Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره اول، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

بهره‌برداری آب دریا جهت آبیاری گیاه فلفل دلمه‌ای تحت شرایط گلخانه‌ای

*صابر جمالی[۱]، حسین شریفان[۲] و فراست سجادی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۳]دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: افزایش روزافزون جمعیت همگام با معضل بحران جهانی منابع آب شیرین، استفاده از منابع آب نامتعارف در بخش کشاورزی، به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک را ضروری می‌سازد. از طرفی شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند. یکی از روش‌های غلبه بر مشکلات تنش شوری، شناخت میزان تحمل شوری گیاهان زراعی و باغی می‌باشد. هدف از این پژوهش امکان‌سنجی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه فلفل دلمه‌ای (Capsicum annum) رقم کالیفرنیا واندر تحت شرایط گلخانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از ۵ سطح اختلاط آب دریا و آب شهری، جهت بررسی اثر آن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر استفاده شد. این پژوهش بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار در سال ۱۳۹٤ در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در گلدان اجرا گردید. گلخانه مورد استفاده در شمال کشور ایران و در شهر گرگان با موقعیت جغرافیایی ۳٦ درجه و ۵۱ دقیقه طول شمالی و ٥٤ درجه و ١٦ دقیقه عرض شرقی و ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا واقع بود. بافت خاک مورد استفاده در این طرح سیلتی رسی بود. در این پژوهش مقادیر شوری آب آبیاری شامل (۰/۵، ۳/۰، ۵/۵، ۸/۰ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بود. در انتها تحلیل آماری صفات مورد بررسی (تعداد میوه برداشت شده، متوسط وزن تر میوه، متوسط وزن خشک میوه، عملکرد در واحد سطح و بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر میوه) با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.0) انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری بر تعداد میوه، وزن تر و خشک میوه، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تیمار ۱۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری در مقایسه با سایر رژیم‌های مورد بررسی پس از تیمار شاهد دارای بیش‌ترین میزان متوسط وزن تر و خشک میوه برداشت شده، تعداد میوه برداشت شده، عملکرد در واحد سطح و بهره‌وری مصرف آب بوده است.

* مسئول مکاتبه: saberjamali@mail.um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که افزایش سطوح مختلف شوری منجر به کاهش تمامی صفات شد، به‌طوری‌که افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۵ به ۳/۰ دسی‌زیمنس بر متر منجر به کاهش وزن تر میوه و عملکرد به‌میزان ۵۰/۵ و ٤٨/٤ درصد شد. نتایج نشان‌دهنده این موضوع بوده که گیاه فلفل دلمه‌ای به شوری حساس است و اختلاط آب دریا و شهری جهت آبیاری این گیاه قابلیت اجرایی در شرایط گلخانه‌ای ندارد.

واژه‌های کلیدی: آب دریای خزر، بهره‌وری مصرف آب، تنش شوری، عملکرد، فلفل دلمه‌ای

مقدمه

فلفل دلمه‌ای از جمله اصلی‌ترین گیاهانی است که در شرایط گلخانه‌ای کشت می‌شود. برای فلفل‌های گلخانه‌ای آستانه تحمل به شوری بین ۰ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر است و بعد از آن عملکرد به‌صورت خطی با افزایش شوری کاهش می‌یابد (۱۷). فلفل با نام علمی *Capsicum annum* L. یکی از سبزیجات مهم از خانواده سولاناسه[1] و از جنس کپسیکوم[2] و گونه *C. annum* می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد (٢٤) که ۹۹ درصد از سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای به خیار، ۸ درصد به گوجه‌فرنگی و ٤ درصد به فلفل به‌عنوان کشت دوم اختصاص دارد فلفل سبز یک محصول مهم کشاورزی است که نه تنها به‌خاطر ارزش اقتصادی بلکه به‌خاطر ارزش میوه‌های آن و هم‌چنین منبع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۵).

نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که گیاه فلفل نسبت به شوری، گیاهی نسبتاً حساس بوده و در شرایطی که تیمارهای شوری و خشکی به‌صورت توأمان اعمال گردد، این شدت افزایش می‌یابد (۲۷). پژوهشی به‌منظور بررسی اثر شوری بر روی گیاه فلفل انجام شد و شوری در شش سطح (۰/٦٥، ۲، ۳، ٤، ٥ و ۷ دسی‌زیمنس بر متر) بر گیاه اعمال گردید، نتایج نشان داد ضریب حساسیت عملکرد نسبت به شوری ۱/٥٦ می‌باشد. هم‌چنین جذب آب توسط گیاه به‌صورت نمایی کاهش نشان داد و عملکرد گیاه به‌صورت خطی بعد از حد آستانه (۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش داشت (۳۰). سجادی و همکاران (۲۵) در پژوهشی به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری و بیش‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز نشان دادند که افزایش شوری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد میوه، وزن تر و خشک میوه و ارتفاع بوته گردید، به‌طوری‌که با افزایش شوری از ۰/۸ به ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر میزان عملکرد وزن تر و خشک فلفل سبز به‌میزان ٤٩/٣ و ٤١/٤ درصد کاهش یافت. با افزایش بیش‌تر شوری آب آبیاری به ۸/٦ دسی‌زیمنس بر متر میزان عملکرد وزن تر و خشک نیز به‌میزان ۹۰/۷ و ۸۷/۹ درصد به‌ترتیب کاهش یافت. اِوه و استمبرگ (۲۰۰۵) به‌منظور بررسی اثر شوری بر رشد و تبادلات گازی فلفل برزیلی نشان دادند که سرعت رشد گیاه و نسبت سطح برگ را کاهش داد ولی تأثیری بر نسبت ریشه به ساقه نداشت (۱۱). نتایج پژوهش دله‌آمور و کرسپو (۲۰۱۲) به‌منظور بررسی اثر باکتری‌ها بر بهبود رشد گیاه فلفل دلمه‌ای در شرایط مختلف شوری نشان داد که وزن خشک اندام هوایی و ریشه و شاخص کلروفیل برگ کاهش یافت (۹).

گومز و همکاران (۱۹۹٦) به‌منظور بررسی اثر توام سطوح مختلف شوری و کود نیتروژن بر عناصر

1- Solanaceae
2- Capsicum

www.SID.ir

Archive of SID

پرمصرف و عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای نشان دادند که در اثر افزایش شوری وزن تر کل میوه‌ها و تعداد میوه‌های برداشت شده در طول دوره رشد کاهش یافت، از طرفی عناصر فسفر، کلسیم و منیزیم نیز با افزایش شوری کاهش یافت (۱۲). عثمان و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری بر رشد ارقام مختلف فلفل دلمه‌ای نشان دادند که فلفل دلمه‌ای به شوری حساس بوده و افزایش شوری منجر به کاهش عملکرد میوه، عملکرد بازارپسند میوه، تعداد میوه برداشت شده و وزن تک میوه در تمامی ارقام (Flaviano, Sonar, Alzado) شد. در بین ارقام رقم Flaviano بیش‌ترین عملکرد میوه را نسبت به دو رقم دیگر داشت (۲۱).

گونز و همکاران به‌منظور بررسی اثر توأم سطوح مختلف شوری و فسفر بر عملکرد و خواص بیوشیمیایی گیاه فلفل نشان دادند که افزایش شوری منجر به کاهش عملکرد میوه، وزن تر و خشک میوه گردید. ایشان به این نتیجه رسیدند که افزایش فسفر قابل‌جذب به‌میزان ٤٠٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم منجر به کاهش عملکرد میوه، وزن تر و خشک میوه گردید (١٤). در پژوهشی دیگر به‌منظور شناخت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری بر خصوصیات کیفی و عملکرد فلفل در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، آزمایشی انجام شده است. سطوح مختلف تنش شوری شامل ۳ سطح ۲/۱، ۳ و ٦ دسی‌زیمنس بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری در سطح احتمال ۱ درصد بر طول میوه، قطر میوه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد، وزن میوه و تعداد میوه تأثیر معنی‌داری داشته است ولی بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری نداشت و شیب کاهش عملکرد به‌ازای هر واحد افزایش شوری نسبت به آستانه تحمل فلفل (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) ۱۰ درصد به‌دست آمد. نتایج نشان داد که فلفل در گلخانه نسبت به تنش شوری نسبتاً حساس می‌باشد (۲۷). بلترانو و همکاران (۲۰۱۳) به‌منظور بررسی اثر قارچ‌های میکوریزا بر رشد گیاه، خواص بیولوژیکی و فیزیولوژیکی در شرایط متفاوت شوری در گیاه فلفل نشان دادند که افزایش شوری منجر به کاهش شاخص سطح برگ، کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی و ریشه شد (۷).

صادقی و همکاران (۲۰۱۲) به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژی سه رقم بادمجان نشان دادند که شوری باعث کاهش صفات تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک ساقه و نسبت وزن خشک ساقه به ریشه شد (۲۳). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش عملکرد کل، میانگین وزن میوه و شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی گردید (۱۹). سلجوقیان‌پور و همکاران (۲۰۰۹) به‌منظور بررسی ارزیابی تحمل به شوری در مرحله رشد رویشی و ریزغده‌زایی در چند رقم سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه در پژوهش خود نشان دادند که شوری اثر مثبت معنی‌داری بر وزن خشک ریشه و مساحت سطح برگ داشت (۲۸). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری منجر به ارتفاع بوته، کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدهای گیاه سیب‌زمینی گردید (۸).

از آن‌جا که منابع آبی با کیفیت مطلوب برای آبیاری محصولات در جهان کم است بنابراین استفاده از آب‌های شور و لب‌شور برای کشاورزی امری ضروری می‌باشد و با توجه به اهمیت مشکل شوری آب و خاک در بسیاری از نقاط کشور به‌خصوص 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 بهره‌برداری آب‌های نامتعارف جهت آبیاری گیاه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.) رقم کالیفرنیا واندر تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹٤ در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ١٦ دقیقه، عرض ٣٦ درجه و ٥١ دقیقه و ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش مذکور در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار بر پایه کشت گلدانی در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید (شکل ۱). تیمارهای آبیاری در پنج سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤٠ درصد اختلاط آب دریا) بوده و از مرحله چهار برگی شدن بوته‌ها اعمال شد. خصوصیات شیمیایی آب دریا و شهری در جدول ۱ ارائه شده است.

شکل ۱- آرایش گلدان‌ها.

Figure 1. Pots layot.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده.

Table 1. Selected chemical properties of used irrigation water.

کیفیت آب Quality of water	ترکیبات شیمیایی (chemical properties)									
	pH	#EC25 (dS/m)	بی‌کربنات (meq/L)	سولفات (meq/L)	منیزیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	پتاسیم (meq/L)	سدیم (meq/L)	کلر (meq/L)	SAR
آب شهری (Tap water)	7.05	0.5	7	0.7	2.8	4.4	0.48	0.27	1.0	0.14
آب دریا (seawater)	8	25.4	31.5	24.5	61.71	25.2	8.21	237.9	221.0	36.0

EC_{25} هدایت الکتریکی آب در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد

EC25: water electrical conductivity at 25 C

www.SID.ir

Archive of SID

قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ٦٠ درصد خاک (که از قبل سرند شده بود)، ٣٠ درصد کود گاوی پوسیده و ١٠ درصد پرلیت تهیه شده و مورد تجزیه و تحلیل فیزیکوشیمیایی قرار گرفتند. خاک مورد استفاده بعد از هواخشک شدن از الک ٢ میلی‌متری عبور داده و برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای، نیتروژن با استفاده از روش کجلدال، سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد. کود گاوی پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ٢ میلی‌متری، به‌منظور کاهش قابلیت هدایت الکتریکی و نیتروژن نیتراتی، قسمتی از کودها آبشوئی شد. آبشویی کودها به نسبت برابر ١ به ١٠ کود آلی به آب مقطر انجام شد و اجازه داده شد تا آب از پایین ظرف خارج شود. کودهای آبشوئی شده سپس در معرض هواخشک شدند. در این آزمایش مقدار فسفر به روش زرد وانادات انجام شد از طرفی مقدار نیتروژن کل (کجلدال) نیز برای کود دامی پوسیده با استفاده از روش مشابه با خاک اندازه‌گیری شدند. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ٢ و خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده در جدول ٣ ارائه شده است. با توجه به این‌که پژوهش مذکور بر پایه کشت گلدانی بوده در ابتدا ١٥ گلدان به قطر ٢٠ و ارتفاع ٣٠ سانتی‌متر که دارای زهکش انتهایی بودند تهیه گردید. پس از تهیه محیط کشت مرکب، آن را به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده و با ترازو وزن گلدان‌ها را بررسی کرده تا شرایط یکسان باشد، لازم به ذکر است که ابتدا در کف گلدان‌ها به‌صورت یکسان لایه‌ای از سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ٥ سانتی‌متر بالایی گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک مرکب پر شدند. به‌منظور از بین بردن شوری، محیط کشت گلدان‌ها را با آب شهری اشباع کرده و اجازه داده شد که آب از زهکش‌های آن خارج شود. در تاریخ ١٥ فروردین ١٣٩٤، نشاهای فلفل که به مرحله ٤ برگی رسیده بود تهیه شده و در هر گلدان به ٣ بوته کشت شد. دور آبیاری در این طرح ثابت و عمق آبیاری متغیر بوده که با استفاده از تشت تبخیر کلاس A تعیین شد. تا مرحله استقرار گیاه، آبیاری تمام تیمارها به یک مقدار مشابه، با استفاده از آب شهری و بر اساس میزان تبخیر اندازه‌گیری شده با تشت انجام شد و سپس اعمال تیمارها صورت پذیرفت. دور آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه یک روز در میان در نظر گرفته شد. تعیین نیاز آب شامل سه مرحله بود: تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0)، تعیین ضریب گیاهی (K_c) و تعیین اثر شرایط محل و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه. در این پژوهش از تشت تبخیر کلاس A و از رابطه‌های ١ و ٢ برای تعیین میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی استفاده شد.

$$ET_0 = K_p \times E_{pan} \quad (١)$$

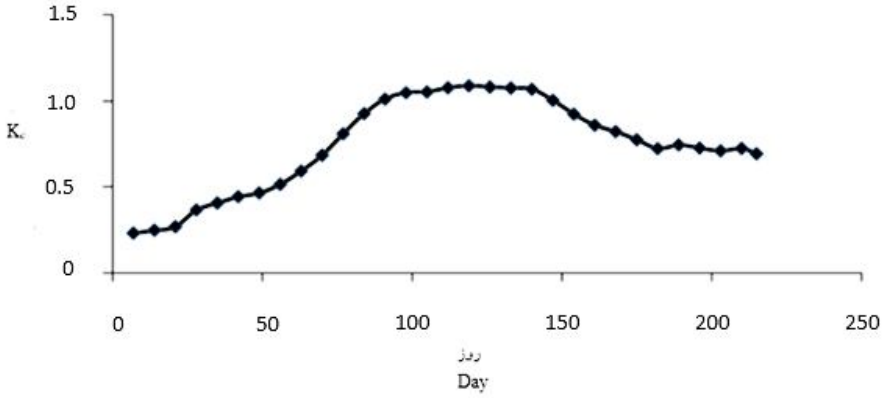
$$ET_C = K_C \times ET_0 \quad (٢)$$

که در آن‌ها، K_p ضریب تشت و E_{pan} میزان تبخیر اندازه‌گیری از تشت (میلی‌متر) برای هر منطقه است که به تبخیر و تعرق گیاه مرجع و تبخیر و تعرق واقعی گیاه وابسته است. مقدار K_p به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشت بستگی دارد. در رابطه ٢، K_c ضریب گیاهی، ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر) و ET_c تبخیر و تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر) است (٤). ضریب تشت تبخیر محاسبه شده از روش پیشنهادی در نشریه فائو ٥٦ با توجه به موقعیت استقرار آن در

www.SID.ir

Archive of SID

محل (به‌طور میانگین ۰/۷) تعیین شد (۵). هم‌چنین بر اساس بررسی‌های انجام‌شده (۲) ضریب گیاهی برای فلفل تعیین و در محاسبه نیاز آبی مدنظر قرار گرفت (شکل ۲). ضریب گیاهی فلفل در مراحل رشدی ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی گیاه به‌ترتیب ۰/۲۵، ۰/۵۳، ۱/۰۳ و ۰/۷۵ در نظر گرفته شد (۲).



شکل ۲- تغییر مقدار ضریب گیاهی فلفل (۲).

Figure 2. Change of Sweet Pepper K_c (2).

در مرحله داشت علاوه بر عملیات آبیاری عملیات کوددهی و مبارزه با آفات و علف‌های هرز نیز انجام شد، به‌طوری‌که جهت مبارزه با آفات شته سبز از سم آزینفوس متیل با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی طی ٤ مرحله انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک از ترازوی دیجیتالی دقیق استفاده شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های تازه را به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک نموده و سپس توزین شدند. معیار برداشت میوه در این طرح بر اساس فصل فیزیولوژیک گیاه فلفل بود و در طی ۳ مرحله به فواصل یک ماه در میان میوه‌ها برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شد. صفات مورد بررسی پس از برداشت میوه‌ها تعداد میوه برداشت شده در طول فصل رشد، متوسط وزن تر و خشک میوه برداشت شده، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب بود. در انتها نتایج با نرم‌افزار SAS (ver. 9.0) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 2. Selected physical and chemical properties of used soils.

K	P	N	pH	EC	چگالی ظاهری (bulk density)	رطوبت وزنی (درصد) θ_m (%)		بافت خاک Soil texture
میکروگرم در گرم خاک $\mu g\ g^{-1}$ of soil		٪		dSm^{-1}	$grcm^{-3}$	PWP	FC	
371	7.8	0.23	7.53	0.6	1.62	37	17	سیلتی رسی Silty clay

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده.

Table 3. Selected chemical properties of used manure.

نوع کود Manure	pH	EC	ترکیبات شیمیایی (Chemical properties)		
			N	P	K
		(dS/m)	درصد (%)		
کود گاوی (Cow manure)	8.05	3.08	2.09	0.48	1.98

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر شوری بر روی همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ٤).

تعداد میوه برداشت‌شده: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد میوه برداشت‌شده (شکل ۳) مربوط به تیمار شاهد با ۹/٦٦ عدد و کم‌ترین مقدار با ۱/٦٦ عدد در تیمار آبیاری ٤۰ درصد اختلاط آب دریا با آب شیرین مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای ۲۰، ۳۰ و ٤۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شیرین از نظر تعداد میوه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان‌دهنده این است که گیاه فلفل دلمه‌ای به شوری آب آبیاری حساس بوده، به‌طوری‌که افزایش ۱۰ درصدی آب دریا منجر به کاهش ٤۱/٤ درصدی تعداد میوه برداشت‌شده در طول فصل گردید. نتایج این پژوهش با نتایج سالاریان و همکاران (۲۰۱٤)، عباسی‌رستمی و همکاران (۲۰۱۵)، گومز و همکاران (۱۹۹٦)، عثمان و همکاران (۲۰۰۹)، وهب‌الله (۲۰۱۳) و قدوس (۲۰۱۵) مطابقت داشت (۱، ۱۲، ۲۱، ۲۲، ۲۷ و ۳۱). کاهش محصول ناشی از سمیت سدیم کلرید به‌علت کاهش شدید فعالیت‌های زیستی و زیست شیمیایی در گیاه است که از آن جمله می‌توان به تأثیر سوکلر در سنتز آنیون‌های آلی، کاهش جذب نیترات و نیتروژن کل در گیاه، مختل شدن متابولیسم نیتروژن در گیاه و در نتیجه اختلال در سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک اشاره داشت (۳).

جدول ٤- تجزیه واریانس شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد فلفل دلمه‌ای.

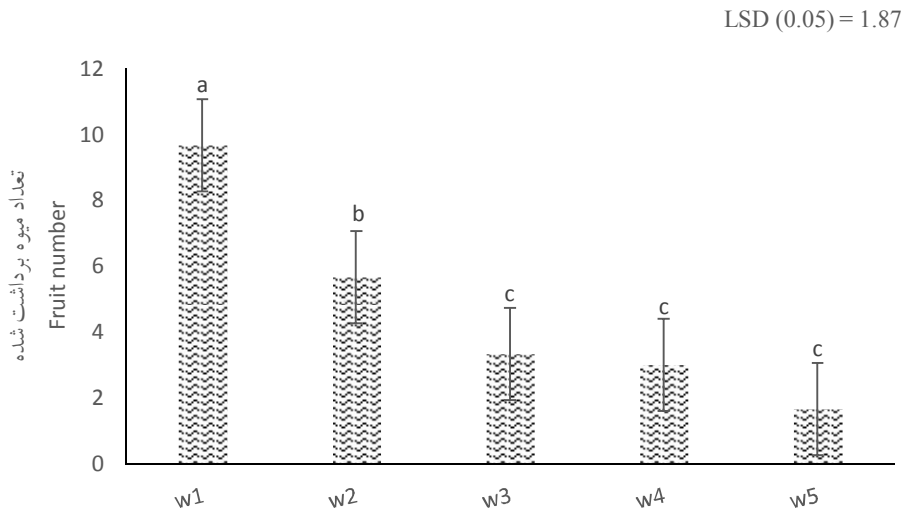
Table 4. Analysis of variance (mean square) for yield and yield components of Dill.

منابع تغییرات Annoa	درجه آزادی DF	تعداد میوه برداشت‌شده (Fruit numbers)	وزن تر میوه (Fruit fresh weights)	وزن خشک میوه (Fruit dry weights)	عملکرد در واحد سطح (Yield)	بهره‌وری آب (water use efficiency)
شوری (Salinity)	4	29.7**	7898.1**	84.9**	7.97**	12.52**
خطا (Error)	10	1.1	73.4	0.2	0.1	0.1
ضریب تغییرات (CV)		20.1	18.5	7.1	17.3	15.8

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد (Significant at P<0.01)، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد (Significant at P<0.05)، ns غیرمعنی‌دار (not significant).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- اثر سطوح مختلف اختلاط آب دریا بر تعداد میوه برداشت شده فلفل دلمه‌ای.

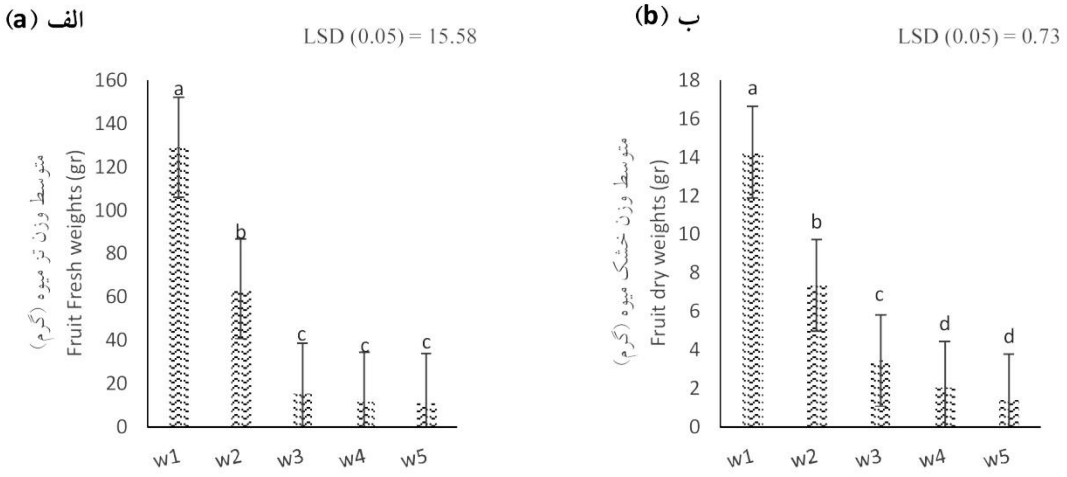
Figure 3. Effect of mixture of sea water levels on Fruit number of Sweet Pepper.

متوسط وزن تر و خشک میوه: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن تر میوه (شکل ٤- الف) و وزن خشک میوه (شکل ٤- ب) به‌ترتیب با ۱۲۸/۹٦ گرم و ١٤/٢٨ گرم مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار با ۱۱/۰۹ گرم و ۱/٤۱ گرم در تیمار آبیاری ٤۰ درصد اختلاط آب دریا با آب شیرین مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای ۲۰، ۳۰ و ٤۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شیرین از نظر وزن تر میوه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی در صفت وزن خشک میوه بین تیمارهای ۳۰ و ٤۰ درصد اختلاط آب دریا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد. نتایج نشان‌دهنده این است که افزایش ۱۰ درصدی آب دریا منجر به کاهش ۵۰/٦ درصدی متوسط وزن تر میوه و کاهش ٤۸/۵ درصدی متوسط وزن خشک میوه گردید. کاهش محصول می‌تواند ناشی از اختلال در جذب عناصر غذایی در نتیجه اثر شوری بر دسترسی عناصر غذایی، رقابت در جذب، انتقال و اختصاص باشد (به‌عنوان مثال سدیم جذب پتاسیم و کلر جذب نیترات را در گیاهان 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 (۱۳). کاهش رشد گیاه تحت شوری ممکن است بر اثر اختلال جذب عناصر غذایی، بر هم زدن تعادل یونی یا کاهش پتانسیل آب در خاک و تنش اسمزی یا به‌علت تغییر فراهمی آنزیم‌های مؤثر در فعالیت دستگاه فتوسنتزکننده گیاه ایجاد شده باشد. طول ساقه و ریشه مهم‌ترین پارامترهای مونیتورینگ آثار تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش‌های شوری محسوب می‌شوند؛ زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک بوده و آب و املاح را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه منتقل می‌کند. بنابراین، تغییرات طولی این دو پارامتر

www.SID.ir

Archive of SID

(ساقه و ریشه)، نشانه مهمی برای پاسخ گیاهان به تنش شوری به حساب می‌آید (١٦)، به‌طوری‌که افزایش شوری باعث کاهش وزن تر و خشک میوه گردیده است. از طرفی نتایج این پژوهش با نتایج گومز و همکاران (١٩٩٦)، عثمان و همکاران (٢٠٠٩)، باقریان (٢٠١١) و عباسی‌رستمی و همکاران (٢٠١٥) نیز مطابقت داشت (١، ٦، ١٢ و ٢١).



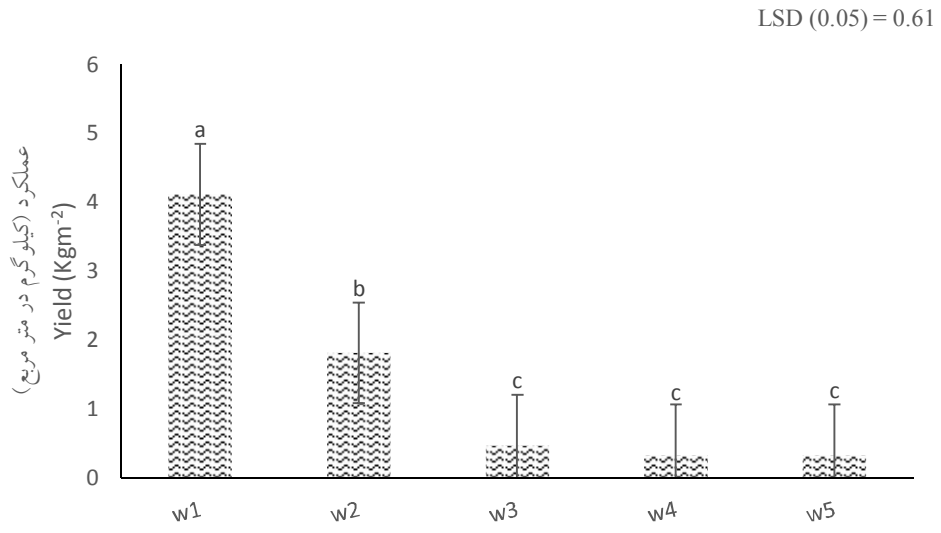
شکل ٤- اثر سطوح مختلف اختلاط آب دریا بر الف) متوسط وزن تر میوه، ب) متوسط وزن خشک میوه فلفل دلمه‌ای.

Figure 4. Effect of mixture of sea water levels on a) Fruit fresh weights b) Fruit dry weights of Sweet Pepper.

عملکرد در واحد سطح: مطابق شکل ٥ بیش‌ترین میزان عملکرد در واحد سطح فلفل دلمه‌ای ٤/١١ کیلوگرم در مترمربع بوده که در تیمار شاهد مشاهده شده و کم‌ترین مقدار آن نیز با ٠/٣٣ کیلوگرم در مترمربع در تیمار آبیاری ٤٠ درصد اختلاط آب دریا با آب شیرین مشاهده گردید. نتایج نشان‌دهنده این امر است که بر اساس شکل ٥ مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای ٢٠، ٣٠ و ٤٠ درصد اختلاط آب دریا و آب شیرین از نظر عملکرد در واحد سطح گیاه فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ٥ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و نتایج گویای این مهم است که افزایش ١٠ درصدی آب دریا منجر به کاهش ٥٥/٩٦ درصدی عملکرد در واحد سطح فلفل دلمه‌ای می‌گردد. سایرام و تایگی (٢٠٠٤) 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 (٢٦). از طرفی نتایج این پژوهش با نتایج ناوارو و همکاران (٢٠١٠) روی فلفل، دولتشاه و همکاران (٢٠١٥) روی توت‌فرنگی و لایق و همکاران (٢٠١٠) روی گوجه‌فرنگی مطابقت داشت (١٠، ١٩ و ٢٠).

www.SID.ir

Archive of SID



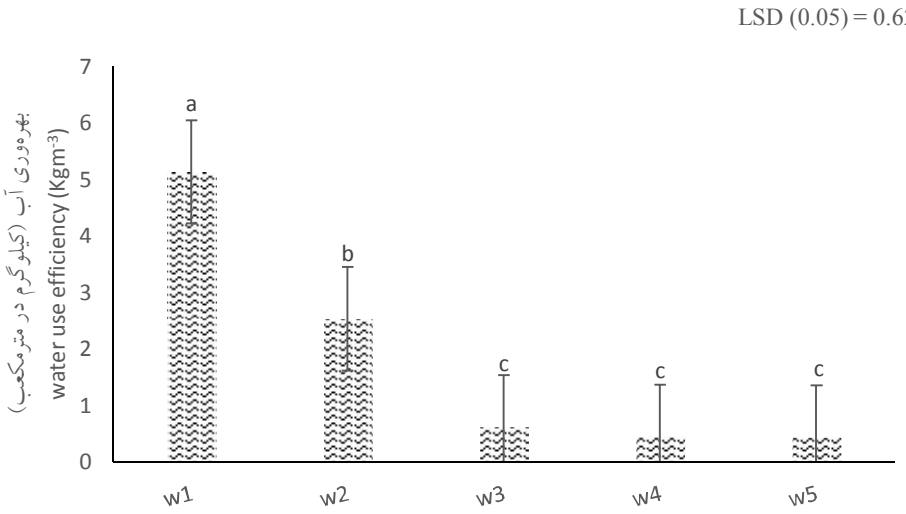
شکل ۵- اثر سطوح مختلف اختلاط آب دریا بر عملکرد در واحد سطح فلفل دلمه‌ای.

Figure 5. Effect of mixture of sea water levels on Yield of Sweet Pepper.

بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر میوه: با افزایش شوری آب آبیاری، شاخص بهره‌وری مصرف آب تحت تیمارهای مورد مطالعه بر روی گیاه فلفل دلمه‌ای به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (ولی بین تیمارهای ۲۰، ۳۰ و ٤٠ درصد اختلاط آب دریا با آب شیرین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد) (شکل ٦). مطابق شکل ٦ بیش‌ترین مقدار شاخص بهره‌وری آب مبتنی بر وزن تر میوه مربوط به تیمار شاهد با ۵/۱۳ کیلوگرم در مترمکعب و کم‌ترین مقدار با ۰/٤٤ کیلوگرم در مترمکعب در تیمار ٤٠ درصد اختلاط آب دریا با آب شیرین مشاهده شد. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که افزایش آب دریا منجر به کاهش وزن تر میوه و به تبع آن بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر میوه گیاه فلفل دلمه‌ای می‌گردد، به‌طوری‌که افزایش ۱۰ درصدی آب دریا نسبت به آب شهری، بهره‌وری مصرف آب را به‌میزان ۵۰/۷ درصد کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج شهیدی و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت (۲۹). به‌طورکلی، 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 کوتاه‌مدت و رشد و عملکرد را در درازمدت کاهش می‌دهد (۱۸) و به تبع آن بهره‌وری مصرف آب را نیز کاهش می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- اثر سطوح مختلف اختلاط آب دریا بر بهره‌وری مصرف آب فلفل دلمه‌ای.

Figure 6. Effect of mixture of sea water levels on water use efficiency of Sweet Pepper.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از تأثیر سطوح مختلف اختلاط آب دریا و آب شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای به‌صورت زیر است:

۱. نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که گیاه فلفل دلمه‌ای نسبت به شوری، گیاهی نسبتاً حساس بوده، به‌طوری‌که افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش تمامی صفات مورد بررسی گردید.

۲. نتایج بیانگر آن است که افزایش ۱۰ درصدی آب دریا به آب آبیاری منجر به کاهش تعداد میوه برداشت‌شده، متوسط وزن تر و خشک میوه به‌ترتیب به‌میزان ٤١/٤، ٥٠/٦ و ٤٨/٥ درصد شد.

۳. تیمارهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤٠ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری منجر به کاهش ۲۷/٦، ۸۷/۹، ۹۱/۲ و ۹۱/٤ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد.

٤. با توجه به محدودیت منابع آبی کشور، شناسایی گیاهان متحمل به تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری می‌تواند به‌عنوان موضوع پژوهش مدنظر پژوهشگران قرار گیرد تا ضمن امکان استفاده از آب‌های نامتعارف تحت مدیریت‌های خاص بتوان عملکرد مناسبی نیز به‌دست آورد.

منابع

1.Abbas Rostami, M., Ghajar Sepanlou, M., and Bahmanyar, M.A. 2015. under salt stress resulting from the use of saline irrigation water on yield and some growth parameters pepper. Congress scientific development and promotion of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran, Foundation for the Promotion of Science and Technology. (In Persian)

2.Abedi-Koupai1, J., Eslamian, S.S., and Zareian, M.J. 2011. Measurement and modeling of water requirement and crop coefficient for cucumber, tomato and pepper using microlysimeter in greenhouse. Science and technology of greenhouse culture. 7: 51-63. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

3.Abtahi, A. 2001. Response of Seedlings of Two Pistachio Cultivars to Quantity and Composition of Soil Salinity under Greenhouse Conditions. Water and soil science. 17: 93-100.
4.Alizadeh, A. 2014. Soil, Water and Plant Relationship. Sajad University of Technology Press. 876p. (In Persian)
5.Allen R.G., Preira L.S., Raes D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirement. FAO irrigation and drainage paper, NO.56, Rome, Italy. 301p.
6.Bagherian, A. 2011. Evaluation the effect of salinity stress and silicon nutrition on three green pepper cultivars. Theses of master of science. Shahre-Kord university. (In Persian)
7.Beltrano, J., Ruscitti, M., Arango, M.C., and Ronco, M. 2013. Effects of arbuscular mycorrhiza inoculation on plant growth, biological and physiological parameters and mineral nutrition in pepper grown under different salinity and p levels. soil science and plant nutrition. 73: 123-141.
8.Daneshmand, F., Arvin, M.J., and Kalantari, K.M. 2011. Responses of wild species of potato to salt stress under in vitro culture. Iran. J. Biol. 93: 65-78. (In Persian)
9.Del Amor, F.M., and Cuadra-Crespo, P. 2012. Plant growth-promoting bacteria as a tool to improve salinity tolerance in sweet pepper. Functional plant biology. 301: 82-90.
10.Dowlatshah, M., Rezaei Nejad, A.H., and Gholami, M. 2015. The Effect of Salinity Stress on Fruit Yield and some Physical and Biochemical Characteristics of Strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) cv. "Camarosa". Plant production technology. 12: 127-138. (In Persian)
11.Ewe, S.M., and Sternberg, L.D.S.L. 2005. Growth and gas exchange responses of Brazilian pepper (Schinus terebinthifolius) and native South Florida species to salinity. Trees. 96: 119-128.
12.Gomez, I., Pedreño, J.N., Moral, R., Iborra, M.R., Palacios, G., and Mataix, J. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants. plant nutrition, 190: 353-359.
13.Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. scientia horticulture. 78: 127-157.
14.Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., and Cikili, Y. 1999. Effect of salinity on phosphorus induced zinc deficency in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. Turk. J. Agric. Forest. 23: 459-464.
15.Heidari, N., Kheyrabi, J., Alaei, M., Farshi, A.A., Kazemi, P., Vaziri, J., Entesari, M.R., Dehghani Sanij, H., Sadat Mirei, M.H., and Mirlatifi, M. 2008. Water Use Efficiency in Greenhouse Production. iranian national committee on irrigation and drainage (IRNCID) press. 180p. (In Persian)
16.Jamil M., Lee, C.C., Rehman, S.U., Lee, D.B., Ashraf, M., and Rha, E.S. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. J. Environ. Agric. Food Chem. 4: 970-976.
17.Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A.L., and Cullu, M.A. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Scientia horticulturae, 121: 1-6.
18.Katerji, N., Mastrorilli, M., and Rana, G. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: Review and analysis. Europ. J. Agron. 28: 493-507.
19.Layegh, M., Peyvast, Gh.A., Samizadeh, H.A., and Khosousi, M. 2010. Effect of salinity on growth, yield and quality indices of tomato in soilless culture. Horticultural science. 160: 11-21. (in Persian).
20.Navarro, J.M., Garrido, C., Flores, P., and Martínez, V. 2010. The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. Span. J. Agric. Res. 31: 142-150.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Othman, Y., Al-Karaki, G., and Al-Ajmi, A. 2008. Response of soilless grown sweet pepper cultivars to salinity. In International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate. Pp: 227-232.
22. 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. Inter. J. Agric. Crop Sci. 30: 107-115.
23. Sadeghi, H., Rajaie, M., and Rassoli, H. 2012. The effect of NaCl salinity on some of the morphological characteristics of three eggplant cultivars. Plant and ecosystem. 29: 53-63. (In Persian)
24. Sajadi, F., Jamali, S., and Sharifan, H. 2016. The effect of different salinity levels on yield and yield components of green pepper. Second Iranian national irrigation and drainage congress. Isfahan. Iran. (In Persian)
25. Sajjadi, F., Sharifan, H., Hezarjaribi, A., and Ghorbani Nasrabad, G. 2016. The effect of salinity stress and over irrigation on yield and yield components of green pepper. Water and irrigation management. 11: 89-100. (In Persian)
26. Sairam, R.K., and Tyagi, A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current science. 86: 407-421.
27. Salarian, M., Alizadeh, A., Davari, K., and Ansari, H. 2014. The Effect of Low Irrigation and Water Salinity on Root and Performance of Greenhouse Pepper on Intelligent Drip Irrigation System. National conference on water, human and earth. (In Persian)
28. Saljooghianpour, M., Omidi, M., Majidi Heravan, E., Davoudi, D., and Ahmadian Tehrani, P. 2009. In-Vitro Evaluation of Salinity Tolerance at Plantlet Growth Stage and Microtuberization in some Potato Cultivars. Seed Plant Improve. J. 97: 129-145. (In Persian)
29. Shahidi, A., Keshkoli, H.A., and Zamani, G. 2008. Specifics of the authors of the article on irrigation with saline water in order to promote water use efficiency in the Birjand region. Seconds National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management. Chamran university. Ahvaz. Iran. (In Persian)
30. Unlukara, A., Kurunc, A., and Cemek, B. 2015. Green Long Pepper Growth under Different Saline and Water Regime Conditions and Usability of Water Consumption in Plant Salt Tolerance. agricultural sciences. 21: 167-176.
31. Wahab-Allah, M.A. 2013. Responses of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars to salt stress under greenhouse conditions. Agricultural and Environmental Sciences of Damanhour University. 23: 1-19.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(1), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

Utilization of Caspian Sea water for Irrigation of Sweet Pepper (*Capsicum annum*) under Greenhouse conditions

***S. Jamali[1], H. Sharifan[2] and F. Sajadi[3]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [3]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 07/27/2017; Accepted: 04/15/2018

Abstract

Background and Objectives: Population growth as well as global freshwater shortage problem have necessitated the use of unconventional water resources in agricultural sector, as the largest consumer of fresh water, especially in arid and semi-arid regions. On the other hand, salinity is one of the most important environmental stresses that limit plant growth and yield. One of the methods to overcome the salinity stress is determining the extent of salinity tolerance in agricultural and horticultural crops. The present study investigates the possibility of utilization of Caspian Seawater for irrigation of Sweet pepper (*Capsicum annum*) cv. California wonder under greenhouse conditions.

Materials and Methods: In this study, five levels of mixed sea water and urban water were used to study effects on yield and yield components of Sweet Pepper (CV. California wonder). The research was done based in completely randomized design including three replications as pot planting under greenhouse conditions in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources during 2016. The greenhouse was located in northern Iran at 36° 51' N latitude and 54° 16' E longitude and 13.3 meters above sea level. Soil texture was silty clay. In this study, salinity levels of irrigation water were 0.5, 3.0, 5.5, 8.0 and 10.5 dSm^{-1}. Obtained data (Fruit Fresh and dry weights, Fruit number, Yield, Water use efficiency) were analyzed using statistical software SAS. Ver. 9.0 and the means were compared using LSD range test at 5% percent.

Results: The results showed that effect of irrigation water salinity on fresh and dry weight of fruit, number of fruit per plant, yield and water use efficiency were highly significant at 1% level ($P>0.01$). The result showed that the 10 percent mixture of seawater and tap water irrigation regimes compared to other regimes after control regimes had the highest fruit fresh and dry weights, number of fruits, yield and water use efficiency.

Conclusion: The result showed that increasing salinity level decreased all measured characteristics, so increasing salinity of irrigation water from 0.5 to 0.3 ds/m resulted in fresh weight loss and yield of 50.5 and 48.4%, respectively. The results indicated that sweet pepper plants are sensitive to salinity and the mixing of seawater and urban water for irrigation of this plant is not feasible in greenhouse conditions.

Keywords: Caspian seawater, Water use efficiency, Salinity stress, Yield, Sweet pepper

* Corresponding Author; Email: saberjamali@mail.um.ac.ir

www.SID.ir