیـاری شـور بـر عملکـرد و برخـی پارامترهای رشدی فلفل سـبز. دومـین کنگـره علمـی پژوهشـی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منـابع طبیعـی و محـیط زیسـت ایران. تهران. انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین.

کاظم‌زاده حقیقـی،ع. 1389. ارزیـابی مقاومـت بـه شـوری براسـاس جوانه‌زنی در 9 رقم سورگوم علوفه‌ای. فصـل‌نامـه پـژوهش‌هـای علوم گیاهی. 3.5: 74-81.

کـافی،م.، برزویـی،ا.، صـالحی،م.، کمنـدی،ا.، معصـومی،ع.و نبـاتی،ج.1388. فیزیولـوژی تـنش‌هـای محیطـی در گیاهـان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کافی،م.، صالحی،م.و عشـقی‌زاده،ح.ر. 1389. کشـاورزی شورزیسـت. راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک (تالیف). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

نجفی،ن.ا و سرهنگ‌زاده،ا. 1391. اثر شـوری کلریدسـدیم و غرقـاب شـدن خـاک بـر ویژگـی‌هـای رشـد ذرت علوفـه‌ای در شـرایط گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 10.3: 1-14.

همایی،م. 1381. واکنش گیاهان بـه شـوری. کمیتـه ملـی آبیـاری و زهکشی ایران. تهران.

یوسفی،م.، طباطبایی،س.ج.، حـاجیلو،ج و مهنـا،ن. 1390. اثـر تـنش شوری کلریدسدیم در بخشی از سیستم ریشه بر عملکرد، کمیت و کیفیت میوه توت فرنگی. نشریه دانش کشاورزی و تولیـد پایـدار. 1.2: 136-144.

Al-Harbi,A.R., Al-Omran,A.M., Alenazi1,M.M., Wahb-Allah,M.A. 2015. Salinity and deficit irrigation influence tomato growth yield and water use efficiency at different developmental stages. international journal of agriculture and biology. 17: 241-250

Baccio,D., Navari-izzo,F and Izzo,R. 2004. Saline water irrigation: antioxidant irrigation Science. 14: 21-26.

Bernestien, L. and Francois, L. E. 1975. Effects of Frequency of sprinkling with saline waters compared with daily drip irrigation. Agronomy journal. 67: 187-190.

Cuartero,J and Munoz,R.F. 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulture. 79: 83-125.

Grattan,S.R and Grieve,C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia horticulturae. 78: 127-157.

Grattan,S., Zeng,L., Shannon,M and Roberts,S. 2002. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. California Agriculture. 56.6:189-198.

Guo,F., Tang,Z.C. 1999. Reduced Na+ and K+ permeability of K+ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat. Chinese Science Bulletin. 44.9: 816-821.

Houimli, S.I.M., Denden, M. and Mouhandes, B.D., 2010. Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress. EurAsia J BioSci, 4, pp.96-104.

Katerji,N., Mastrorilli,M and Rana,G. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: Review and analysis. European Journal of Agronomy. 28: 493-507.

Kaya,C.,H. Kirnak and Higgs.D. 2001. Enhancement of growth potassium and phosphprus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition 24: 357-367.

Kaya,C., Kirnak,H., Higgs,D and Saltali,K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth at fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae. 93: 65-74.

Lehkozivova,J., kohajodva,Z. 2009. The quality and authenticity markers of tomato ketchup. Acta Chimica Solvaca. 2: 88- 96.

Mane,A., Deshpande,T., Wagh,V., Karadge,B and Samant,J. 2011. A critical review on physiological changes associated with refrence to salinity. International Journal of Environmental Sciences. 1: 1192.

Munns,R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environment. 16: 15-24.

Navarro,J.M., Garrido,C., Flores,P and Martnez,V. 2010. The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. Spanish Journal of Agricultural Research. 8.1:142-150.

Plaut,Z and Federman,E. 1991. Acclimation of CO2

Sharifi,M., Ghorbani,M and Ebrahimzadeh,H. 2007. Improved growth of salinity stressed soybean after inoculation with salt pretreated mycorrhizal fungi. Jurnal of Plant Physiology. 164: 1144-1151.

Tanji, K. K. 1996. Agricultural Salinity Assessment and Management. American Society of Civil Engineers, New York. 253 p.

Zhani,K., Ben,F.M., Mani,F and Hannachi,C. 2012. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (Capsicum frutescens L.). Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 8.4: 237-241.

assimilation in cotton leaves to water stress and salinity. Plant Physiology. 97: 515-522.

Qados,A.M.A. 2015. Effects of salicylic acid on growth, yield and chemical contents of pepper (Capsicum Annuum L) plants grown under salt stress conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 8.2: 107-115.

Richardson,S.G and McCree,K.J. 1985. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. Plant Physiology 79: 1015-1020.

Sairam,R.K and Tyagi,A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science. 86: 407-421.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 11, Jun.-Jul. 2017, p. 274-285

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد 11، خرداد - تیر 1396، ص. 285-274

Evaluation the use Caspian Seawater for Irrigation Green pepper under Greenhouse Conditions

F. sajadi[1], H. sharifan[2], S. jamali[3*]

Recived: Nov.14, 2016 Accepted: Jun.30, 2016

Abstract

In arid and semi-arid regions due to restriction of access to fresh water resources for agricultural production, the major source of irrigation water is salt water. The goal of this study was to the effect of irrigation by Caspian Sea water on yield and yield components green pepper (Capsicum annum) variety of green Hashemi in greenhouse conditions. the research was done based in completely randomized design including 3 replications as pot planting in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources during 2015. In this study salinity factors consist of 5 levels (0, 10, 20, 30 and 40 percent of the mixing sea water and tap water). The results showed that effect of irrigation water salinity on shoot fresh and dry weight, number of fruit per plant, yield and fruit fresh weight were highly significant ($p>0.01$), but steam diameter and Water use effeciency were significant at 5 percent level. the result showed that increasing salinity decreased all characteristic measured, the result showed that increasing 10 percent mixing of sea water + tap water has resulted to decreasing of yield 46.9 percent, respectively. The result showed that the use of mixing sea water and tap water, to irrigate green pepper can not be used.

Keywords: Fruit fresh weight, Green Hashemi cultivar, Number of fruit, salinity stress, Water use efficiency, Yield

1- M.Sc. student, Department of Water Engineering, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- M.Sc. student, Department of Water Engineering, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(*-Corresponding Author: sa13e12@gmail.com)