نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۱، ص. ۴۵۹-۴۵۱

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 2, May-Jun 2012, p. 451-459

بررسی اثرات شوری های مختلف آب آبیاری بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی زیتونی هیدروپونیک

احد فعالیان[1*]- حسین انصاری[2]- محمد کافی[3]

تاریخ دریافت:۹۰/۶/۲
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۰/۲۵

چکیده

برای بررسی اثرات شوری آب آبیاری بر صفات کمی و کیفی عملکرد گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Halil) در سیستم کشت هیدروپونیک، آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار سطح هدایت الکتریکی آب آبیاری (EC) ۰/۱، ۱/۳ ، ۳/۲ و ۵ دسی زیمنس بر متر و چهار تکرار صورت گرفت. شاخص های رشدی از جمله عملکرد کل، درصد وزن خشک و میانگین وزن میوه، شاخص سطح برگ (LAI)، درصد وزن خشک برگ، ارتفاع و وزن خشک بوته، EC و pH میوه، کل مواد جامد محلول میوه (TSS)، و میزان ویتامین ث عصارهٔ میوه در طی ۹ ماه کشت و داده‌برداری از شهریور ۱۳۸۹ تا اردیبهشت ۱۳۹۰، ثبت و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری محلول غذایی، عملکرد کل، میانگین وزن میوه، شاخص سطح برگ، وزن خشک بوته و برگ، ارتفاع بوته و pH عصارهٔ میوه به طور معنی داری کاهش یافتند. در حالیکه درصد ماده خشک میوه، EC و ویتامین ث عصارهٔ میوه و نیز کل مواد جامد محلول میوه به طور معنی داری روند افزایشی طی کردند. طبق نتایج به دست آمده، تیمار EC=۰/۱ds/m با میانگین عملکرد کل ۶/۷۸ کیلوگرم بر بوته بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. تیمارهای با سطح شوری ۱/۳ و ۳/۲ دسی زیمنس بر متر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار نشان ندادند. نتایج نشان داد در مناطقی مانند منطقه تحت مطالعه چنانچه به هر دلیلی اعم از توجیه‌ناپذیری اقتصادی قیمت محصول، بالا بودن قیمت حامل های انرژی و یا کمبود منابع آب، امکان استفاده از سیستم‌های آب شیرین کن مقدور نباشد؛ تا شوری های حدود ۳/۵ دسی زیمنس بر متر می توان اقدام به کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی زیتونی نمود. تیمار آب شور (EC=۵ ds/m) کمترین عملکرد کل (برابر ۳/۶۲ کیلوگرم بر بوته) را داشته و با تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت.

واژه‌های کلیدی: آب آبیاری، شوری، گوجه فرنگی، محلول غذایی، هیدروپونیک

مقدمه

بخش بزرگی از خاک ها و حجم چشم‌گیری از کل منابع آبی موجود کشور به درجات مختلف مبتلا به شوری هستند. بدیهی است که راه حل قطعی و درازمدت برای خاک های شور، چیزی جز بهسازی آنها از طریق آبشویی نیست لیکن، از آنجایی که دستیابی به این هدف در بسیاری از موارد مستلزم احداث شبکه های زهکشی است، به دلیل هزینه‌بری فراوان ممکن است در عمل تحقق نیابد. در مورد آب های شور نیز مخلوط کردن آنها با آب‌های با کیفیت بهتر (کم شور) به عنوان یک راه‌حل همواره مطرح بوده، ولی معمولاً در جاهایی که شوری آب مسئله ساز است یا منابع آبی کم شور اندک است و یا امکان اختلاط وجود ندارد. بنابراین، در چنین شرایطی که طبیعت تصمیم گیرنده است، چاره‌ای جز کنار آمدن با آن وجود ندارد و برای دستیابی به عملکرد مطلوب، پس از شناخت ویژگی های آب و خاک، اطلاع از رفتار گیاهان مختلف و واکنش آنها به شوری امری بنیادی است (۷).

در شرایط شوری، فراهمی عناصر غذایی در محلول خاک به واسطهٔ غلظت زیاد یون های کلر، سدیم و بعضاً کلسیم کاهش یافته و منجر به اختلال در تغذیه و بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی گیاه می گردد. بنابراین نقش تغذیهٔ صحیح در این شرایط بسیار حائز اهمیت می باشد تا بتوان ضمن کمک به تعادل عناصر غذایی زمینهٔ رشد مناسب و افزایش عملکرد گیاه را فراهم نمود. با افزایش شوری بستر کشت، فشار اسمزی افزایش یافته و گیاه تنها بخشی از آب موجود را می‌تواند جذب کند، لذا رشد و نمو گیاه محدود شده و نهایتاً

۱و۲- دانشجوی دکتری و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول Email: ahad.faalian@gmail.com)
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

از مقدار محصول کاسته می شود (۷).

پژوهش های زیادی در مورد اثرات شوری بر گیاهان مختلف انجام شده است، اما نتایج عموماً به صورت کمی بیان نشده اند (۱).

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) یکی از منابع سرشار از مواد معدنی، ویتامینها و ترکیبات آنتی اکسیدانی بوده و از مهمترین محصولات باغبانی جهان در ارتباط با سلامت و تغذیه انسان به شمار می‌آید. در حال حاضر این سبزی ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص می دهد (۸).

افزایش روز افزون کشت های بدون خاک (از جمله هیدروپونیک) به این دلیل است که بسترهای خاکی به دلایل متعددی از جمله هزینه های بالا جهت آزمایش های اولیه تعیین میزان عناصر، عدم کنترل دقیق pH، EC، بیماری های خاکزی، علف های هرز و مسائل مربوط به تناوب با مشکل های زیادی مواجه هستند (۱۴).

علاوه بر موارد فوق کمبود آب و عدم امکان کنترل دقیق تغذیه گیاه در سیستم های خاکی باعث شده که در دهه های اخیر تولید محصولات به روش های مختلف کشت بدون خاک در عرصه جهانی افزایش یابد (۲۵). تنظیم هدایت الکتریکی محلول های غذایی به پرورش دهندگان محصولات گلخانه ای امکان می دهد تا راندمان مصرف آب را بهبود بخشند. به این ترتیب میزان آب قابل دسترس گیاه به نحوی مطلوب تغییر می‌یابد که جذب عناصر غذایی متعادل شده و نهایتاً رشد رویشی و زایشی به حالت تعادل برسد. افزایش هدایت الکتریکی اندازهٔ میوه ها را کاهش می دهد، در حالیکه وزن خشک، میزان مواد جامد محلول (Total Soluble Solids-TSS) و برخی صفات کیفی دیگر را افزایش می دهد (۱۷).

در اکثر شهرک‌های گلخانه ای کشور عامل اصلی محدود کنندهٔ کشت های هیدروپونیک شوری آب آبیاری می باشد (نه کمبود آب). لذا هدف از این پژوهش این است که عملکرد محصول به ازای سطوح مختلف شوری آب آبیاری را کمّی نموده و به یک نتیجهٔ کلی رسیده شود که تولید هیدروپونیک گوجه فرنگی گلخانه ای تا چه آستانه ای از شوری آب از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد.

بررسی منابع

پژوهش های متعددی در مورد تأثیری شوری آب آبیاری بر روی محصولات زراعی از جمله گندم، جو، ذرت، لوبیا، خربزه و ... انجام شده است. اما در مورد محصولات گلخانه‌ای تحقیقات اندکی مخصوصاً در داخل کشور صورت گرفته است. از جمله تحقیقات مشابه می توان به موارد زیر اشاره نمود.

کریمی افشار و همکاران (۵) با بررسی پاسخ دو رقم گوجه فرنگی خوشه ای به تغذیه با محلول های با EC ثابت و متغیر به این نتیجه رسیدند که گیاهان کشت شده با محلول های غذایی با EC ثابت ۲ و ۳ میلی موس و یا با محلول های با EC متغیر ۱/۵، ۲ و ۳ میلی موس بر سانتی متر از نظر عملکرد و نیز صفات کیفی (مثل سفتی، pH، اسیدیته قابل تیتیراسیون و ویتامین C میوه) تفاوت معنی داری نشان ندادند.

مالاش و همکاران (۱۸) با بررسی تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری (از ۰/۵۵ تا ۴/۸ دسی زیمنس بر متر) و دو سیستم آبیاری (فارو و قطره ای) در مصر به این نتیجه رسیدند که آبیاری قطره ای محصول بیشتری تولید کرد. نهایتاً بیشترین محصول (۳/۲ کیلوگرم بر بوته) در تیمار با سیستم آبیاری قطره ای و ترکیب ۶۰درصد آب شیرین (۰/۵۵ دسی زیمنس بر متر) و ۴۰درصد آب شور (۴/۸ دسی زیمنس بر متر) به به دست آمد. رابطهٔ منفی قوی بین متوسط فصلی شوری محلول خاک و محصول گوجه فرنگی مشاهده شد.

وان و همکاران (۲۸) تأثیر آبیاری قطره ای با آب شور بر روی محصول گوجه فرنگی در مناطق نیمه خشک را بررسی نمودند. ایشان با سه سال تحقیق میدانی در چین بر روی تیمارهایی با آب آبیاری دارای متوسط EC برابر ۱/۱، ۲/۲ ، ۲/۹، ۳/۵ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر به این نتیجه رسیدند که شوری آب تأثیر خیلی زیادی بر عملکرد گوجه نداشت.

گؤلشن و سینگ (۱۳) ضمن یک مطالعهٔ دو ساله در هندوستان بر روی اثر آبیاری و سطوح مختلف تغذیهٔ کودی گوجه فرنگی گلخانه‌ای به این نتیجه رسیدند که با اعمال ۵۰ درصد تبخیر از تشتک به عنوان مقدار آب آبیاری قطره ای و ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد توصیه کودی، عملکرد محصول در داخل گلخانه حدود ۶۰ درصد و بیرون از گلخانه حدود ۱۱۶ درصد افزایش نشان داد.

علیزاده و همکاران (۴) توابع کاهش جذب آب در شرایط تنش همزمان شوری و خشکی و چگونگی پاسخ گوجه فرنگی به این تنش‌ها و سهم هر یک از آنها در کاهش جذب آب را بر اساس مدل‌های ریاضی متعدد از جمله تابع کاهش جذب آب ماکروسکوپی - وان گنوختن (Genuchten Van)، دیرکسن و آگوستیجن (Augustijn, D.C. &C.Dirksen)، وان دام و همکاران (Van Dam J.C et al.)، اسکگز و همکاران (Skaggs T.H. et al) و همایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در شوری های کم واکنش گیاهان به تنش همزمان شوری و خشکی جمع پذیر است در حالیکه در شوری های بالاتر از ۳/۵ دسی زمنس بر متر مدل های ضرب پذیر برازش بهتری دارند. همچنین از میان مدل های ضرب پذیر مدل مفهومی همایی و مدل اسکگز و همکاران برازش بهتری با مشاهدات نشان دادند.

جوانپور هروی و همکاران (۲) اثر چند نوع محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم هیدروپونیک را بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه ای رقم حمراء مورد بررسی قرار دادند. تفاوت عمده محلولهای غذایی در نوع نیتروژن و نسبت نیتروژن آمونیومی به

نیتروژن کل آنها بود. همچنین بعنوان شاهد از محلول غذایی کوئیک استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزایش نیتروژن آمونیومی سبب کاهش عملکرد، ویتامین ث، اسیدیته، مواد جامد قابل حل میوه و ماده خشک برگ می‌گردد. همچنین طبق نتایج، بستر خاک و بسترهایی که در ترکیب آنها خاک بکار رفته بود، روی اکثر صفات کمی و کیفی گیاه اثر معنی دار داشتند.

لایق و همکاران (۶) تاثیر شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و صفات کیفی گوجه فرنگی در کشت هیدروپونیک را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، عملکرد کل، میانگین وزن میوه و شاخص سطح برگ (Leaf Area Index-LAI) به طور معنی داری کاهش یافت، در حالی که درصد ماده خشک میوه روند افزایشی داشت.

مواد و روش‌ها

برای تحقیق حاضر در گلخانهٔ هیدروپونیک گوجه فرنگی به مساحت هزار و هفتصد متر مربع در شهرک گلخانه ای آوه واقع در بیست و پنج کیلومتری اتوبان ساوه–سلفچگان انجام گردید. بذرهای گوجه‌فرنگی زیتونی هیبرید هلیل (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Halil) در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۳ در سینی نشاء با بستر پیت ماس (peat mass) کاشته شد. نشاءها به مدت ۳۵ روز در سالن نشاء نگهداری و سپس به گلدان های اصلی نگهدارنده با حجم ۱۰ لیتر و حاوی بستر کوکوپیت (coco peat) و پرلیت (perlite) (با نسبت حجمی ۱ به ۱) منتقل شدند.

بدلیل اینکه گیاه در مراحل جوانه زنی و ابتدای رشد بسیار حساس به شوری بوده و غالباً توان مقاومت نداشته و از بین می رود، لذا تا حدود یک ماه بعد از انتقال نشاء به بستر کشت اقدام به اعمال تیمارهای شوری نمی گردد تا گیاه در این مدت به خوبی در بستر کشت استقرار یابد. بنابراین در این تحقیق نیز از روز اول کاشت بذر تا یک ماه پس از انتقال نشاء عملیات آبیاری با آب شهرک با هدایت الکتریکی ۱/۳ دسی زیمنس بر متر انجام شد. سپس از تاریخ ۱۳۸۹/۸/۹ تیمارهای شوری بر روی بوته ها اعمال گردید.

تیمارهای آبیاری شامل هدایت الکتریکی ۰/۱، ۱/۳، ۳/۲ و ۵ دسی زیمنس بر متر بر روی بوته‌ها اعمال گردید. منابع آب آبیاری شامل آب شیرین با EC=۰/۱ دسی زیمنس بر متر (تیمار A) با استفاده از یک دستگاه تصفیهٔ آب کوچک با مارک (General Water)، آب لوله کشی شدهٔ شهرک گلخانه‌ای با EC=۱/۳ دسی زیمنس بر متر (تیمار B)، آب شور با EC=۵ دسی زیمنس بر متر (تیمار D) از یک چاه آب در نزدیکی روستای صالح‌آباد از توابع شهرستان ساوه و نهایتاً آب لب شور با EC=۳/۲ دسی زیمنس بر متر (تیمار C) از ترکیب نسبت یک به یک حجمی آب شهرک با آب شور با EC=۵ دسی زیمنس بر متر تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. جدول ۱ مشخصات شیمیایی آب مورد استفاده برای آبیاری تیمارها را نشان می‌دهد.

سیستم آبیاری هر چهار تیمار از نوع آبیاری قطره‌ای با استفاده از لوله لاترال پلی اتیلن ۱۶ میلیمتر و قطره‌چکانهای روی خط مارک نتافیم (Netafim) با دبی ۲L/hr اجرا گردید. تعداد ۲۰ بوته برای هر تیمار اختصاص یافته و در مجموع با ۸۰ بوته طرح آزمایشی تیماربندی شد. گلدان ها به فاصلهٔ ۵۰ سانتی متر از هم در روی ردیف و فاصلهٔ ردیف ها از هم ۹۰ سانتی متر آرایش یافتند. آبیاری تیمارها با محلول غذایی مربوطه سه نوبت در روز انجام شده و روزهای جمعه هر هفته آبشویی سنگین بستر کشت صورت پذیرفت. برای آبشویی بستر بوته ها از آب همان تیمار ولی بدون محلول غذایی و pH حدود ۵/۵ استفاده شد.

جهت حصول اطمینان از عدم بروز کم آبیاری و تنش خشکی، در هر نوبت آبیاری به مقداری محلول غذایی روی بوته ها اعمال گردید که حدود ۲۰ سی سی از محلول به صورت زهکش از انتهای گلدان‌ها خارج گردد.

در طول ۹ ماه آزمایش و داده برداری از اوایل شهریور ماه ۱۳۸۹ تا اواخر اردیبهشت ماه ۱۳۹۰، دمای گلخانه در پاییز و زمستان در بازهٔ ۳۰–۲۰ درجه سانتی گراد در روز و ۱۸–۱۵ درجه سانتی گراد در شب و در بهار بین ۴۰–۲۵ درجه سانتی گراد در روز و ۲۲–۱۷ درجه سانتی گراد در شب نوسان داشت.

ابتدا محلول استوک مشترک برای تمام تیمارها ساخته شده و سپس در موقع آبیاری به تانک آبیاری هر تیمار افزوده می شد. برای تنظیم pH محلول غذایی در بازهٔ ۵/۸ ±۰/۲ از اسید فسفریک ٪۸۵ (H_3PO_4) استفاده شد (۱۵).

دلیل انتخاب اسید فسفریک به جای اسید نیتریک که معمولاً در آزمایشات استفاده می شود این بود که اولاً به دلیل کشت پاییزه و مواجهه با سرمای زمستان جذب فسفر برای بوته‌ها دشوار می‌گردد و لذا برای اجتناب از مشکلات گلدهی به دلیل شرایط ابرناکی هوا اسید فسفریک مورد استفاده قرار گرفت. از طرف دیگر به دلیل مشاهدهٔ برخی بیماری‌های قارچی ریشه و نیز برای جلوگیری از رشد رویشی زیاد بوته ها در زمستان از اسید فسفریک استفاده گردید.

برداشت میوه ها از دههٔ سوم آذر ماه ۱۳۸۹ ، یعنی حدود ۲ ماه پس از انتقال نشاءها آغاز و تا زمان بوته کشی و جمع آوری بوته ها در تاریخ ۱۳۹۰/۲/۲۰ ادامه داشت.

جدول ۱- مشخصات شیمیایی آب شهرک و آب شور مورد استفاده در آزمایشات (میلی اکی والان بر لیتر)

	EC (dS/m)	PH	بی کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	سدیم	SAR	منیزیم
آب شهرک	۱/۳	۷/۸	۱/۴	۲/۲	۱۱	۷/۹	۵/۶	۲/۶	۱/۳
آب شور چاه	۵	۷/۶	۱/۵	۸/۲	۱۸/۶	۱۵/۳	۲۵/۴	۷/۹	۴/۵

محلول غذایی مورد نظر برای تغذیهٔ بوته ها شامل عناصر ماکرو (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) و عناصر میکرو (کلسیم، منیزیم، آهن، بور، مولیبدن، منگنز، مس و روی) با ترکیب حجمی ارائه شده در جدول ۲ تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. پس از اینکه قد بوته ها به حدوداً ۳۰ سانتی متر رسید، با نخ و گیره های پلاستیکی مخصوص به سیم های قیم بالای هر ردیف بسته شدند. در طول رشد نیز هرس و تربیت بوته‌ها به صورت تک ساقه (single stem) با حذف جوانه های جانبی صورت گرفت. در تمام دورهٔ داشت و برداشت، هرس متناوب برگ-های مسن بوته همواره طوری انجام گرفت که ۱/۲ متر از طول ساقه دارای برگ های فعال باشد.

جدول ۲- فرمول غذایی مورد استفاده برای تغذیهٔ تیمارها (مقدار وزنی مواد برای ۱۰۰۰ لیتر محلول غذایی بر حسب گرم)

نیترات کلسیم	نیترات پتاسیم	سولفات منیزیم	مونو فسفات پتاسیم	سولفات پتاسیم	آهن
۵۰۰	۲۰۰	۳۵۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵
منگنز	بر	روی	مولیبدن	نانوسیلیس	مس
۵۰	۴۰	۱۸	۴	۳۰	۸

دمای گلخانه با استفاده از سیستم بخاری گازوئیل سوز در ماههای پاییز و زمستان و استفاده از مل پاشی و شِید توری (سایه بان، Shade) در ماههای گرم بهار در حد مناسب حفظ شد. رطوبت گلخانه با آبپاشی کف گلخانه و باز کردن دریچه های جانبی و سقف گلخانه تا حدامکان تنظیم شد. رطوبت نسبی گلخانه بین ۳۵ تا ۸۵ درصد نوسان داشت. در دوران گلدهی برای حصول اطمینان از گرده افشانی هر روز یک نوبت در ساعت ۱۲-۱۰ قبل از ظهر سیم های قیم بالای بوته‌ها تکان داده می شدند.

اندازه گیری صفات کمی و کیفی

عملیات برداشت میوه ۲ بار در هفته (در ماههای مربوط به پاییز و زمستان) و ۴-۳ بار در هفته در فصل بهار انجام گردید. داده های مربوط به عملکرد کل و متوسط وزن میوه در هر نوبت برداشت ثبت شد. ارتفاع بوته ها به طور مرتب اندازه گیری و ثبت گردید. در کل دورهٔ آزمایش چهار بار عمل پایین کشی بوته ها انجام شد که در نهایت قد بوته ها به حدود ۶/۵ متر رسید.

برای تعیین درصد ماده خشک میوه، یک بار در ۲ ماهگی بوته ها (۲ ماه پس از انتقال نشاءها به گلدان) و یکبار در انتهای فصل از هر تیمار به تعداد ۴۰ میوه بطور تصادفی انتخاب گردیده و از آنها ۳ نمونه ۱۰۰ گرمی تهیه شده و در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و با محاسبه اختلاف وزن تر و خشک، وزن خشک میوه بر حسب درصد محاسبه گردید.

در مورد درصد وزن خشک برگ نیز یک بار در ۲ ماهگی بوته ها و یک بار در انتهای فصل، از هر تیمار ۲ بوته بطور تصادفی انتخاب گردیده و برگ آنها به قطعات کوچک خرد شده و از هر کدام یک نمونه ۲۰۰ گرمی تهیه و طبق روش قبل در آون خشک گردیده و درصد وزن خشک آن محاسبه گردید (۲).

به دلیل اجتناب از حذف زیاد بوته‌ها، شاخص سطح برگ و وزن خشک بوته (فقط قسمتهای هوایی بوته) به روش رایج خشک کردن در آون، یک بار در ۲ ماه پس از انتقال نشاءها به گلدان و یک بار نیز در انتهای فصل پس از آخرین برداشت هر کدام در مورد ۲ بوته تصادفی از هر تیمار اندازه گیری شد. (۱۹).

برای اندازه گیری ویتامین ث از هر تیمار به تعداد ۲۰ میوه رسیده بطور تصادفی انتخاب گردیده و پس از شستشو و بریدن، توسط دستگاه مخلوط کن بصورت نمونه یکنواخت درآمدند. از این مخلوط دو نمونه ۳۰ گرمی انتخاب شد. مراحل اندازه گیری، با استفاده از روش استاندارد «معرف ایندیفنل» انجام شد (۳).

EC و pH عصارهٔ میوه به ترتیب توسط EC متر و pH متر، و نیز کل مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها توسط رفراکتومتر یا شکست سنج دیجیتال (Refractometer) اندازه گیری و ثبت شد (۱۰).

تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی دار (Least Significant Difference-L.S.D) که به نام روش فیشِر (Fisher) معروف است، انجام شد (۲۲).

نتایج

عملکرد کل و میانگین وزن میوه

نتایج به دست آمده از تیمارهای آزمایشی به همراه آنالیز معنی داری میانگین ها در سطح احتمال ۵٪ در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود تأثیر تیمارهای هدایت الکتریکی بر

روی صفت عملکرد کل و میانگین وزن میوه در سطح احتمال مزبور (۵٪) معنی دار است.

همانگونه که از جدول نتایج بر می آید، تیمار EC=۰/۱ ds/m (تیمار آب شیرین یا همان تیمار A) با میانگین عملکرد کل ۶/۷۸ کیلوگرم بر بوته در صدر جدول مقادیر قرار گرفته است. تیمارهای B و C در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار نشان ندادند.

لذا می توان گفت در مناطقی که به هر دلیل اعم از توجیه ناپذیری اقتصادی قیمت محصول، بالا بودن قیمت حامل های انرژی و یا کمبود منابع آب، امکان استفاده از آب شیرین کن مقدور نباشد، تا EC حدود ۳/۵ دسی زیمنس بر متر می توان اقدام به کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی زیتونی نمود. تیمار D با کمترین عملکرد کل (برابر ۳/۶۲ کیلوگرم بر بوته) در انتهای جدول مقادیر قرار گرفته و با تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار فاحش دارد.

درصد وزن خشک میوه و برگ

هم درصد خشک میوه و هم درصد وزن خشک برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بودند (جدول ۳). بیشترین درصد وزن خشک برگ در تیمار A و کمترین مقدار آن در تیمار D مشاهده شد. اما در مورد شاخص درصد وزن خشک میوه ترتیب قرارگیری تیمارها برعکس بود. یعنی بیشترین مقدار درصد وزن خشک میوه مربوط به تیمار D با مقدار ۷/۱ درصد در هفت ماهگی بوته و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار A با مقدار ۵/۱۲ درصد در دوماهگی بوته بود. البته در هفت ماهگی بوته ها نیز کمترین درصد وزن خشک بوته مربوط به تیمار A به دست آمد.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین های صفات کمی و کیفی عملکرد گوجه فرنگی برای تعیین اثرات تیمارهای هدایت الکتریکی

عنوان شاخص						
تیمار	وزن خشک بوته در ۷ ماهگی (g/plant)	وزن خشک بوته در ۲ ماهگی (g/plant)	شاخص سطح برگ در ۷ ماهگی (m^2/m^2)	شاخص سطح برگ در ۲ ماهگی (m^2/m^2)	درصد وزن خشک برگ در ۲ ماهگی (٪)	درصد وزن خشک برگ در ۷ ماهگی (٪)
EC= ۰/۱ ds/m	a۴۸۵	a۲۹۰	a۵/۴	a۵/۲	a۱۲/۸	a۱۱/۷
EC= ۱/۳ ds/m	a۴۵۶	b۲۴۲	b۴/۱	bc۳/۸	b۱۱/۷۵	a۱۱/۳۵
EC= ۳/۲ ds/m	b۳۸۴	b۲۶۰	b۳/۷	b۴/۳	bc۱۱/۲۵	b۱۰/۶
EC= ۵ ds/m	c۲۷۳	c۲۱۵	c۲/۸	c۳/۵	c۱۱/۱	b۱۰/۱۵
L.S.D	۶۶/۷۶	۲۲/۲۷	۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۰

تیمار	درصد وزن خشک میوه در ۲ ماهگی (٪)	درصد وزن خشک میوه در ۷ ماهگی (٪)	ارتفاع بوته در ۱ ماهگی (m)	ارتفاع بوته در ۳ ماهگی (m)	ارتفاع بوته در ۵ ماهگی (m)	ارتفاع بوته در ۷ ماهگی (m)
EC= ۰/۱ ds/m	c۵/۱۲	c۵/۲۵	۰/۶	a۲/۰۵	a۴/۲	a۶/۴
EC= ۱/۳ ds/m	bc۵/۳۵	c۵/۵۸	۰/۶	b۱/۸۵	a۴/۳	۶/۱۵a
EC= ۳/۲ ds/m	b۵/۷	b۶/۴	۰/۶	b۱/۷	b۳/۶	b۵/۲
EC= ۵ ds/m	a۶/۴۵	a۷/۱	۰/۶	c۱/۵	۳/۱۵c	c۴/۵
L.S.D	۰/۴۱	۰/۵۹	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۶۲

تیمار	کل مواد جامد محلول میوه (° Brix)	عملکرد کل بوته (kg/plant)	متوسط وزن میوه (g)	PH	هدایت الکتریکی (ds/m)	ویتامین ث عصاره میوه (mg/100g)
EC= ۰/۱ ds/m	a۹	a۶/۷۸	a۱۷	a۴/۲۸	c۶/۲	c۲۰/۳۴
EC= ۱/۳ ds/m	۸/۶۵ab	b۵/۸	b۱۳	a۴/۲۱	b۷/۸	c۲۱/۱۲
EC= ۳/۲ ds/m	۸/۲b	۵/۳۹b	bc۱۱	b۴/۰۵	ab۸/۶	b۲۳/۶۵
EC= ۵ ds/m	c۷/۵	c۳/۶۲	c۱۰	b۳/۹۶	a۹/۳	a۲۶/۴۸
L.S.D	۰/۴۷	۰/۹۳	۲/۱۹	۰/۱۰	۰/۹۴	۱/۹۶

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی دار درسطح احتمال ۵٪ می باشد.

ارتفاع بوته

میانگین ارتفاع بوته ها یکبار در یک ماهگی بوته ها (یک ماه پس از انتقال نشاء به گلدان)، یکبار در سه ماهگی بوته ها، یکبار در پنج ماهگی و یکبار نیز در انتهای فصل یعنی هفت ماه پس از انتقال نشاء به گلدان ثبت شد.

طبق جدول ۳ مشاهده می شود که در انتهای فصل یعنی پس از چهار مرحله پایین کشی بوته ها، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار A با میانگین ۶/۴ متر و کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار D با میانگین ۴/۵ متر بود. ارتفاع بوته ها تحت تأثیر تیمارهای هدایت الکتریکی A و B در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. اما بین این دو تیمار و تیمارهای C و D اختلاف معنی دار مشاهده می شود.

شاخص سطح برگ

همانطور که از جدول ۳ برمی آید اثر تیمارهای هدایت الکتریکی بر روی شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. میانگین شاخص سطح برگ اندازه گیری شده برای تیمارهای مختلف نشان می دهد که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به تیمار A (۵/۴ مترمربع در مترمربع) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار D (۲/۸ مترمربع در مترمربع) می باشد.

وزن خشک بوته

چنانچه از جدول نتایج به دست می آید در هفت ماهگی بیشترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار A (۴۸۵ گرم بر بوته) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار D (۲۷۳ گرم بر بوته) می باشد. از نظر وزن خشک بوته تیمارهای هدایت الکتریکی A و B در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند. اما این دو تیمار با تیمارهای C و D اختلاف معنی دار نشان می دهند.

کل مواد جامد محلول میوه (TSS)

جدول ۳ نشان می دهد که تأثیر تیمارهای هدایت الکتریکی بر روی شاخص TSS در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. بیشترین مواد جامد محلول مربوط به تیمار A برابر با ۹ درجه بریکس و کمترین آن مربوط به تیمار آب شور (D) برابر با ۷/۵ درجه بریکس می باشد.

ویتامین ث میوه

جدول مقایسهٔ میانگین ها نشان می دهد که تأثیر تیمارهای هدایت الکتریکی بر شاخص کیفی ویتامین ث میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. بیشترین مقدار ویتامین ث در تیمار D (آب شور) برابر ۲۶/۴۸ mg/100g و کمترین مقدار ویتامین ث در تیمار A (آب شیرین) برابر ۲۰/۳۴ mg/100g مشاهده شد.

EC و PH عصارهٔ میوه

با بررسی نتایج حاصله از آزمایشات مشخص شد که تأثیر تیمارهای هدایت الکتریکی بر روی شاخص های EC و pH عصارهٔ میوه نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار A و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار D می باشد. برعکس، بیشترین مقدار EC عصارهٔ میوه مربوط به تیمار D (آب شور) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار A (آب شیرین) اندازه گیری شد که با توجه به شوری آب آبیاری تیمارها خیلی دور از انتظار نبود.

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری، عملکرد کل و متوسط وزن میوه ها کاهش می‌یابد. گیاهان جهت رشد مناسب و تولید بیشتر میوه و به عبارت بهتر دستیابی به عملکرد بالا، نیازمند ذخایر غذایی کافی و رشد رویشی بیشتر می باشد. این سطح مطلوب از رشد در صورتی ایجاد می گردد که آب و عناصر غذایی به مقدار کافی و میزان بهینه توسط ریشه ها جذب گردد (۲۶).

افزایش شوری آب آبیاری اثر قابل توجهی بر روی پتانسیل اسمزی آب گیاه و به تبع آن جذب آب توسط گیاه دارد. افزایش شوری محیط ریشه باعث کاهش پتانسیل آب در کل گیاه و به طریق اولی در برگ می گردد؛ بنابراین مقدار آب کمتری توسط گیاه جذب شده و نهایتاً آب کمتری به سمت میوه ها جریان پیدا می‌کند (۱۲).

از آنجا که حدود ۹۲ درصد وزن میوه گوجه فرنگی را آب تشکیل می‌دهد، لذا وزن میوه های گوجه فرنگی تابعی از مقدار آب موجود در آن است؛ بنابراین با تحدید جریان آب به سمت میوه ها، اندازه و وزن آن کاهش می یابد (۱۶).

از دلایل دیگر کاهش میزان جذب آب تحت تأثیر شوری، کاهش نفوذپذیری ریشه و به تبع آن کاهش جذب آب توسط گیاه و متعاقباً میوه است (۹). همان گونه که از جدول نتایج برمی آید، یافته های حاصل از این پژوهش با این موارد همخوانی دارد. از اثرات جانبی شوری آب آبیاری می توان به کاهش شاخص سطح برگ (LAI) و ارتفاع بوته ها اشاره کرد که در جدول نتایج (جدول ۳) به وضوح قابل ملاحظه است. کاهش سطح برگ که به عنوان سطح فتوسنتزی مطرح است، باعث کاهش جریان آسیمیلات ها به سمت میوه شده و نهایتاً میانگین وزن میوه ها بسیار کاهش می یابد که به نوبهٔ خود باعث کاهش عملکرد کل بوته می گردد (۲۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هم با افزایش عمر بوته در یک تیمار و هم با افزایش سطح شوری آب آبیاری در بین تیمارها، درصد وزن خشک میوه ها افزایش می یابد. برخی از تحقیقات نشان می دهند که افزایش میزان ماده خشک میوه ها باعث افزایش کیفیت آنها می گردد (۱۱).

طبق گزارش برخی محققین که با نتایج این پژوهش نیز همخوانی دارد، میزان وزن خشک میوه گوجه فرنگی با اندازهٔ میوه ها رابطهٔ معکوس ولی با میزان TSS (درصد TSS و نه درجه بریکس) رابطهٔ مثبت دارد. در توجیه این پدیده هاهجو و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در گوجه فرنگی های تحت تیمار شوری محلول غذایی، به دلیل پدیدهٔ خشکی اسمزی (Osmotic Drought) جذب آب کاهش می یابد، لذا قندها و نشاسته و اسیدها در میوه های تیمار افزایش یافته و باعث افزایش چشمگیر میزان ماده خشک میوه می گردد.

مهمترین تفاوت گیاهان تحت تیمار آب شور و آب شیرین، افزایش تجمع نشاسته در میوهٔ گیاهان تحت تیمار شوری است (۲۱). ویت کوهلر و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند که دلیل دیگر افزایش تجمع نشاسته و به تبع آن میزان ماده خشک میوه های گوجه فرنگی، افزایش سرعت عمل آنزیم ADP–گلوکز فسفوریلاز (که سنتز نشاسته را تنظیم می کند) در میوه های تحت تیمار شوری می باشد.

افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش ویتامین ث در عصارهٔ میوه های گوجه فرنگی شد. به نظر می آید این پدیده به دلیل کاهش پتانسیل آب گیاه باشد. مالاش و همکاران (۲۰) نیز گزارش نمودند که افزایش شوری در محلول غذایی باعث افزایش مقادیر ویتامین ث میوه می گردد. آنها دلیل این امر را تجمع مونوساکاریدها در میوه توجیه کردند.

در بعضی تحقیقات قبل تر مانند راداون و همکاران (۲۴) دلیل افزایش ویتامین ث میوه های گوجه فرنگی تحت تیمار شوری، قرارگیری بیشتر میوه ها در برابر نور، به دلیل کاهش رشد و کاهش سطح برگ بوته ها گزارش شده است که به نظر خیلی دور از منطق نمی آید. به نظر می رسد که در میوه های تحت تیمار شوری، کاهش مقادیر آب میوه به دلیل پتانسیل پایین آب در گیاه و برگ و همچنین افزایش غلظت برخی از عناصر مانند سدیم و کلر در میوه، نقش مهمی در افزایش هدایت الکتریکی (EC) عصارهٔ میوه داشته باشند (۱۰).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله در این پژوهش می توان اذعان داشت که افزایش سطح شوری آب آبیاری در محلول غذایی تا حدود ۳/۵ دسی زیمنس بر متر، تأثیر معنی داری بر عملکرد گوجه فرنگی زیتونی هیدروپونیک و برخی اجزای آن ندارد، و نتایج قابل قبولی در مقایسه با محلول های غذایی شاهد با هدایت الکتریکی نرمال را ارائه می‌دهد. اما در سطوح شوری بالاتر عملکرد با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار گرفته و به طور معنی دار کاهش می یابد. لذا در مناطق دارای آب های لب شور می توان به کشت هیدروپونیک این محصول اقدام نمود.

با افزایش سطح شوری آب آبیاری کیفیت میوه بهبود می‌یابد، به طوری که با افزایش سطح شوری محلول غذایی مقادیر مواد جامد محلول (TSS)، درصد ماده خشک و ویتامین ث میوه افزایش می‌یابد. افزایش در مقادیر درصد ماده خشک میوه و مواد جامد محلول در فراوری و کنسرواسیون گوجه فرنگی امتیاز محسوب شده و می تواند کیفیت محصولات فراوری شده را افزایش دهد.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از دانشگاه فردوسی مشهد به جهت حمایت مالی و تأیید انجام پژوهش مذکور در قالب طرح پژوهشی شماره ۲/۱۶۰۷۴، ریاست محترم کلینیک کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و نیز مدیریت آزمایشگاه آب و خاک دانشگاه پیام نور واحد قم تقدیر و تشکر نمایند.

منابع

۱- جلالی و.ر.، همایی م. و میرنیا س.خ. ۱۳۸۷. مدل سازی واکنش کلزا به شوری طی دوره های رشد زایشی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۴.

۲- جوانپور هروی ر.، بابالار م.، کاشی ع.ا.، میرعبدالباقی م. و عسگری م.ع. ۱۳۸۴. اثر چند نوع محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم آبکشت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه ای رقم" حمراء. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۴، ص ۹۳۹-۹۴۶.

۳- حسینی ز. ۱۳۸۲. روشهای متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۱۰ صفحه.

۴- علیزاده ح.ع.، لیاقت ع.ا. و نوری محمدیه م. ۱۳۸۸. ارزیابی توابع کاهش جذب آب توسط گوجه فرنگی در شرایط تنش همزمان شوری و خشکی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳ ، شماره ۳، ص ۹۷-۸۸.

۵- کریمی افشار ا.، دلشاد م. و بابالار م. ۱۳۸۷. بررسی امکان جایگزین کردن محلول های غذایی با *EC* متغیر به جای محلول غذایی با *EC*

ثابت در آبکشت گوجه فرنگی. مجله علوم باغبانی ایران، دوره ۴۰، شماره ۲.

۶- لایق م.، پیوست غ.ع.، سمیع زاده ح.ا و، خصوصی م. ۱۳۸۸. تاثیر شوری محلول غذایی بر رشد، عملکرد و صفات کیفی گوجه فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. مجله علوم باغبانی ایران، دورهٔ ۴۰، شماره ۴، ص ۲۱-۱۱.

۷- همایی م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

8- Cetin O., and Uygan D. 2008. The effects of drip Line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and return. Agricultural water management, vol. 95: 949- 958.

9- Cuartero J., and Fernandez-Munoz R. 1999. Tomato and salinity. Sci. Hortic, 78, 83-125.

10- Depascale S., Maggio A., Angelino G., Graziani G., Trisaia C.R., and Jonicakm S.S. 2003. Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. Acta Horticulturae, 613, 39-46.

11- Dorais M., Papadopulos A.P., and Gosselin A. 2001. Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomie, 21, 367-383.

12- Gül A., and Sevgican A. 1992. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. Acta Horticulturae, 3030, 145-150.

13- Gulshan Mahajan K.G. 2006. Response of Greenhouse tomato to irrigation and fertigation. Agricultural water management, 84, 202- 206.

14- Hassah A. 2000. Hydroponics as an agriculture production system. Rirdic Publication. No.141.

15- HO L.C. 1999. The physiological basis for improving tomato fruit quality. Acta Horticulturae, 487, 33-40.

16- Hohjo M., Ganda M., Maruo T., Shinohara Y., and Ito T. 2001. Effect of NaCl application on growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plants. Acta Horticulturae, 548, 469-475.

17- Li J.H., Sagi M., Gale J., Volokita M., and Novoplansky A. 1999. Response of tomato plants to saline water as affected carbon dioxide supplementation. I. Growth, yield and fruit quality. Journal of Horticultural Science Biotechnology, vol. 74: 232-237.

18- Malash N.M., Flowers T.J., and Ragab R. 2005. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agricultural Water Management, vol. 78: 25–38.

19- Malash N.M., Flowers T.J., and Ragab R. 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. Springer, Irrig Sci, vol. 26:313–323.

20- Malash N.M., Ghaibeh A., Yeo A., Ragab R., and Cuartero J. 2002. Effect of irrigation water salinity on yield and fruit quality of tomato. Acta Horticulturae, 573, 415-423.

21- Mitchell J.P., Shannan C., Grattan S.R., and May D.M. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. Journal of American Horticultural Science, 16, 215-221.

22- Montgomery D.D., and Runger G.C. 2002. Applied statistics and probability for engineers, third edition. John Wiley & Sons, Inc. Printed in the United States of America. ISBN 0-471-20454-4.

23- Plaut Z., Grava A., Yehezkel C., and Matan E. 2003. How do salinity and water stress affect transport of water, assimilates and ions to tomato fruits. Physiological Plantarum, 122, 429-442.

24- Radawn A.A., Hassan A.A., and Malash N.M. 1979. Physiological studies on tomato fruit firmness, total soluble solids and vitamin C contents. Research Bulletin. NO 1063. Faculty of Agriculture, AinSham University, Cairo. Egypt.

25- Ramezanian A., Tavallali V., and Sadeghi Ghotbabadi F. 2001. Greenhouse -Scientific and practical methods of greenhouse construction and plant care. Takhte jamshid publishing 120 p. (In Farsi).

26- Turhan E., and Atilla E. 2004. Effect of chloride application and different media on ionic strawberry plants under salt stress conditions. Soil. Science Plant Analysis, 36, 1021-1028.

27- Veit-Kohler V., Krumbein A., and Kosegarten H. 1999. Effect of different water supply on plant growth and fruit quality of (Lycopersicon esculentum Mill.). Journal Plant Nutrient Soil Science, 162, 583-588.

28- Wan Sh., Kang Y., Wang D., Liu Sh., and Feng L. 2007. Effect of drip irrigation with saline water on tomato (Lycopersicon esculentum Mill) yield and water use in semi-humid area. Agricultural water management, vol. 90: 63 – 74.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 2, May-Jun 2012, p. 451-459

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۱، ص. ۴۵۹-۴۵۱

Evaluation of the Effects of Different Irrigation Water Salinity on Quality and Quantity Indices of Cherry Tomato in Hydroponics

A. Faalian[1*] - H. Ansari[2] - M. Kafi[3]

Received:24-8-2011
Accepted:15-1-2012

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation water salinity on Quality & Quantity Indices of Cherry Tomato (cv. Halil) in Hydroponics, a factorial experiment was conducted on the basis of a randomized complete block design with electrical conductivity at four levels of (A) 0.1, (B) 1.3, (C) 3.2 and (D) 5 dSm^{-1} and four replications. Growth indices like total yield, mean fruit weight and dry matter percentage, leaf area index (LAI), dry matter percentage of leaf, height and dry weight of plant, EC&PH of fruit juice, total soluble solids of fruit (TSS) and Vitamin C content of fruit juice were recorded during 9 months experiment since September 2010 to May 2011. Results indicated that total yield, mean fruit weight, leaf area index (LAI), dry matter weight of leaf and plant, plant height and fruit juice PH were significantly reduced with increasing salinity level, while dry matter percentage of fruit, EC, total soluble solids (TSS) and Vitamin C content of fruit juice were increased. Also, according to the results the highest total yield was found by treatment (A) with 6.78 kg/plant. Treatments (B) and (C) showed no significant differences at %5 probability level. Results demonstrated that in zones like the region of this research without fresh water that it's not feasible –because of any reasons among them inappropriate price of crop production from an economical point, energy costs or water resources shortage- to use water refining systems, it's possible to plant the cherry tomato in soilless culture systems by water resources with salinity level up to 3.5 dsm^{-1}. Finally, the lowest total yield was found by treatment (D) with 3.62 kg/plant that was significantly different with all of other treatments.

Keywords: Hydroponics, Irrigation, Nutrient solution, Salinity, Tomato, Water

1,2- PhD Student and Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: ahad.faalian@gmail.com
3 - Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad