تأثیر بسترهای مختلف کشت و سوپرجاذب بر ویژگی‌های رویشی و زایشی فلفل‌دلمه‌ای تحت تنش شوری

مریم حسن‌زاده[۱]، حمید رضا روستا[۱]، سید حسین میر دهقان[۱] و واحد باقری[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۰)

چکیده

استفاده از بستر کشت مناسب می‌تواند یک راهکار برای کاهش خسارات ناشی از شوری در تولید سبزی‌ها باشد. به‌منظور تعیین بستر کشت مناسب برای فلفل‌دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر در شرایط تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. آزمایش دارای سه فاکتور شامل بستر کشت در چهار سطح (کوکوپیت خالص، ۵۰٪ پرلایت ریز+۵۰٪ پرلایت درشت، ورمی‌کولیت خالص،۵۰٪ پرلایت+۵۰٪ پامیس)، کلرید سدیم در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار) و سوپرجاذب در دو سطح (صفر و ۲ گرم در گلدان) بود. نتایج نشان داد که تیمار شوری، صفات رویشی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی و وزن تر ریشه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. میزان عملکرد به‌دلیل کاهش در وزن و تعداد میوه تحت تنش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین مقدار صفات رویشی و زایشی در بستر کشت پرلایت+ پامیس و بیشترین میزان آنها در بستر کشت پرلایت مشاهده شد. همچنین، بستر کشت ورمی‌کولیت تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کمترین میزان کاهش را در وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه از خود نشان داد.

کلمات کلیدی: پلیمر سوپرجاذب، تنش غیرزیستی، هیدروپونیک، ظرفیت نگهداری آب

مقدمه

فلفل‌دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.) گیاهی یکساله و متعلق به خانواده بادمجانیان (Solanaceae) است. فلفل گیاهی حساس به سرما است که در نواحی معتدله به‌صورت یکساله بوده و در نواحی گرمسیری ممکن است رشد آن چندین سال تداوم داشته و در این مدت، محصول نیز تولید کند. فلفل‌دلمه‌ای یک محصول مهم کشاورزی است که نه‌تنها به خاطر ارزش اقتصادی، بلکه به‌خاطر ارزش غذایی میوه‌های آن و همچنین منبع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۳۸). تعداد زیادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شامل ترکیبات فنولی، ویتامین C و کارتنوئیدها در میوه فلفل وجود دارد. استفاده از این ترکیبات در رژیم غذایی در حفظ سلامتی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: v.bagheri@vru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

انسان بسیار مفید است. این گیاه یکی از مهم‌ترین محصولات گلخانه‌ای است که در کشور هلند حدود ۸۰٪ در سیستم کشت بدون خاک پرورش می‌یابد که این میزان تا اواخر این دهه به ۱۰۰٪ می‌رسد (۶).

در سال‌های اخیر، دامنه وسیعی از تکنیک‌های کشت بدون خاک به‌صورت تجاری برای تولید فشرده محصولات باغبانی، به‌ویژه در گلخانه‌ها، معرفی شده‌اند (۴۱). در بین تکنیک‌های مختلف هیدروپونیک، کشت در بستر اصلی‌ترین و آسان‌ترین سیستم هیدروپونیک است (۲۵). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر عملکرد و کیفیت محصول مؤثر هستند. استفاده از بسترهای آلی و غیرآلی مناسب به گیاهان اجازه رشد، گسترش و جذب بهتر مواد غذایی را می‌دهد (۴۱). یک بستر کشت مناسب باید ظرفیت نگهداری آب زیاد و هوادهی مناسبی داشته باشد و مواد مغذی را به‌شکل مناسبی در اختیار سیستم ریشه‌ای قرار دهد (۱۹). بنابراین، انتخاب بهترین بستر کشت از بین مواد مختلف در تولید گیاهان ضروری به‌نظر می‌رسد (۳۳). پژوهشگران گزارش کرده‌اند که گیاهان فلفل رشد یافته در بستر پرلایت نسبت به گیاهان کاشته شده در بستر پشم سنگ عملکرد بیشتری را نشان دادند (۱۸). پژوهشگران در بررسی تأثیر مخلوط پرلایت، ورمی‌کولیت و کوکوپیت با بستر پیت در توسعه گیاهان گوجه‌فرنگی گزارش کرده‌اند که دانهال‌های رشد یافته در این بسترها وزن ریشه، قطر ساقه و سطح برگ بیشتری نسبت به بستر پیت داشتند (۳). از آنجا که ظرفیت نگهداری محلول غذایی در تعدادی از بسترهای رایج هیدروپونیک محدود است، بنابراین استفاده از مواد نگه‌دارنده آب و مواد غذایی می‌تواند در کاهش هدررفت محلول غذایی و کاهش هزینه‌های تولید مفید باشد (۱). هیدروژل‌های سوپرجاذب، یا ژل‌های پلیمری آب دوست، هیدروژل‌هایی هستند که می‌توانند مقادیر فوق‌العاده زیادی آب را جذب کنند (۵). پژوهشگران گزارش کرده‌اند که افزودن هیدروژل به پرلایت باعث کاهش منافذ پر شده با هوا و افزایش منافذ مویینه شده و به افزایش ظرفیت نگهداری آب بستر کمک می‌کند (۲۷).

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که میزان رشد و محصول‌دهی را در بسیاری از گیاهان به‌واسطه تأثیر بر برخی فرایندهای درونی گیاه مانند سمیّت یون، عدم تعادل در جذب آب و مواد غذایی و تغییر در پتانسیل اسمزی، محدود می‌کند (۱۳). شوری ناشی از کلرید سدیم فراوان‌ترین نوع شوری محسوب می‌شود (۱۳). تاکنون پژوهش‌های محدودی در رابطه با اثرهای متقابل شوری و بستر کشت صورت گرفته است. در بررسی مقاومت به شوری توت‌فرنگی در بسترهای کشت مختلف، گیاهان رشد یافته در بستر کوکوپیت+پرلایت نسبت به سایر بسترهای کشت (کوکوپیت، کوکوچیپ و کوکوچیپ+پرلایت) مقاومت بیشتری را نسبت به شوری نشان دادند (۳۵). همچنین، گیاهان ارکید رشد یافته در بستر پوست درخت+پیت نسبت به گیاهان رشد یافته در بستر پوست درخت به میزان کمتری تحت تأثیر شوری کلرید سدیم قرار گرفتند (۴۲).

با توجه به اهمیت بسترهای کشت و اثر آنها بر تولید محصولات گلخانه‌ای از یک طرف، و کاهش کیفیت منابع آب، به‌ویژه شوری، از طرف دیگر، این پژوهش برای بررسی اثر بسترهای مختلف شامل کوکوپیت، پرلایت، ورمی‌کولیت، پامیس و شوری بر رشد رویشی و زایشی فلفل‌دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر طراحی و اجرا شد. همچنین، در این پژوهش سعی شد نقش پلیمر سوپرجاذب در بسترهای کشت ذکر شده مورد ارزیابی قرار گیرد تا نتایج حاصل بتواند برای تولید این گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

روش انجام آزمایش

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در گلخانه هیدروپونیک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، در بهار سال ۱۳۹۰ انجام شد. عامل اول شامل بستر کشت در چهار سطح [پرلایت ریز (۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌متر)+پرلایت درشت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. محلول غذایی هوگلند و آرنون و غلظت استفاده شده در آزمایش

نام فارسی ماده شیمیایی	فرمول شیمیایی	غلظت محلول پایه
پتاسیم دهیدروژن فسفات	KH_2PO_4	۰/۵ میلی‌مولار
نیترات پتاسیم	KNO_3	۲/۵ میلی‌مولار
نیترات کلسیم	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	۲/۵ میلی‌مولار
سولفات منیزیم	$MgSO_4.7H_2O$	۱ میلی‌مولار
اسید بوریک	H_3BO_3	۲/۸۶ گرم در لیتر
سولفات منگنز	$MnSO_4.H_2O$	۱/۸ گرم در لیتر
کلرید روی	$ZnCl_2$	۰/۲۲ گرم در لیتر
سولفات مس	$CuSO_4.5H_2O$	۰/۰۸ گرم در لیتر
اسید مولیبدات	Na_2MoO_4	۰/۰۲ گرم در لیتر
کلات آهن	Fe- EDDHA	۲۰ میکرومولار

(۲ تا ۳ میلی‌متر) به‌نسبت ۱:۱، کوکوپیت، ورمی‌کولیت و پرلایت+پامیس به‌نسبت (۱:۱)]، کلرید سدیم در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار) و سوپرجاذب در دو سطح (صفر و ۲ گرم در هر گلدان) و با چهار تکرار در نظر گرفته شد. بذرهای فلفل‌دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر (*Capsicum annum* L. var. California Wonder) در گلدان‌های حاوی پرلایت کاشته شدند. سپس، گیاهچه‌ها در مرحله چهار برگی به گلدان‌های چهار لیتری حاوی بسترهای کشت اصلی منتقل شدند. گیاهان پس از انتقال به بسترهای کشت، روزانه سه بار با محلول غذایی و هر بار به‌مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر آبیاری شدند. تیمار شوری (۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) همراه با محلول غذایی به‌مدت ۶۰ روز اعمال شد. محلول غذایی مورد استفاده در آزمایش، فرمول تغییر یافته هوگلند و آرنون بود (جدول ۱).

صفات رویشی

صفات رویشی که در این آزمایش اندازه‌گیری شدند شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد برگ‌های ریزشی، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی و وزن تر ریشه بودند. ارتفاع ساقه با استفاده از خط‌کش و سطح برگ کل با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (مدل CI 202 ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر، ابتدا گیاه به دو قسمت، بخش هوایی و ریشه، تقسیم شده و پس از شستشوی ریشه‌ها هر کدام جداگانه توزین شدند.

صفات زایشی

صفات زایشی که در این آزمایش اندازه‌گیری شدند شامل تعداد میوه، وزن میوه، طول و قطر میوه بودند. قطر و طول میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال (بر حسب میلی‌متر) اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت

ابتدا ظرفی با حجم مشخص با بستر کشت مورد نظر پر شد و سپس حجم آن ثبت شد. آب به‌آرامی اضافه شد تا اینکه به سطح محیط کشت رسید و بستر کشت از آب اشباع شد و در نهایت مقدار آب افزوده شده ثبت شد. سپس، آب زهکش شده از ظرف به‌مدت ۶۰ دقیقه جمع آوری شد. نمونه مرطوب بستر کشت پس از ۶۰ دقیقه وزن شد. برای محاسبه وزن خشک، نمونه در آون و در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به‌مدت ۳ روز قرار داده شد و مجدداً وزن شد. مقادیر به‌دست آمده از روش فوق برای محاسبه تخلخل کل، تخلخل تهویه‌ای، چگالی ظاهری و ظرفیت نگه‌داری رطوبت مورد استفاده قرار گرفت:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد مطالعه

بستر کشت	چگالی ظاهری (g/cm^3)	تخلخل تهویه‌ای (٪ v/v)	ظرفیت نگهداری آب (٪ v/v)	تخلخل کل (٪ v/v)	EC (dS/m)	pH
پرلایت	۰/۱۸۰	۲۰/۲۲	۳۷/۲۷	۵۷/۵۰	۰/۱	۷/۶
کوکوپیت	۰/۱۰۵	۳۹/۰۶	۳۴/۳۷	۷۳/۴۳	۱/۱	۶/۲
ورمی‌کولیت	۰/۳۸۰	۱۵/۳۲	۴۵/۹۲	۶۱/۲۵	۱/۳	۷/۱
پرلایت+پامیس	۰/۴۵۰	۵۰/۷۵	۱۷/۰۵	۶۷/۸۱	۱/۶	۷/۰

[۱] (g/cm^3) چگالی ظاهری =DW/V

[۲] (%v/v) تخلخل تهویه‌ای =DV/V×100

[۳] (%v/v) ظرفیت نگهداری رطوبت = (WW-DW)/V×۱۰۰

[۴] (%v/v) تخلخل کل = [(WW-DW) +DV]/V×۱۰۰

که V حجم بستر کشت، DV حجم آب زهکش شده، WW وزن بستر کشت پس از زهکشی و DW وزن خشک بستر کشت است.

اندازه‌گیری pH و EC با استفاده از تهیه عصاره اشباع به‌نسبت ۳:۱ شامل ۱ قسمت بستر کشت و ۳ قسمت آب و استفاده از pH متر و EC متر (مدل EUTEOH) انجام گرفت (جدول ۲).

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها برهمکنش بسترهای مختلف کشت و کلرید سدیم بر ارتفاع گیاه و تعداد برگ فلفل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کلرید سدیم به‌طور معنی‌داری سبب کاهش ارتفاع گیاه و تعداد برگ در تمام بسترهای کشت شد (شکل ۱- الف و ۱- ب). همچنین، نتایج نشان داد که بیشترین مقدار ارتفاع گیاه و تعداد برگ در گیاهان شاهد و تحت تنش شوری در بستر کشت پرلایت به‌دست آمد. ارتفاع گیاهان روئیده در بستر کشت ورمی‌کولیت تحت تأثیر شوری واقع نشد (شکل ۱- الف). تنش شوری، با کاهش جذب آب، منفی‌تر نمودن پتانسیل اسمزی، کاهش میزان تعرق، بستن روزنه‌ها، مسمومیت عناصر غذایی یا یون‌ها و برهم زدن تعادل عناصر غذایی باعث کاهش رشد در گیاه می‌شود (۴). کاهش ارتفاع گیاه و تعداد برگ تحت تنش شوری در برخی گیاهان مانند فلفل (۸)، گوجه‌فرنگی (۲۸) و لوبیا (۴۴) گزارش شده است. براساس نتایج ارائه شده در جدول (۲) به‌نظر می‌رسد که چگالی ظاهری کم بسترهای پرلایت و کوکوپیت و همچنین میزان بالای ظرفیت نگهداری رطوبت زیاد این بسترها سبب افزایش صفات رویشی شده است. شرایط مناسب، از جمله چگالی ظاهری کم، سبب نگهداری بهتر آب و مواد غذایی می‌شود (۲۴). با توجه به نتایج مندرج در جدول (۲)، بستر کشت ورمی‌کولیت به‌دلیل ظرفیت زیاد نگه‌داری آب، مقاومت بیشتری به تنش شوری نشان داد و تحت شرایط تنش، کمترین میزان کاهش در صفات رویشی مشاهده شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کلرید سدیم و نوع بستر کشت بر وزن تر اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج حاصل، کلرید سدیم سبب کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی در همه بسترهای کشت مورد آزمایش شد. کمترین کاهش وزن تر (۲۶/۴۶ درصد) در بستر کشت ورمی‌کولیت و بیشترین کاهش وزن تر (۷۲/۳۳ درصد) اندام هوایی در بستر کشت پرلایت+ پامیس مشاهده شد (شکل ۲). کاهش رشد، تحت تنش شوری، در برخی گیاهان از جمله اسفناج (۱۲) و گوجه فرنگی (۲۰) نیز گزارش شده است. از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن اندام هوایی گیاه در شرایط شور، سمیّت یون‌هایی

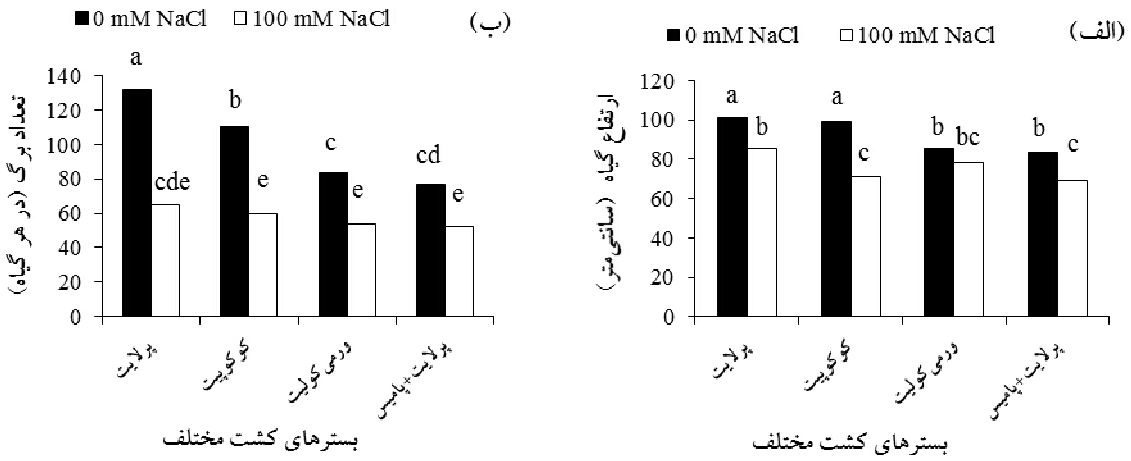
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر بستر کشت، سوپرجاذب و شوری بر صفات رویشی فلفل دلمه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر اندام هوایی	تعداد برگ ریزش کرده	سطح برگ	تعداد برگ	ارتفاع گیاه
بستر کشت	۳	۱۷۶۷۷/۴۴**	۳/۹۳ns	۲۹۰۳۳۵۰/۵۱**	۳۹۰۰/۷۷**	۷۹۳/۰۶**
کلرید سدیم	۱	۵۵۰۷۸/۲۲**	۲۲۸/۷۶**	۳۸۸۷۲۳۶/۱۳**	۲۹۲۴۱**	۴۲۱۶/۰۶**
سوپرجاذب	۱	۴۱۲/۵۹ns	۱۳/۱۴*	۱۴۴۱۹۶/۷۷ns	۱۱۷۳/۰۶ns	۱۳۵/۲۸ns
کلرید سدیم × بستر کشت	۳	۱۶۱۴/۱۶**	۳/۳۴ns	۱۵۹۱۲۷/۶۵ns	۱۵۲۳/۴۵*	۲۸۵/۴۴*
سوپرجاذب × بستر کشت	۳	۶۳۵/۵۵ns	۲/۵۵ns	۱۵۴۶۳۰/۵۱ns	۲۹۵/۴۳ns	۱۰۸/۰۲ns
سوپرجاذب × کلرید سدیم	۱	۱۹۷/۷۵ns	۴/۵۱ns	۶۹۷۵۴۶/۵۱ns	۲۲۵ns	۱۳۸/۰۲ns
سوپرجاذب × کلرید سدیم × بستر کشت	۳	۵۳۰/۵۶ns	۲/۱۸ns	۳۶۱۴۱۱/۳۷ns	۵۰۴/۶۲ns	۲۴۲/۲۷ns
خطا	۴۸	۳۲۵/۱۶	۲/۵۹	۴۰۸۱۵۱/۷۸	۳۶۲/۸۸	۱۰۰/۸۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۸۴	۱۹/۷۴	۱۲/۴۰	۲۴/۰۶	۱۱/۹۴

**، * و ns به‌ترتیب اثر معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار

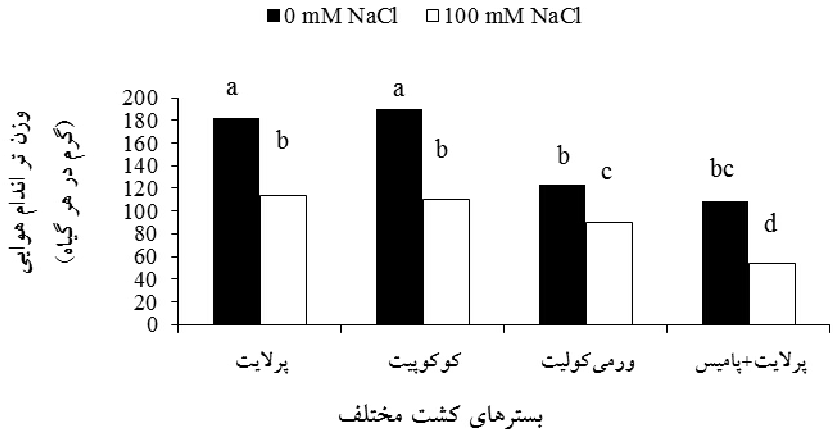


شکل ۱. برهمکنش سطوح شوری و نوع بستر کشت بر الف) ارتفاع گیاه و ب) تعداد برگ در فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

مانند سدیم و کلر همراه با عدم تعادل تغذیه‌ای است (۱۴). به‌طور کلی، افزایش چگالی ظاهری در بستر پرلایت+ پامیس مقدار تخلخل کل را کاهش و مقدار آب زهکش را افزایش می‌دهد (۲۴).

نتایج تجزیه واریانس در خصوص وزن تر ریشه نشان داد که برهمکنش میان سطوح شوری، سطوح سوپرجاذب و نوع بستر کشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). وزن تر ریشه گیاهان فلفل‌دلمه‌ای در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و در غیاب سوپرجاذب در مقایسه با شاهد (بدون شوری و سوپرجاذب) در بستر کشت پرلایت+ پامیس کاهشی معادل با ۶۴/۷۷ درصد نشان داد (جدول ۵). این در حالی بود که وزن تر ریشه گیاهان در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و با

www.SID.ir



شکل ۲. برهمکنش سطوح شوری و نوع بستر کشت بر وزن تر اندام هوایی در فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت؛ حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر بستر کشت، سوپرجاذب و شوری بر وزن تر ریشه و صفات زایشی (تعداد، وزن، طول و قطر میوه) فلفل دلمه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		قطر میوه	طول میوه	وزن میوه	تعداد میوه	وزن تر ریشه
بستر کشت	۳	۶۹/۶۷*	۷۳/۳۹ns	۳۸۶۲۰/۲۷**	۲۸۰/۸۳**	۱۸۸۰/۷۵**
کلرید سدیم	۱	۳۵۰/۳۴**	۸۱۶/۳۶**	۸۵۰۰۲/۵۶**	۱۲۱**	۴۲۱۶/۲۲**
سوپرجاذب	۱	۱۴/۳۲ns	۰/۶۸ns	۱۱۵۷۳/۸۸**	۳۹/۰۶**	۳۰۸۲/۷۴**
کلرید سدیم × بستر کشت	۳	۱۹/۶۶ns	۴۱/۲۷ns	۱۳۷۲/۰۲*	۲۰/۴۱**	۱۳۱/۲۱**
سوپرجاذب × بستر کشت	۳	۱۹/۷۸ns	۲۱/۳۷ns	۱۳۳۲/۴۵*	۶/۵۶*	۱۵۸/۱۱**
سوپرجاذب × کلرید سدیم	۱	۳۰/۵۲ns	۶/۶۴ns	۳۱۰/۷۵ns	۲۲/۵۶**	۳/۱۲ns
سوپرجاذب × کلرید سدیم × بستر کشت	۳	۲۷/۰۶ns	۲۶/۰۹ns	۲۱۸/۸۱ns	۱۲/۲۲**	۳۷۱/۸۲**
خطا	۴۸	۱۶/۶۸	۳۱/۳۶	۳۴۳/۰۴	۱/۹۳	۲۰/۳۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۷۸	۱۲/۸۶	۱۷/۰۰	۱۳/۸۳	۱۳/۱۱

**، * و ns به‌ترتیب اثر معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار

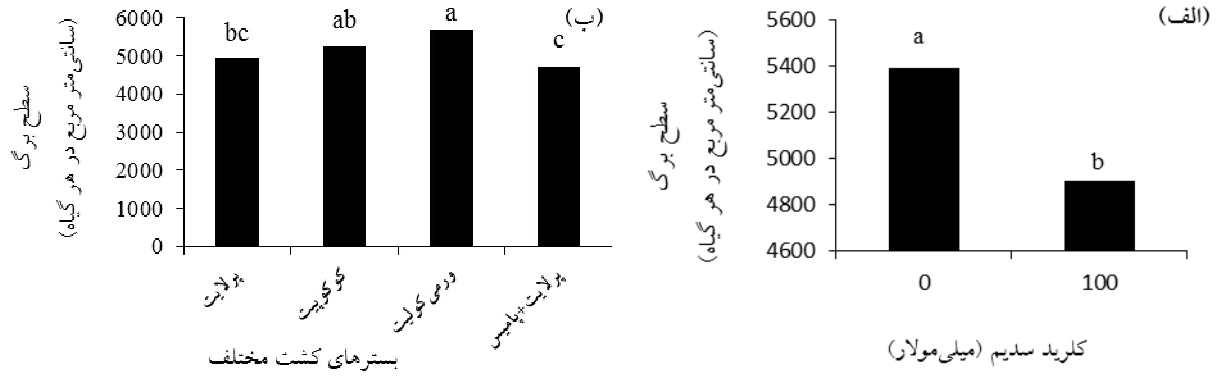
جدول ۵. برهمکنش بین سطوح شوری، سطوح سوپرجاذب و نوع بستر کشت بر وزن تر ریشه (گرم در هر گیاه) فلفل

کلرید سدیم (میلی‌مولار)	سوپرجاذب (گرم در هر گلدان)	بستر کشت			
		پرلایت	کوکوپیت	ورمی‌کولیت	پرلایت + پامیس
۰	۰	۲۹/۲۲d	۵۳/۴۵b	۳۱/۶۴d	۲۸/۵۴d
	۲	۶۰/۳۴a	۶۵/۸۷a	۴۰/۲۳c	۳۰/۵۶d
۱۰۰	۰	۲۹/۰۲d	۲۱/۲۴e	۱۶/۲۳ef	۱۰/۰۵f
	۲	۳۲/۷۴d	۴۹/۲۶b	۳۲/۲۷d	۱۹/۵۶e

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. تأثیر الف) سطوح شوری و ب) نوع بستر کشت بر سطح برگ در فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت

حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

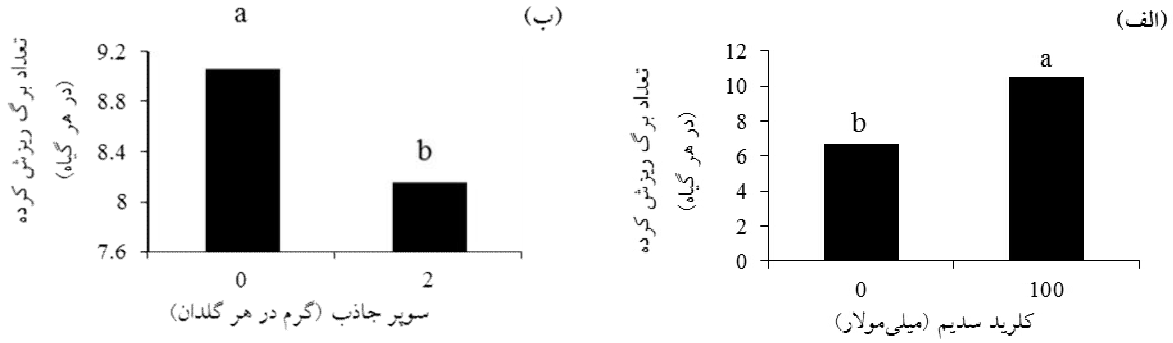
کاربرد سوپرجاذب، در مقایسه با شوری صفر، در بستر کشت پرلایت و ورمی‌کولیت به‌ترتیب ۴۵/۷ درصد و ۱۹/۷ درصد کاهش یافت. کاهش مقدار آب داخلی گیاه به‌دلیل پتانسیل اسمزی کم بستر، منجر به بسته شدن روزنه‌ها در جهت کاهش تبخیر و تعرق گیاه می‌شود. هدایت روزنه‌ای و محدودیت ناشی از دسترسی CO_2 برای تولید کربوهیدرات منجر به کاهش آسیمیلاسیون CO_2 فتوسنتزی و عدم تولید آسمیلات کافی برای رشد می‌شود (۱۵). کاربرد سوپرجاذب سبب افزایش وزن تر ریشه در هر دو سطح شوری صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم شده است (جدول ۵). بر اساس پژوهش‌های انجام شده، می‌توان بیان کرد که افزایش رشد رویشی در حضور سوپرجاذب می‌تواند ناشی از بهبود ویژگی‌های فیزیکی بسترها (۱)، و در نتیجه افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و افزایش آب قابل دسترس گیاه (۴۳)، جذب عناصر غذایی (۱۱) و کاهش تبخیر سطحی از بسترها (۲) باشد.

نتایج تجزیه واریانس در خصوص سطح برگ نشان می‌دهد که اثر شوری بر سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۳) به‌طوری که غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، سطح برگ را ۹/۱۳ درصد کاهش داد (شکل ۳- الف). بیشترین میزان سطح برگ در بستر کشت ورمی‌کولیت مشاهده شد؛ اگرچه اختلاف معنی‌داری با بستر کوکوپیت نشان نداد (شکل ۳- ب). کاهش سطح برگ گیاه به این دلیل است که سلول‌های برگ در شرایط تنش شوری به حداکثر رشد خود نمی‌رسند (۲۱). کاهش سطح برگ در گیاه، منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود (۲۹). کاهش سطح برگ تحت تنش شوری در خیار (۱۰) و بادمجان (۴۰) نیز گزارش شده است. سطح برگ بیشتر در بستر ورمی‌کولیت احتمالاً به‌دلیل پتانسیل آب زیاد گیاهان روئیده در این بستر است؛ زیرا این بستر بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا بود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر سطوح شوری و سوپرجاذب بر تعداد برگ ریزش کرده به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، تعداد برگ ریزشی به‌طور معنی‌داری افزایش (۵۶/۲۷ درصد) نشان داد (شکل ۴- الف). در واقع، هنگام بروز تنش شوری، فرایندهای متابولیک مهم مانند فتوسنتز و تنفس دچار اختلال شده و سبب تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال می‌شوند. انواع اکسیژن فعال برخلاف اکسیژن اتمسفری از میل ترکیبی بسیار زیادی در واکنش با انواع بیومولکول‌ها مانند لیپیدها برخوردارند و سبب پراکسیداسیون لیپیدی می‌شوند. تجمع این آسیب‌ها سبب اختلال در متابولیسم سلولی گیاه شده و در نهایت مرگ سلولی را در پی خواهد داشت (۳۷). در این آزمایش، همچنین افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و افزایش آب قابل دسترس گیاه (۴۳) توسط پلیمر سوپرجاذب

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. تأثیر الف) کلرید سدیم و ب) سوپرجاذب بر تعداد برگ ریزش کرده در فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت؛ حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

جدول ۶. برهمکنش بین سطوح شوری، سطوح سوپرجاذب و نوع بستر کشت بر تعداد میوه فلفل

کلرید سدیم (میلی‌مولار)	سوپرجاذب (گرم در هر گلدان)	بسترکشت			
		پرلایت	کوکوپیت	ورمی‌کولیت	پرلایت+ پامیس
۰	۰	۱۵/۲۵^{b}	۱۱/۲۵^{c}	۸/۷۵^{d}	۵/۰۰^{e}
	۲	۱۷/۷۵^{a}	۱۵/۵۰^{b}	۹/۰۰^{d}	۹/۰۰^{d}
۱۰۰	۰	۱۶/۰۰^{ab}	۶/۰۰^{e}	۵/۷۵^{e}	۶/۲۵^{e}
	۲	۱۴/۷۵^{b}	۸/۵۰^{d}	۸/۲۵^{d}	۴/۵۰^{e}

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن است.

سبب کاهش اثر شوری و در نتیجه کاهش برگ‌های ریزشی شده است (شکل ۴- ب).

.

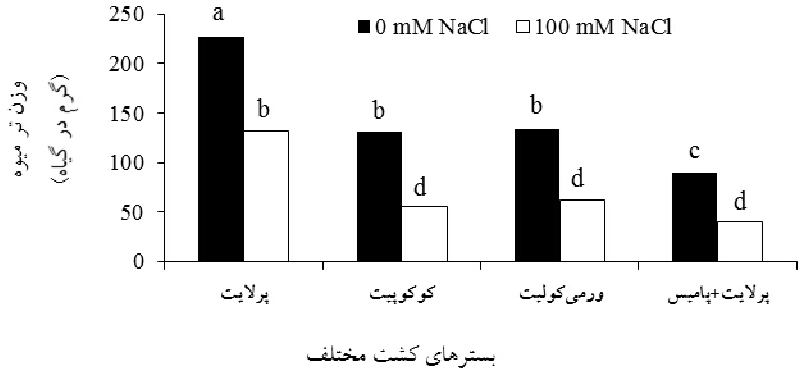
صفات زایشی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش بین سطوح شوری، سطوح سوپرجاذب و نوع بستر کشت بر تعداد میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۴). همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، شوری ناشی از کلرید سدیم سبب کاهش معنی‌دار در تعداد میوه فلفل در هر دو سطح سوپرجاذب و تمام بسترهای کشت شد (جدول ۶). به‌طور مثال، کمترین تعداد میوه در بستر کشت پرلایت+ پامیس و در سطح شوری مشاهده شد. نتیجه حاصل از این آزمایش با نتایج پژوهشگرانی که عنوان کردند افزایش شوری به‌طور خطی تعداد میوه فلفل را کاهش می‌دهد همخوانی دارد (۳۰). تنش رطوبتی با اختلال در تکامل گل و تبدیل شدن آن به میوه موجب کاهش تعداد میوه و در نهایت عملکرد می‌شود (۳۲). از طرفی، کاربرد سوپرجاذب در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم سبب افزایش تعداد میوه در بسترهای کشت کوکوپیت و ورمی‌کولیت شد (جدول ۶). مطابق با نتیجه حاصل از این پژوهش، گزارش شده که کاربرد هیدروژل تعداد میوه و عملکرد گوجه‌فرنگی را افزایش داده است (۳۶).

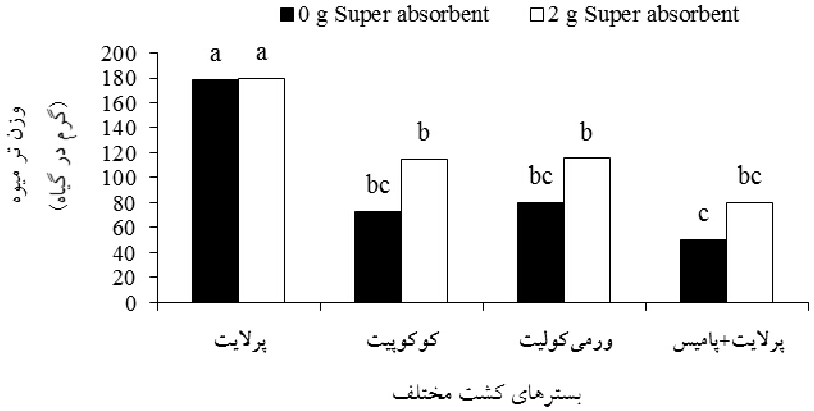
نتایج نشان داد که شوری ناشی از کلرید سدیم، وزن میوه را در همه بسترهای کشت مورد آزمایش کاهش داد (شکل ۵). تنش شوری از رشد گیاهان می‌کاهد و تولید محصول هم در نتیجه بر هم خوردن تعادل در جذب عناصر ضروری و آب و تنش اکسیداتیو کاهش می‌یابد (۳۴). گیاهان برای رشد مناسب

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. برهمکنش سطوح شوری و نوع بستر کشت بر وزن تر میوه فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت.
حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.



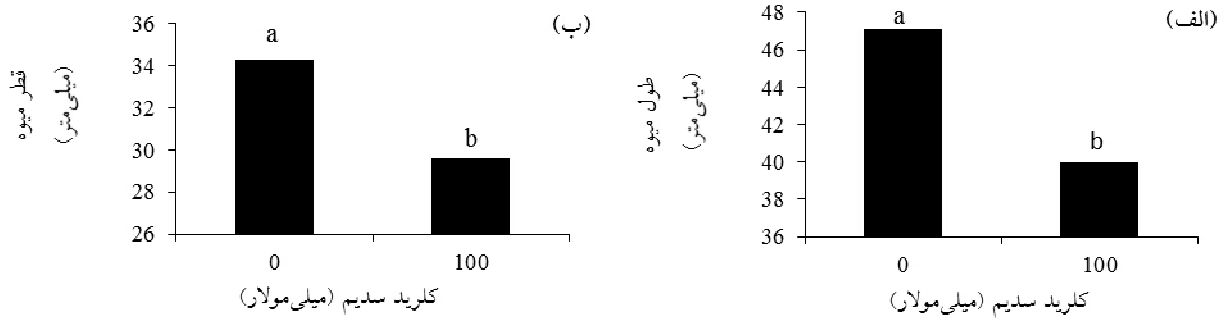
شکل ۶. برهمکنش سطوح سوپرجاذب و نوع بستر کشت بر وزن تر (گرم در هر گیاه) میوه فلفل.
حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

و تولید بیشتر میوه و به‌عبارت بهتر عملکرد زیاد، نیازمند ذخایر غذایی کافی و رشد رویشی بیشتر هستند. این سطح مطلوب از رشد در صورتی ایجاد می‌شود که آب و عناصر غذایی به‌مقدار کافی و میزان بهینه توسط ریشه‌ها جذب شود (۳۹). افزایش شوری محیط ریشه باعث کاهش پتانسیل آب در کل گیاه و به‌ویژه در برگ‌ها می‌شود. بنابراین، مقدار آب کمتری توسط گیاه جذب شده و نهایتاً آب کمتری به‌سمت میوه‌ها جریان پیدا می‌کند (۱۶). در پژوهش حاضر، بیشترین میزان عملکرد در بستر کشت پرلایت به‌دست آمد (شکل ۶). پژوهشگران بیان کرده‌اند که پرلایت محیط بهتری برای رشد ریشه فراهم می‌کند و از تنش آبی و مصرف آب بیش از حد جلوگیری کرده و باعث افزایش تولید میوه می‌شود (۲۶). همچنین، افزایش میزان محصول در بستر پرلایت به‌دلیل جذب سریع آب توسط گیاه و استفاده کارامدتر از آب در این بستر کشت است (۱۷).

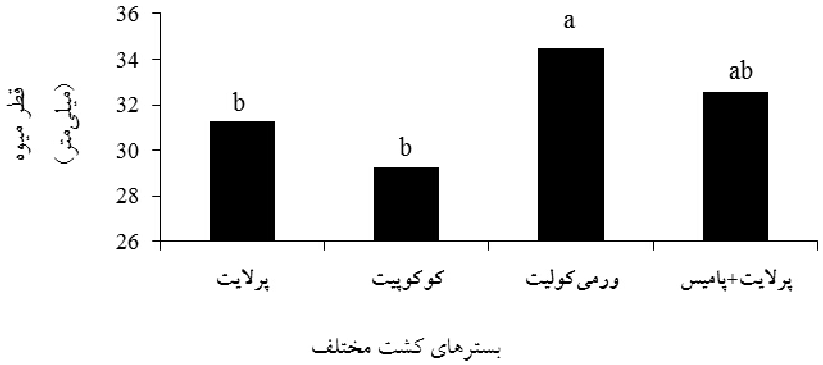
نتایج طول و قطر میوه نشان می‌دهد که شوری کلرید سدیم سبب کاهش معنی‌داری در میزان طول و قطر میوه فلفل شد (شکل‌های ۷- الف و ۷- ب). مطابق با نتایج به‌دست آمده، دانشمندان کاهش طول و قطر میوه را با افزایش شوری در تمشک (۳۱) و توت‌فرنگی (۲۲) نیز گزارش کرده‌اند. همچنین، در رابطه با قطر میوه، بیشترین میزان قطر میوه در بستر کشت ورمی‌کولیت مشاهده شد (شکل ۸). به‌نظر می‌رسد که ظرفیت نگهداری زیاد آب در این بستر کشت دلیل اصلی اندازه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. تأثیر کلرید سدیم بر طول (الف) و قطر (ب) میوه فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.



شکل ۸. تأثیر نوع بستر کشت بر قطر میوه فلفل رشد یافته در بسترهای مختلف کشت. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

بزرگ‌تر میوه‌ها باشد. در واقع، اندازه یا وزن میوه با مقدار آب موجود در بستر کشت ارتباط مستقیمی دارد. لذا، قدرت میوه در جذب آب و مواد مغذی از بسترهایی که قابلیت ذخیره آب کمتری دارند به‌شدت کاهش می‌یابد. علاوه بر این، در EC زیاد در منطقه ریشه، آب قابل دسترس گیاه محدود خواهد شد. لذا با کاهش سطح کربوهیدرات و آب در گیاه وزن و اندازه میوه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۷).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، به‌طور کلی، چنین نتیجه گرفته می‌شود که گرچه حداکثر رشد رویشی و محصول فلفل‌دلمه‌ای در بستر کشت پرلایت به‌دست آمد، ولی کاشت گیاهان در بستر کشت ورمی‌کولیت می‌تواند روشی مؤثر در جهت بهبود مقاومت به کلرید سدیم در گیاهان فلفل‌دلمه‌ای، تحت شرایط تنش شوری، باشد. همچنین، سوپرجاذب، ابزاری مناسب برای بهبود ویژگی‌های بسترهای کشت، افزایش آب قابل دسترس گیاه و بهبود صفات رویشی و تغذیه‌ای گیاه در شرایط شور و غیر شور است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان به‌خاطر حمایت مالی این پژوهش و گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر به‌خاطر استفاده از گلخانه هیدروپونیک برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

1. عابدی کوپایی، ج.، م. مسفروش. ۱۳۸۸. ارزیابی کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و ذخیره عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران ۳ (۲): ۱۰۰-۱۱۱.
2. Akhter, J., K. Mahmood, K.A. Malik, A. Mardan, M. Ahmad and M.M. Igbal. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant Soil Environ. 50: 463-469.
3. Arenas, M., C.S. Vavrina, J.A. Cornell, E.A. Hanlon and G.J. Hochmuth. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. HortSci. 37: 309-312.
4. Almaghrabi, O.A. 1991. Morphological and physiological studies of some tomato cultivars in relation to salinity. MSc. Thesis, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia.
5. Barvenik, F.W. 1994. Polyacrylamide characteristics related to soil applications. Soil Sci. 158: 235-243.
6. Bosland, P.W. and E.J. Votava. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CABI.
7. Cantliffe, D.J., J. Funes, E. Jovicich, A. Paranje, J. Rodriguez and N. Shaw. 2003. Media and containers for greenhouse soilless grown cucumber, melons, peppers and strawberries. Acta Hort. 614: 199-203.
8. Chartzoulakis, K. and G. Klapaki. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hort. 86: 247-260.
9. Correia, F.N. 1999. Water resources in the Mediterranean region. Water Int. J. 24: 22-30.
10. Duan, J., J. Li, S. Guo and Y. Kang. 2008. Exogenous spermidine affects polyamine metabolism in salinity-stressed *Cucumis sativus* roots and enhances short-term salinity tolerance. Plant Physiol. 165: 1620-1635.
11. EL-Hady, O.A., M.Y. Tayel and A.A. Lofty. 1981. Super gel as a soil conditioner. II. Its effects on plant growth, enzyme activity, water use efficiency and nutrient uptake. Acta Hort. 19: 257-265.
12. Eraslan, F., A. Inal, D.J. Pilbeam and A. Gunes. 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. Cv. Matador) grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regul. 55: 207-219.
13. Epstein, E. 1998. How calcium enhances plant salt tolerance. Sci. 280: 1906-1907.
14. Garg, B.K., S. Kathju, S.P. Vyas and A.N. Lahiri. 1996. Calcium induced alleviation of sodium chloride effects on performance and metabolism of cluster bean. Plant Mol. Biol. 38: 149-162.
15. Geissler, N., S. Hussin and H.W. Koyro. 2009. Interactive effects of NaCl salinity and elevated atmospheric CO_2 concentration on growth, photosynthesis, water relations and chemical composition of the potential cash crop halophyte *Aster tripolium* L. Environ. Exp. Bot. 65: 220-231.
16. Gül, A. and A. Sevgican. 1992. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. Acta Hort. 3030: 145-150.
17. Hall, D.A., G.M. Hitchon and R.A.K. Szmidt. 1988. Perlite culture: A new development in hydroponics. ISOSC Proceedings.
18. Harland, J., S. Lane and D. Price. 1999. Further experiences with recycled zeolite as substrate for the sweet pepper crop. Acta Hort. 481: 187-194.
19. Johnson, H.J.R. 1999. Soilless culture of greenhouse vegetable. Vegetable Research and Information Center, UC Davis.
20. Juan, M., R.M. Rivero, L. Romero and J.M. Ruiz. 2005. Evaluation of some nutrition and biochemical indicators in selecting salt-resistant tomato cultivars. Environ. Exp. Bot. 54: 193-201.
21. Karlberg, L., A. Ben-Gal, P.E. Jansson and U. Shani. 2006. Modeling transpiration and growth in salinity stressed tomato under different climatic conditions. Ecol. Model. 190: 15-40.
22. Keutgen, A.J. and N. Keutgen. 2003. Influence of NaCl salinity stress on fruit quality in strawberry. Acta Hort. 609: 155-157.
23. Khalighi, A. and M.T. Padasht-dehkaee. 2000. Effect of media produced by tree bark, tea waste, rice hull and Azolla as a substrate for peat, on growth and flowering of marigold (*Tagetes patula* "Golden Boy"). J. Agric. Sci. 31: 557-565.
24. Kumar, K. and K.M. Goh. 1999. Crop residues and management practices: Effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. Adv. Agron. 68: 197-319.
25. Maloupa, E., A. Abouhadid, M. Prasad and C. Kavafakis. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. Acta Hort. 550: 593-599.
26. Martinez, P.F. and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. Acta Hort. 323: 251-259.
27. Martyn, W. and P. Szor. 2001. Influence of super absorbents on the physical properties of horticultural substrates.

www.SID.ir

Int. Agrophys. 15: 87-94.
28. Mohammad, M., R. Shibli, M. Ajouni and L. Nimri. 1998. Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. 21: 1667-1680.
29. Mulholland, B.J., M. Fussell, R.N. Edmondson, A.J. Taylor, J. Basham, J.M.T. Mckee and N. Parsons. 2002. The effect of split-root salinity stress on tomato leaf expansion, fruit yield and quality. J. Hort. Sci. Biotech. 77: 509-519.
30. Navarro, J.M., C. Garrido, M. Carvajal and V. Martinez. 2002. Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. J. Hort. Sci. Biotech. 77: 52-57.
31. Neocleous, D. and M. Vasilakakis. 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). Sci. Hort. 112: 282-289.
32. Nuruddin, M.M., A. Chandra, A. Madramootoo and G.T. Dodds. 2003. Effecs of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. HortSci. 38: 1389-1393.
33. Olympios, C.M. 1995. Overview of soilless culture advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. CIHEAM- Options Mediterraneennes 31: 307-32.
34. Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicol. Environ. Safe. 60: 324-349.
35. Rahimi, A. and A. Biglarifard. 2011. Influence of NaCl salinity and different substracts on plant growth, mineral nutrient assimilation and fruit yield of strawberry**.** Not. Bot. Hort. Agrobot. 39: 219-226.
36. Sendur Kumaran, S., S. Natrajan, I. Muthvel and V.A. Sathiayamurthy. 2001. Standardization of hydrophilic polymers on growth and yield of tomato. Madras Agric. J. 88: 103-105.
37. Sharma, P., A.B. Jha, R.S. Dubey and M. Pessarakli. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. J. Bot. 2012: 1-26.
38. Topuz, A. and F. Ozdemin. 2003. Influences of irradiation and storage on the carotenoids of sun dried and dehydrated paprika. J. Agric. Food Chem. 51: 4972-4977.
39. Turhan, E. and E. Atilla. 2004. Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. J. Plant Nutr. 9: 1653-1665.
40. Unlukara, A., A. Kurunc, D. Kesmezg, E. Yurtseven and D.L. Suarez. 2008. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. Irrig. Drain. 59: 203-214.
41. Verdonck, O., D. Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrate to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.
42. Wang, Y.T. 1998. Impact of salinity and media on growth and flowering of a hybrid *phalaenopis* orchid. HortSci. 33: 247-250.
43. Wang, Y.T. and L.L. Gregg. 1990. Hydrophilic polymers-Their response to soil amendments and effect on properties of a soil-less potting mix. HortSci. 115: 943-948.
44. Wignarajah, K. 1990. Growth response of *Phaseolus vulgaris* to varying salinity regimes. Environ. Exp. Bot. 30: 141-147.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Growing Media and Super Absorbent on Vegetative and Reproductive Growth of Bell Pepper under Salinity Stress Conditions

M. Hassanzadeh[1], H. R. Roosta[1], S. H. Mirdehghan[1] and V. Bagheri[1*]

(Received: 17 March 2018 ; Accepted : 1 December 2018)

Abstract

The use of suitable substrate for vegetable production may reduce losses in production caused by salinity. In order to determine suitable substrate for bell pepper cv. 'California Wonder' under salinity stress conditions, a factorial experiment based on completely randomized design with 4 replications was performed. The experiment consisted of three factors of substrate (coconut fibre, 50% fine perlite+50% coarse perlite, vermiculite, 50% perlite +50% pumice), NaCl at two levels (0 and 100 mM) and super absorbent at two levels (0 and 2 g/pot). Results showed that salt treatment significantly reduced the growth traits such as plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight of shoots and fresh weight of roots. The yield was significantly decreased because of the reduction in fruit weight and number of fruits under salinity stress. Minimum and maximum values of vegetative and reproductive traits were observed in perlite+pumice and perlite substrates, respectively.Inaddition, the vermiculite substrate showed minimum reduction in fresh weight of shoots, and roots and plant height under 100 mM NaCl salinity stress.

Keywords: Super absorbent polymer, Abiotic stress, Hydroponic, Water holding capacity.

1. Dept. of Hort., College of Agric., Vali-e-Asr Univ. of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
* Corresponding Author, Email: v.bagheri@vru.ac.ir

www.SID.ir