تاثیر مقادیر مختلف آب خاک بر توسعه ریشه گیاه فلفل قلمی

سارامردانی نژاد ، حمیدزارع ابیانه[1]*، سید حسن طباطبائی، عبدالرحمن محمدخانی

دانشجوی کارشناسی ارشدآبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه همدان؛
mardani.sara@gmail.com
دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه همدان؛
zareabyaneh@gmail.com
دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد؛
stabaei@agr.sku.ac.ir
استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد؛
mkhani7@yahoo.com

چکیده

تنش آبی و محدود نمودن آب مورد نیاز گیاهان تأثیرات متفاوتی بر مؤلفه‌های رشد اندام زیرزمینی گیاه دارد، در این تحقیق، اثرتنش کم آبی بر رشد ریشه گیاه فلفل در مقایسه با روش معمول آبیاری در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. تنش کم آبی گیاه فلفل در قالب چهار تیمار آبیاری 40 ، 60 ، 80 و 100 درصد نیاز آبی اعمال گردید. پس از کامل شدن رشد گیاه، نمونه‌برداری از ریشه گیاه انجام و برخی شاخص‌های ریشه از قبیل وزن تر و خشک ریشه، سطح و حجم ریشه، طول و چگالی طول ریشه و نسبت سطح به وزن تر ریشه برای هر یک از تیمارها اندازه‌گیری و نسبت به تیمار شاهد (100 درصد نیاز آبی) مقایسه گردید. بررسی آماری آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد مؤلفه‌های وزن، حجم، سطح و طول ریشه با افزایش مقدار آب آبیاری، افزایش و با کاهش آب آبیاری تمامی مؤلفه‌های فوق کاهش معنی‌داری داشتند. به‌طوری‌که تمامی صفات مورد بررسی در تیمار آبیاری 40 درصد نیاز آبی، بیشترین کاهش را نسبت به تیمار آبیاری شاهد تجربه کرده‌اند. از سویی با آن‌که در تیمار 80 درصد نیاز آبی، وزن تر ریشه 4/7 درصد، وزن خشک ریشه 31 درصد، در تیمار 60 درصد نیار آبی وزن تر و خشک ریشه به‌ترتیب 10/5 و 47/7 درصد و در تیمار 40 درصد نیاز آبی وزن تر ریشه 25/7 درصد و وزن خشک ریشه 62/5 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشته است، در خصوص حجم و سطح ریشه نیز در تیمار 80 درصد نیاز آبی، 6/9 درصد و 19/8 درصد، در تیمار 60 درصد نیاز آبی، 16/1 درصد و 33/8 درصد و در تیمار 40 درصد نیاز آبی 25/8 درصد و 47/3 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش رخ داده است. نتایج حاصل نشان داد که رشد متوسط ریشه در تیمار شاهد، 80 درصد نیاز آبی ، 60 درصد نیاز آبی و 40 درصد نیاز آبی تا عمق 50، 48، 43 و 39 سانتی‌متری به‌ترتیب، 0/35، 0/33، 0/3 و 0/27 سانتی‌متر در روز بود. مقایسه نتایج هر سه تیمار تنش آبی نشان داد، اعمال تیمار 80 درصد نیاز آبی در مقایسه با دو تیمار دیگر، از نظر نسبت کاهش صفات ریشه مناسب‌تر بود. این نتیجه به‌معنی صرفه‌جویی 19/4 لیتر آب مصرفی بود که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. هم‌چنین در همه تیمارها میزان چگالی طولی ریشه با پیشروی در عمق خاک کاهش یافت. به‌عبارت دیگر بیشترین تراکم ریشه‌ها در لایه‌های سطحی خاک مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، چگالی طولی ریشه، رشد روزانه ریشه و فلفل

1. آدرس نویسنده مسؤول: همدان، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی،دانشگاه همدان، کدپستی: 6517833131
* دریافت: آذر، 1391 و پذیرش: بهمن، 1391

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

فلفل قلمی با نام علمی[1] یکی از محصولات مهم جالیزی به شمار می‌رود. اطلاعات موجود در زمینه تولید محصولات گلخانه‌ای با توجه به کمبود منابع آبی قابل دسترس در بخش کشاورزی کشور ایران محدود است. به‌همین دلیل اطلاع از وضعیت موجود جهت استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی لازم است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که 99 درصد از سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای به خیار، 8 درصد به گوجه‌فرنگی و 4 درصد به فلفل به‌عنوان کشت دوم اختصاص دارد (حیدری و همکاران، 1386). تولید فلفل در گلخانه، کاملاً با مزرعه متفاوت می‌باشد به‌طوری‌که در گلخانه می‌توان محصول فلفل را با کمیت و کیفیت بالا در یک سطح کشت محدود و برای دوره‌های زمانی خارج از فصل رشد تولید نمود. از طرفی در کشت‌های گلخانه‌ای ضمن تولید محصول به میزان بالا، آب مورد نیاز محصولات نیز کمتر است (چارتزولاکیس و دروسوس، 1998). رشد گیاهان از جمله فلفل تحت تأثیر اثرات متقابل عوامل محیطی (اقلیم و خاک) و گیاهی است. محصولات سبزی و صیفی به آب و کود فراوان و به‌موقع نیازمند هستند. آب در کشاورزی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی و خشکی یکی از شایع‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که اثرات آن به مدت زمان، دوام و شدت تنش بستگی دارد (پاندی و همکاران، 2001). جهت استفاده بهینه از منابع آب، رواج یافتن کشت‌های گلخانه‌ای به - موازات گسترش روش‌های نوین آبیاری تحت فشار است. یکی دیگر از روش‌های مؤثر، اعمال تنش آبی است که در آن تمامی ریزوسفر ریشه با درصدی از آب به‌روش معمول، آبیاری می‌شود. این روش تأمین آب گیاه، نوعی کم‌آبیاری است که به جای تأمین کامل آب مورد نیاز گیاهان، درصدی از آن در هر بار آبیاری تأمین می شود (سپاسخواه و همکاران، 1385). توسعه ریشه گیاه یکی از ویژگی‌هایی است که به‌صورت طبیعی تحت تأثیر مدیریت آبیاری و تنش‌های ناشی از آن قرار دارد. ولی ابعاد این تأثیر هنوز به‌طور کامل روشن نشده است. رشد و عملکرد اندام هوایی گیاه بازتابی از توزیع و فعالیت ریشه گیاه در مراحل مختلف رشد است. بنابراین، چگونگی توسعه ریشه گیاهان کشت شده از نظر وضعیت، گسترش و فعالیت‌های منجر به جذب آب و عناصر غذایی، در تولید محصول بسیار مهم می‌باشد(لابوسکی و همکاران، 1985 و من‌گل، 1983). به‌همین دلیل تشخیص عوامل محدود کننده رشد در پاسخ به تغییرات محیطی برای درک علمی تولید محصول ضروری است (لابوسکی و همکاران، 1985 و مارتین و همکاران، 1976). تحقیقات نشان داده که تحت شرایط مزرعه‌ای، تغییر در مقدار آب خاک، عمده‌ترین دلیل توزیع متفاوت ریشه است (راسیل و اسکات، 1977). هم‌چنین وقتی توزیع ریشه توسط عوامل دیگر محدود نشود، مقدار رطوبت خاک، عمق ریشه دوانی را کنترل می‌کند(لابوسکی و همکاران، 1985). مقدارکافی رطوبت در ناحیه ریشه نیز عامل مهمی برای استفاده کارآمد از عناصر غذایی موجود به شمار می‌آید (لابوسکی و همکاران، 1985). تحقیقات حاصل از تأثیر خشکی موضعی[2] (PRD) منطقه ریشه (نوع دیگری از تنش آبی) در کشت گلخانه‌ای گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد که وزن خشک و تر ریشه در تیمار آبیاری کامل با وزن خشک و تر ریشه در خشکی موضعی، تفاوت معنی‌داری نداشتند (حقیقی، 1989). هم‌چنین بررسی تأثیر خشکی موضعی، کم‌آبیاری و آبیاری کامل منطقه ریشه گیاه فلفل نشان داده که وزن خشک ریشه در تیمار آبیاری کامل افزایش یافته اما تفاوت معنی‌داری با سایر روش‌ها در آن مشاهده نگردیده است (دورجی و همکاران، 2005). درگزارشی دیگر تأثیر خشکی موضعی ریشه بر گسترش ریشه گیاه کلزا نسبت به تیمار آبیاری کامل مورد بررسی

[1] *Capsicum annuum* L.

[2]-Partial rootzone drying

Archive of SID

www.SID.ir

قرار گرفته و مشخص شده که گسترش عرضی و عمقی در تیمار آبیاری کامل بیش از تیمار خشکی موضعی بوده است (سلطانی گردفرامرزی و همکاران، 1388). بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه آویشن حاکی از کاهش حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه در مقایسه با تیمار آبیاری کامل بوده است (بابایی و همکاران، 1389). در بررسی اثر آبیاری کامل، کم آبیاری و عدم انجام آبیاری بر گیاه نعناع فلفلی کاهش طول ریشه در شرایط تنش آبی را نشان داده است (آلکیر و همکاران، 1993). علاوه بر آن اعمال تنش شوری کلرید سدیم در گیاه فلفل موجب کاهش معنی‌دار رشد ریشه در تیمارهای شوری نسبت به تیمار شاهد گردیده است (نوح‌پیشه و منوچهری کلانتری، 1390). هر یک از شاخص‌های رشد گیاه از جمله ارتفاع بوته، طول ریشه، حجم ریشه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه در تنش آبیاری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نتایج تحقیقات حاصل از تأثیر تنش آبی در رشدگیاه فلفل، کاهش هر یک از پارامترهای فوق نسبت به حالت بدون تنش آبی را نشان داده است (بیز و همکاران، 1982، خان و همکاران، 2008). علاوه بر این محققین زیادی کاهش پارامترهای رشد گیاه فلفل را در اثر تنش آبی در تحقیقات خود گزارش کرده‌اند (ایوب، 1986، بیس و مشرفی، 1985، هدگ، 1989، اسمیتل و همکاران، 1994). تأثیر تنش خشکی بر محدود نمودن رشد ریشه در برخی گیاهان دیگر نظیر نعناع ژاپنی، گیاه بومادران و در گیاه ذرت نیز گزارش شده است(رشدی و کریمی، 1375، لباسچی و همکاران، 1383، میسرا و اسریواستاوا، 2000). در حالی‌که اعمال تنش خفیف در مراحل ابتدایی رشد گیاهان فلفل دلمه‌ای، خیار و کدو را موجب بهبود رشد و عملکرد این محصولات شد (صادقی و همکاران، 1390).

با توجه به این‌که تنش رطوبتی بیش از 20 درصد نیاز آبی گیاه، در شرایط خارج از گلخانه می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر روی شاخص‌های رشد گیاه فلفل ایجاد کند لذا کاهش آب مصرفی گیاه فلفل به‌عنوان راه حل صرفه‌جویی در هزینه و میزان کاربرد آب، نبایستی بیش از 20 درصد نیاز آبی گیاه منظور گردد (اوسو و اوندوه، 2011). لیکن تحقیقات زیادی روی تأثیر تنش آبی بر روی ریشه و اجزاء ریشه گیاه فلفل در شرایط کنترل شده گلخانه انجام نشده است. بنابراین این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش رطوبتی بر رشد ریشه و اجزای آن نظیر چگالی طول ریشه، سطح ریشه، حجم ریشه در فضای گلخانه‌ای طرح‌ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها:

گیاه مورد بررسی در این پژوهش فلفل سبز قلمی است که به تیره سیب‌زمینی تعلق دارد. گیاهان این تیره معمولاً به‌صورت درختچه‌هایی با برگ‌های منفرد هستند. نشاءهای 8 هفته‌ای حاصل از کاشت بذرهای فلفل در خزانه به گلدان‌هایی به قطر 45 سانتی‌متر و ارتفاع 55 سانتی‌متر حاوی خاک، کود حیوانی و شن به نسبت 3، 1 و 1 انتقال یافتند. گلدان‌ها در گلخانهٔ پژوهشی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی 50 درجه و 51 دقیقه شرقی و عرض 32 درجه و 20 دقیقه شمالی و دمای میانگین فصل رشد 14/6 تا 26/3 درجه سانتی‌گراد استقرار یافتند. در مجموع از 12 عدد گلدان در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار و 3 تکرار استفاده شد. تیمارهای آبی در چهار سطح شامل تیمار شاهد (FI) با 100 درصد نیاز آبی، 80 درصد نیاز آبی تیمارشاهد (DI80)،60 درصد نیاز آبی تیمار شاهد (DI60) و 40 درصد نیاز آبی تیمار شاهد (DI40) بودند. پس از پر کردن گلدان‌ها با محیط کشت جهت تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک از اطلاعات رطوبتی مربوط به 10 نقطه مکش 0، 10، 40، 70، 100، 300، 1000، 5000، 10000 و 15000 کیلو پاسکال حاصل از دستگاه صفحه فشاری و محفظه فشاری این خاک استفاده شد. ترسیم منحنی مشخصه رطوبتی خاک در محیط نرم‌افزار RETC تحت ویندوز صورت گرفت. از

Archive of SID

www.SID.ir

این منحنی برای برآورد رطوبت قابل دسترس خاک[1] (TAW) استفاده شد. خصوصیات دیگری از خاک مانند بافت خاک به‌روش هیدرومتری و جرم مخصوص ظاهری خاک به‌روش نمونه‌گیری با سیلندر فلزی تعیین شد. برخی ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری نظیر کلر، کلسیم، منیزیم، کربنات و بی‌کربنات از روش تیتراسیون، سولفات، فسفات، آمونیوم، نیتریت و نیترات با دستگاه اسپکتوفتومتری اندازه-گیری گردیدند. هم‌چنین سنجش اسیدیته آب با دستگاه pHمتر و قابلیت هدایت الکتریکی آب[2] (EC) با دستگاه پرتابل هدایت‌سنج انجام شد. گلدان‌ها پس از نشاءکاری، به-مقدار مساوی آبیاری شدند تا نشاءها در محل جدید مستقر گردند. زمان اعمال تیمارهای آبیاری پس از استقرار نشاءها (سه هفته پس از نشاءکاری) تا زمان برداشت محصول به مدت 64 روز بود. برای اعمال سطوح تنش خشکی از شاخص رطوبت خاک در تیمارهای تنش آبی نسبت به تیمار آبی شاهد استفاده شد. در این روش میزان رطوبت در لایه-های 5 سانتی‌متری ناحیه ریشه قبل از آبیاری با دستگاه رطوبت‌سنج مدل SM300 ساخت شرکت دلتاتی دویسز[3] کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. زمان آبیاری هر تیمار، تخلیه 30 درصد از کل رطوبت قابل دسترس گیاه در ناحیه ریشه براساس توصیه سازمان خواربار جهانی (فائو) برای گیاه فلفل قلمی بود (فائو، 2002). برای تعیین مقدار آب مورد نیاز گیاه در هر بار آبیاری میزان رطوبت گلدان‌ها در ظرفیت زراعی تعیین شد. با توجه به این‌که تأمین درصدی از نیاز آبی گیاه یکی از فاکتورهای آزمایش بود، لذا در هر نوبت آبیاری اختلاف محتوی رطوبتی حجمی خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی محاسبه و با لحاظ ضریب تخلیه، میزان آب لازم برای هر گلدان با توجه به عمق ریشه به‌دست آمد. پس از پایان تنش، آثار تنش رطوبتی بر صفات مورفولوژیک گیاه فلفل با اندازه‌گیری پارامترهای طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور قسمت هوایی نهال‌ها پس از اتمام فصل رشد، قطع و ریشه گیاه با پاره کردن جداره گلدان‌ها به‌صورت یک جا خارج شد. ریشه‌های هر گلدان پس از چندین بار شستشو از خاک جدا شدند. هر ریشه در داخل استوانه مدرج با میزان مشخص آب، گذاشته شد و از روی بالا آمدن آب، حجم ریشه بر حسب سانتی‌متر مکعب به-دست آمد. برای اندازه‌گیری وزن ریشه‌ها در حالت تر و خشک از روش توزین با ترازوی دیجیتالی دارای دقت 0/01 گرم استفاده شد. برای این منظور ریشه‌ها درون پاکت قرار گرفتند و وزن ریشه‌های تر به دست آمد. در گام بعدی پاکت‌ها با قرار گرفتن در درون آون با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت خشک شده و وزن ریشه‌های خشک به‌دست آمد. طول ریشه در واحد حجم خاک (چگالی طولی ریشه)، در هر یک از تیمارها، با نمونه‌گیری از3 لایه 17-0، 34-17 و 51-34 سانتی‌متر، سنجش شد و به‌کل گلدان لایه تعمیم داده شد. طول ریشه نیز بر حسب سانتی‌متر معادل 89 درصد وزن ریشه برحسب میلی‌گرم در هر تیمار گیاه فلفل تخمین زده شد (علیزاده، 1384). سطح ریشه‌های گیاه فلفل با استفاده از رابطه پیشنهادی اتکسیون[4] (معادله 1) برآورد گردید (علیزاده، 1384).

$$A = 2\,(V.\pi.L)^{0.5} \qquad (1)$$

که در آن: A سطح ریشه‌ها (cm^2)، V حجم ریشه‌ها (cc) و L طول ریشه‌ها (cm) می‌باشد .

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از نمونه‌برداری و اندازه-گیری صفات ذکر شده، توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد ($p< 0/05$) صورت گرفت. هم‌چنین رسم نمودارها و جداول در نرم‌افزار EXCEL انجام گردید.

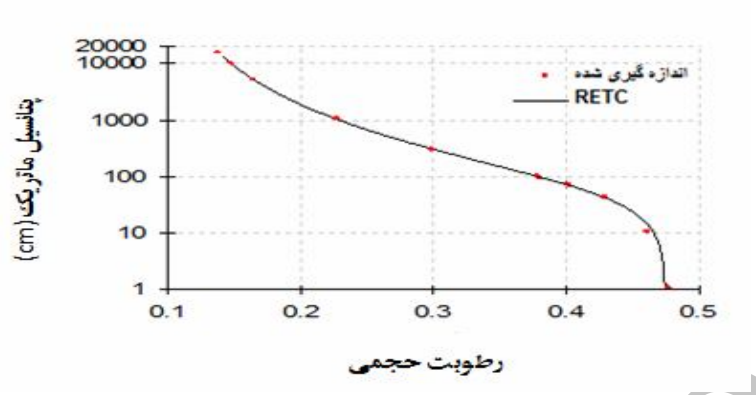
نتایج و بحث :

در شکل 1 منحنی مکش رطوبتی خاک به‌دست آمده با نرم افزار RETC و در جدول 1 نیز برخی خصوصیات فیزیکی خاک و خصوصیات شیمیایی آب آبیاری آمده است.

[1]-Total available water (TAW)
[2]- Electrical conductivity (EC)
[3]- Delta-T devices
[4]- Atkinson

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1- منحنی مشخصه رطوبت خاک

نتایج منحنی مکش رطوبتی خاک حاکی از آن است که رطوبت اشباع خاک در حدود 48 درصد است. هم-چنین شکل 1 نشان می‌دهد رطوبت حجمی خاک در مکش 33 کیلو پاسکال و مکش 1500 کیلو پاسکال به - ترتیب در حدود 30 و 14 درصد بود. بدین ترتیب میزان رطوبت قابل استفاده (TAW) خاک در حدود 16 درصد حجمی بود. همان‌گونه که جدول 1 نشان می‌دهد بافت خاک انتخاب شده برای کشت نهال‌های گیاه فلفل، لومی رسی بود که جهت رشد گیاه فلفل بافت مناسبی است (مبلی و پیراسته، 1377). نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری نیز نشان داد قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری 0/35 دسی زیمنس بر متر بود که طبق دیاگرام ویلکوکس در کلاس اول آب آبیاری قرار دارد و فاقد محدودیت کیفی است. ضمن آن‌که نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری از دیدگاه مقادیر کمی آنیون‌ها و کاتیون‌ها هم بیان‌گر مناسب بودن کیفیت آب آبیاری است. در مجموع کیفیت عناصر آب آبیاری در دامنه مقادیر توصیه شده برای کشت محصولات گلخانه‌ای بود (حیدری و همکاران، 1386).

جدول 1- خصوصیات فیزیکی خاک و شیمیایی آب آبیاری

خاک				آب آبیاری		
مشخصات	مقدار	واحد	مشخصات	مقدار	واحد
بافت خاک	لوم رسی	--	pH	7/93	--
سیلت و رس	59/3	درصد	EC	0/35	دسی‌زیمنس بر متر
شن	40/8		Ca^{2+}	51/30	
ظرفیت زراعی	30/14		Mg^{2+}	25/70	
رطوبت حجمی نقطه پژمردگی	13/93	درصد	NH_4^+	0/10	
اشباع	47/84		HCO_3^-	207	
			CO_3^{2-}	0	میلی‌گرم بر لیتر
			SO_4^{2-}	9/80	
جرم مخصوص ظاهری خاک	1/35	گرم بر سانتی‌متر مکعب	PO_4^-	0/16	
			Cl^-	12/50	
			NO_2^+	0/05	

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آبیاری بر صفات مورفولوژیکی بخش زیرزمینی گیاه فلفل سبز قلمی در جدول 2 گزارش شده است. جدول 2 نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آبیاری بر صفات وزن تر و وزن خشک ریشه، طول ریشه، حجم ریشه، سطح ریشه، نسبت سطح ریشه به وزن تر ریشه و سرعت رشد روزانه ریشه را نشان می‌دهد.

جدول 2- تجزیه واریانس صفات کمی ریشه گیاه فلفل قلمی در واحد گلدان

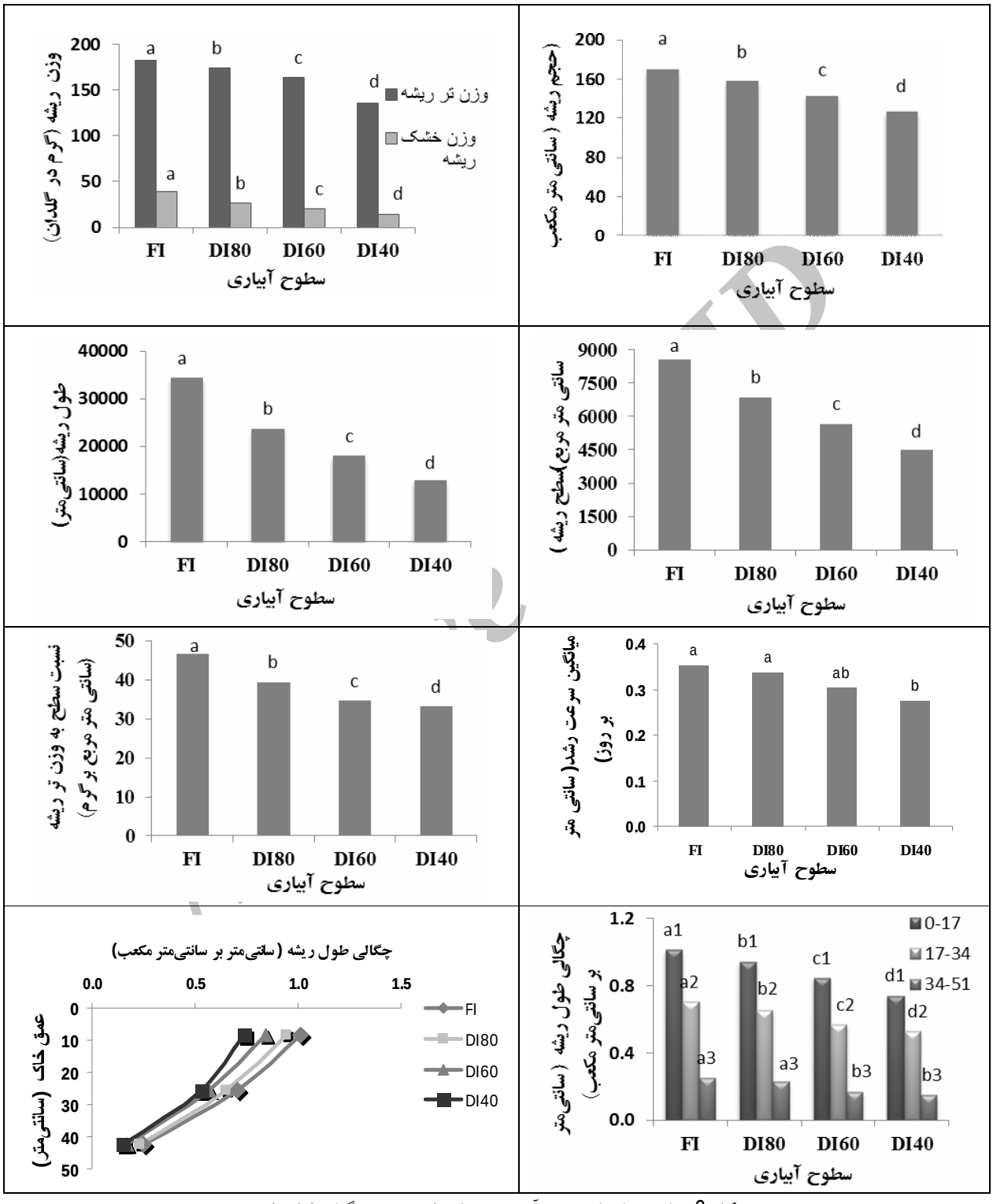
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن ریشه		طول ریشه	حجم ریشه	سطح ریشه	سطح به وزن تر ریشه	سرعت روزانه رشد ریشه
		تر	خشک					
		گرم در گلدان		سانتی‌متردر گلدان	سانتی‌متر مکعب در گلدان	سانتی‌متر مربع در گلدان	سانتی‌متر مربع به گرم در گلدان	سانتی متردرروز در گلدان
تیمار	3	1250**	322**	255059751*	1089*	8989787*	112*	0/0008
خطا	8	7/78	0/512	405826	5/19	14465	0/263	0/00021
ضریب تغییرات		1/69	2/86	2/86	1/52	1/87	1/33	3/53

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال 5 درصد و 1 درصد

مطابق جدول 2، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای سرعت رشد ریشه در سطح 5 درصد نسبت به تیمار شاهد داشت. بیشترین تفاوت معنی‌داری بین دو صفات وزن تر و خشک بودکه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار می‌باشند. همچنین جدول 2 نشان می‌دهد اگرچه بیشترین ضریب تغییرات به صفت سرعت روزانه رشد ریشه تعلق دارد ولی تاثیر این صفت در تیمارهای تحت تنش معنی‌دار نبود. این نتیجه نشان می‌دهد با اعمال تنش‌های آبی، گیاه برای دست‌یابی به منابع رطوبت سعی در حفظ سرعت رشد ریشه داشته است. به نظر می‌رسد با توجه‌به این‌که سایر صفات فیزیولوژیکی دارای تغییرات معنی دار بوده و انتظار است تغییرات سرعت رشد نیز معنی‌دار باشد، به نظر می‌رسد با بررسی سرعت نسبی رشد در مراحل مختلف رشد، این تغییرات مشهود باشد. برای بررسی آماری تأثیر صفات مربوط به ریشه، از مقدار آب آبیاری از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد استفاده و نتایج آن به تفکیک هر یک از صفات، در شکل2 نمایش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2 –اثر تیمارهای تنش آبی بر صفات کمی ریشه گیاه فلفل قلمی

www.SID.ir

شکل 2 براساس مقایسه میانگین‌های نتایج تیمارهای مختلف کم آبی (تنش آبی) تنظیم شده است. این شکل نشان می‌دهد که تمامی صفات مورد بررسی در گیاه فلفل سبز قلمی در تیمار آبیاری 40 درصد نیاز آبی، بیشترین کاهش را نسبت به تیمار آبیاری شاهد تجربه کرده‌اند. به‌عبارت دیگر با افزایش میزان آب آبیاری ویژگی‌هایی مانند وزن تر و خشک ریشه، سطح، حجم، طول ریشه و متوسط رشد روزانه ریشه افزایش یافتند و بیشترین مقدار این شاخص‌ها در تیمار 100 درصد نیاز آبی مشاهده گردید. در تغییرات نرخ رشد وزن ریشه که طی 140 روز اندازه‌گیری شد (شکل 2) تفاوت بین نرخ رشد وزن تر ریشه تحت تیمار تنش آبی با تیمار شاهد یا عدم تنش آبی معنی‌دار بود. به‌همین ترتیب تفاوت معنی-داری بین نرخ رشد وزن خشک ریشه تحت تیمار تنش آبی با تیمار شاهد وجود داشت. هم‌چنین بین وزن خشک و تر ریشه دو تیمار مشابه نیز تفاوت معنی‌دار بود. در هر دو حالت بیشترین وزن به تیمار شاهد (FI) و کمترین وزن به تیمار 40 درصد کمبود آب آبیاری یعنی DI40 تعلق داشت. علت اصلی این امر محتوی بیشتر آب ریشه در تیمار شاهد و محتوی رطوبتی کمتر در تیمارهای تحت تنش رطوبتی است. در این راستا محققان علت تفاوت وزن خشک و تر ریشه دو تیمار تحت تنش در گیاه گوجه فرنگی گلخانه‌ای را بیشتر بودن محتوی آب ریشه گزارش نموده‌اند (حقیقی، 1389). به‌عبارت دیگر کاهش میزان آب آبیاری و به‌دنبال آن کاهش محتوای آب باعث کاهش یکی از فاکتورهای رشد گیاه یعنی کاهش وزن ریشه و به-تبع حجم ریشه شده است. از آنجایی‌که کاهش محتوی آب خاک نشان‌دهنده اثر کاهش آب آبیاری بر پارامترهای مختلف ریشه است لذا کاهش وزن ریشه، حجم ریشه، سطح ریشه، و طول ریشه منطقی است. این به معنای آن است که ریشه گیاه فلفل در شرایط کم‌آبی نتوانسته، شرایط رشدی را مشابه تیمار شاهد فراهم سازد. کاهش رشد ممکن است به طور کلی به علت از دست رفتن اتساع سلولی و کاهش فعالیت میتوزی یا مهار طویل شدن سلول‌ها باشد (شاه و همکاران، 2009). اگر چه در گیاه فلفل مورد تحقیق مؤلفه‌های ریشه به طور کامل در تیمارهای 80، 60 و 40 درصد آب مورد نیاز تأمین نشده است اما نتایج نشان می‌دهد میزان کاهش هر یک از مؤلفه‌های ریشه به نسبت شدت کاهش نیاز آب نبوده است. به طوری‌که در تیمار 80 درصد نیاز آبی، وزن تر ریشه 4/7 درصد، وزن خشک ریشه 31 درصد، در تیمار 60 درصد نیاز آبی وزن تر و خشک ریشه به‌ترتیب 10/5 و 47/7 درصد و در تیمار 40 درصد نیاز آبی وزن تر 25/7 درصد و وزن خشک ریشه 62/5 درصد تیمار شاهد کاهش داشته است. در خصوص حجم ریشه و سطح ریشه نیز در تیمار 80 درصد نیاز آبی، 6/9 و 19/8 درصد تیمار شاهد، در تیمار 60 درصد نیاز آبی، 16/1 و 33/8 درصد و در تیمار 40 درصد نیاز آبی 25/8 و 47/3 درصد کاهش رخ داده است. برای پارامتر طول ریشه تغییرات کاهشی در تیمارهای آبی مشابه تغییرات کاهشی با پارامتر وزن خشک ریشه بود.

از طرفی شکل 2 نشان می‌دهد، اگرچه با اعمال تنش‌های آبی مقدار صفات ریشه کاهش می‌یابد، لیکن نتایج سه تیمار تنش آبی با یکدیگر متفاوت می‌باشد. به-طوری‌که در تیمار 80 درصد نیاز آبی، به ازای 20 درصد کاهش نیاز آبی، وزن تر ریشه 4/82 درصد، حجم ریشه 6/86 درصد، میانگن سرعت رشد ریشه 5/71 درصد و چگالی طول ریشه 6/93 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشته است اما در تیمار 60 درصد نیازآبی به ازای کاهش دو برابری نیاز آبی (40%)، کاهش وزن تر ریشه 10/66 درصد، حجم ریشه 16/1 درصد، میانگین سرعت رشد ریشه 14/28 درصد و چگالی طول ریشه 15/84 درصد بود که در کلیه صفات مورد بررسی بیش از دو برابر بوده است. این نتایج نشان می‌دهد در تیمار 60 درصد به ازای دوبرابر شدن کاهش نیاز آبی در مقایسه با تیمار 80 درصد، کاهش صفات ریشه بیش از دو برابر

Archive of SID

www.SID.ir

است. درخصوص تیمار 40 درصد نیز، به ازای سه برابر کاهش نیاز آبی، کاهش صفات ریشه بیش از سه برابر بود. بنابراین می‌توان اعمال تیمار 80 درصدی را نسبت به تیمارهای دیگر مناسب ارزیابی کرد.

در تأیید تأثیر متفاوت تنش آبی بر روی سیستم ریشه، بعد از پایان فصل رشد، همه ریشه‌ها در تیمارهای مختلف تنش آبی از خاک جدا و گسترش ظاهری آن‌ها مورد مشاهده قرار گرفت (شکل 3). مشاهدات نشان داد تیمارهایی که از تنش آبی کمتری برخوردار بودند دارای ریشه‌هایی بلندتر و متراکم‌تر بودند. به‌همین ترتیب تیمارهای برخوردار از تنش آبی بالاتر، ریشه‌هایی کوتاه‌تر با تراکم کمتر داشتند (شکل 3). گسترش سیستم ریشه از نظر طولی و عرضی می‌تواند بر جذب آب و مواد غذایی تأثیرگذار باشد. موارد مشابهی از متفاوت بودن گسترش سیستم ریشه برای گیاه کلزا در شرایط گلخانه‌ای گزارش شده است (صادقی و همکاران، 1390).

شکل 3- ریشه‌های آماده شده

بدین ترتیب می‌توان گفت گیاه فلفل واکنش‌های متفاوتی را بسته به‌مقدار تنش آبی برای صفات مورد مطالعه نشان داد که نتایج بدین ترتیب می‌توان گفت گیاه فلفل واکنش‌های متفاوتی را بسته به مقدار تنش آبی برای صفات مورد مطالعه نشان داد که نتایج حاصل با نتایج دیگرمحققین مطابقت داشت (بیس و همکاران، 1982، خان و همکاران، 2008، مارایس و ویرسما، 1975، اولیور و باربر، 1966). این محققان در آزمایش‌های خود به این نتیجه رسیدند که رطوبت موجود و کافی رشد ریشه را افزایش داده و با فاصله از مقدار بهینه رطوبت، رشد ریشه کاهش پیدا کرده و این کاهش بسته به مقدار تنش اعمال شده متفاوت بوده است. اندازه‌گیری‌های انجام شده نشان داد محتوی رطوبتی خاک بر پارامتر رشد روزانه تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول 2). به طوری‌که بیشترین سرعت رشد تیمار شاهد و کمترین سرعت رشد به تنش آبی 40 درصد تعلق داشت. اعمال تنش رطوبتی بر گیاه فلفل در یک زمان معین منجر به نفوذ ریشه در عمق کمتر و کاهش پارامتر سرعت متوسط رشد ریشه شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها طی مدت 140 روز نشان داد رشد متوسط ریشه در تیمار عدم تنش آبی (FI) و تیمارهای تنش آبی DI80،DI60 و DI40 تا عمق 50، 48، 43 و 39 سانتی‌متری به ترتیب، 0/35، 0/33، 0/3 و 0/27 سانتی‌متر در روز بود. اندازه‌گیری‌ها نشان داد نتایج این تحقیق با نتایج دیگر محققین مبنی بر کاهش میزان رشد عمقی ریشه‌ها تحت تنش رطوبتی و محدود شدن ریشه‌ها به لایه بالایی خاک در اثر کمبود آب مطابقت دارد(15). برای اطلاع از جزییات بیشتر نتایج مربوط به اثر تیمارهای آبیاری بر طول ریشه در واحد حجم خاک (چگالی طولی ریشه)گیاه فلفل سبز قلمی در جدول 3 گزارش شده است. جدول 3 نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای تنش آبی بر طول ریشه در واحد حجم خاک (چگالی طولی ریشه) در 3 عمق نمونه‌گیری را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول3- تجزیه واریانس چگالی طول ریشه در اعماق خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	چگالی طول لایه (سانتی‌متر)		
		0-17	17-34	34-51
تیمار	3	0/043*	0/0089*	0/0068*
خطا	8	0/0011	0/00021	0/00061
CV	-	3/87	2/86	12/52

*معنی‌دار در سطوح احتمال 5 درصد است.

همان‌گونه‌که از جدول 3 ملاحظه می‌گردد تنش آبی تأثیر معنی‌داری بر چگالی طول ریشه درعمق‌های مختلف توسعه ریشه گیاه فلفل در سطح 5 درصد داشت. برای بررسی آماری تأثیر چگالی طول ریشه درعمق‌های مختلف توسعه ریشه از تیمارهای تنش آبی از آزمون چند دامنه ای دانکن (LSR) در سطح 5 درصد استفاده و نتایج آن در شکل2 نمایش داده شد.

شکل 2 براساس مقایسه میانگین‌های نتایج تیمارهای مختلف تنش آبی تنظیم شده است که نشان‌دهنده بیشترین تراکم طولی ریشه در دو لایه بالایی خاک تیمار شاهد یعنی لایه‌های 17-0 و 34-17 سانتی‌متر و کمترین مقدار تراکم طولی ریشه مربوط به تیمار40 درصد نیازآبی بود. به‌همین ترتیب در لایه 51-34 سانتی‌متر نیز بیشترین مقدار تراکم طولی ریشه در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار 40 درصد نیاز آبی (DI40) مشاهده شد. دراین عمق بین چگالی طول ریشه در تیمار 40 و 60 درصد نیاز آبی، و بین تیمار شاهد و80 درصد نیاز آبی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل 2). علت کم بودن تراکم طولی ریشه در تیمارهای 60 و 40 درصد نیاز آبی، نفوذ کم ریشه در این عمق و علت زیادتر بودن تراکم طولی ریشه در تیمارهای شاهد و 80 درصد نیاز آبی، نفوذ زیادتر ریشه در این عمق‌ها می‌باشد. در تیمار شاهد و 80 درصد نیاز آبی، ریشه به ترتیب، 16 و 14سانتی‌متر و در تیمار 60 و 40 درصد نیاز آبی، ریشه به ترتیب 9 و 5 سانتی‌متر در لایه 51-34 سانتی‌متر نفوذ نموده بود. بررسی نتایج نشان داد که در همه تیمارها میزان چگالی طولی ریشه با افزایش عمق خاک کاهش داشت. به عبارت دیگر تراکم ریشه‌ها در لایه‌های سطحی خاک بیشتر از لایه‌های زیرین خاک بود. الگوی توزیع طولی ریشه در تیمارهای شاهد و DI80 نشان داد که در صورت وجود رطوبت مناسب و کافی، رشد ریشه افزایش و با فاصله گرفتن از مقدار بهینه آن، رشد ریشه کاهش می یابد. نتایج حاصله با نتایج دیگر محققین مطابقت دارد (رشدی و کریمی، 1375، علی‌یاری، 1389).

نتیجه گیری:

نتایج این تحقیق به‌صورت خلاصه به‌شرح زیر است:

1- میزان آب آبیاری بر روی وزن صفات مورد بررسی شامل وزن تر و وزن خشک ریشه، طول ریشه، حجم ریشه، سطح ریشه، نسبت سطح ریشه به‌وزن تر ریشه و چگالی طول ریشه معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین مقدار کمی صفات مورد مطالعه در تیمار آبیاری کامل (100 درصد نیاز آبی) و کم‌ترین مقدار در تیمار40 درصد نیاز آبی (DI40) به‌دست آمد. معنی‌دار بودن تفاوت در صفات گیاهان زراعی می‌تواند به علت تغییرات خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان باشد که به‌نوعی پاسخ گیاه نسبت به تنش خشکی است (صادقی و همکاران، 1390).

2- متوسط رشد روزانه ریشه در تیمار شاهد و80 درصد نیاز آبی به‌ترتیب، 0/35 و 0/33 و در تیمار60 و40 درصد نیاز آبی به‌ترتیب برابر با 0/3 و 0/27سانتی‌متر در روز بود که نقش رطوبت و تنش آبی را تایید می‌نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

3- در همه تیمارها میزان چگالی طولی ریشه نسبت به افزایش ضخامت لایه خاک کاهش یافت. به‌عبارت دیگر تراکم ریشه‌ها در لایه‌های سطحی خاک بیشتر و در لایه-های عمیق خاک کمتر بود.

فهرست منابع:

1. بابایی، ک.، امینی دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع.، و جباری، ر. 1389. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 26 (2): 239 – 251.
2. حقیقی، م. 1389. تأثیر خشکی موضعی منطقه ریشه (PRD) بر روابط آبی، رشد، عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی گوجه فرنگی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 1 (2): 9-17.
3. حیدری، ن.، خیرابی، ج.، علایی، م.، فرشی، ع.ا.، کاظمی، پ.، وزیری، ژ.، انتصاری م.ر.، دهقانی سانیج، ح.، سادات میری، م.ح.، و میرلطیفی، م. 1386. کارآیی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای. ناشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. 180 صفحه
4. خلیلی‌راد، ر.، میرنیا، س.خ.، و بهرامی، ح. 1389. تأثیرمقادیرآب خاک بر توسعه ریشه ذرت. نشریه آب و خاک، جلد24، شماره سوم: 564-557.
5. رشدی، م.، و کریمی م. 1375. تراکم طولی و وزن مخصوص ریشه آفتابگردان در سطوح مختلف آبیاری و کود ازته سرک. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. صفحه 140.
6. سپاسخواه، ع.، توکلی، ع.، و موسوی، س.ف. 1385. اصول و کاربرد کم‌آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره 100. ص. 288.
7. سلطانی گردفرامرزی، س.، موسوی، س.ف.، و مصطفی‌زاده فرد، ب. 1388. اثر خشک کردن ناحیه ای محیط ریشه (PRD) بر میزان عناصر غذایی، ماده خشک، شاخص برداشت و توزیع سیستم ریشه در کلزا (*Brassica napus* L.)، رقم زرفام تحت شرایط گلخانه‌ای. 3(1):89-81.
8. صادقی، م.، احمدیان، ا.، بهمنی، ح.، و گلپایگان، ا. 1390. اثر تنش خشکی بر روی خصوصیات مورفولوژیکی در گیاهچه خیار- فلفل دلمه‌ای و کدو پس از عملیات کاشت در زمین اصلی. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایه.
9. علیزاده، ا. 1384. رابطه آب و خاک و گیاه (چاپ پنجم). انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). 222 صفحه.
10. علی‌یاری، ح. 1389.تاثیر تنش آبی بر الگوی توزیع ریشه در خاک و جذب آب توسط گیاه لوبیا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهرکرد.
11. لباسچی، م.، و شریفی عاشورآبادی ح. 1383. شاخص‌های رشد بدنی گونه‌های مختلف گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 20 (3): 249-261.
12. مبلی، م.، و پیراسته، ب. 1377. تولید سبزی. چاپ دوم. صفحه. 877 .
13. نوح‌پیشه، ز.، و منوچهری کلانتری، خ. 1390. اثرات کاربرد متقابل اسپرمیدین و تنش شوری در گیاه فلفل. مجله زیست شناسی ایران. 24 (6): 848 – 857.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Alkire, B.H., J.E. Simon, D. Palevitch, and E. Putievsky. 1993. Water management for Midwestern peppermint (MenthapiperitaL.) growing in highly organic soil. Indiana, USA. Acta Horticulture, 344: 544-556.
15. Asseng, S., J. T. Ritchie, A. J. M. Smucker and M. J. Robertson.1998. Root growth and water uptake during water deficit and recovering in wheat. Plant and Soil, 201: 265–273.
16. Ayob, K. 1986. Effect of available soil moisture on the yield of chilli *(Capsicum annuum). Technology Sayur Sayuran*, 2: 57-59.
17. Beese, F., R. Horton and P.J. Wierenga. 1982. Growth and yield response of chilli pepper to trickle irrigation. *Agron. J.*, 74: 556-561.
18. Beese, F. and N. Moshrefi. 1985. Physiological reaction of chilli pepper to water and salt stress. *Dripper Trickle Irrigation in Acton.* 2: 646-651.
19. Chartzoulakis, K., and N. Drosos. 1998. Irrigation requirements of greenhouse. Cahiers Options Mediterraneennes. 31: 215 – 221.
20. Dorji, K., Behboudian, M.H. and Zegbe-Dominguez, J.A. 2005. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial root zone drying, Sci. Hortic., 104: 137-149.
21. FAO. 2002. Crop evapo-transpiration No. 56, Crop Evapo-transpiration, Available online at: http:// www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm.
22. .Hedge, D.M. 1989. Effect of soil moisture and nitrogen on plant water relations, mineral composition and productivity of bell pepper (Capsicum annuum). Indian J. Agron., 34(1):30-34.
23. Khan, M.A.I., A.M. Farooque, M.A. Haque, M.A. Rahim, and M.A. Hoque. 2008. Effects of water stress at various growth stages on the physio-morphological characters and yield in chilli. Bangladesh J. Agri., 33: 353-362.
24. Laboski, C. A. M., R. H. Dowdy, R. R. Allmars, and J. A. Lamb. 1998. Soil strength and water content influences on corn root distribution in a sandy soil. Plant and Soil, 203: 239-247.
25. Marais, J. N. and D. Wiersma. 1975. Phosphorous uptake by soybean as influenced by moisture stress in thefertilized zone.Agron. J., 67: 777–781.
26. Martin, J. H., W. H. Leonard and D.C. Stamp. 1976. Principles of field crops production.3rd ed., Macmillan, NewYork.
27. .Mengel, D.1983.Roots, growth and nutrient uptake. Department of Agronomy publication.Agry-95-08 (Rev.May-95).
28. Misra, A. and N.k. Srivastava. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7: 51-58.
29. Oliver, S. and S. A. Barber .1966. An evaluation of the mechanisms governing the supply of Ca and Na to soybean roots. Soil Sci. Soc. A. J., 30: 82–84.
30. Owusu-Sekyere, J. D. and j. Andoh. 2011. Assessment of deficit irrigation on the growth and yield of some vegetable crops.Department of Agricultural Engineering, University of Cape Coast, Ghana.
31. Pandey, R.K., J.W. Maranville, and A. Admou. 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. European Journal of Agronomy, 15: 93-105.
32. Russel, R. Scott. 1977. Plant root systems (the function and interaction with the soil), Mcgraw-Hill, NewYork, London, 298 p
33. .Shah, F.R., N. Ahmad, K.R. Masood and D.M. Zahid. 2008. The influence of cadmium and chromium on the biomass production of shisham (*Dalbergia sissoo* roxb.) seedlings. Pak. J. Bot., 40(4): 1341-1348.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Smittle, D.A., W.L. Dickens and JR. Stansell. 1994. Irrigation regimes affect field and water use by bell papper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119(5): 936-939.

Archive of SID

www.SID.ir