نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸ ، ص. ۵۱-۴۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 41-51
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر استفاده از زئولیت خام و زئولیت غنی شده با NH_4 بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی در شرایط کاهش نیتروژن و کشت بدون خاک

آزاده اسفندیاری[1*] - تکتم سادات تقوی[2] - مصباح بابالار[3] - مجتبی دلشاد[4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۵

چکیده

به منظور مطالعه اثر بستر زئولیت در مقایسه با پرلیت بر عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Beril) در کشت هیدروپونیک، بسترهای متفاوت پرلیت، مخلوط حجمی زئولیت غنی شده با آمونیوم به همراه پرلیت و زئولیت خام و پرلیت ($۹۰v_p$ / $۱۰v_z$) به صورت کرت خرد شده و طرح بلوک کاملا تصادفی با دو محلول غذایی (محلول غذایی با فرمول کامل و محلول غذایی با ۳۰٪ کاهش نیتروژن) مورد بررسی قرار گرفتند. در طول دوره رشد صفات کمی و کیفی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند و مشخص شد که وزن میوه ها، طول آنها و درصد اسیدیته با کاهش نیتروژن در محلول غذایی کاهش یافت؛ میوه‌های ریز (زیر ۷۰ گرم) با کاهش نیتروژن افزایش پیدا کرد و عملکرد میوه‌ها تحت تأثیر محلول قرار نگرفت. بستر بر عملکرد میوه ها، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، تولید میوه‌های متوسط (۷۰-۱۰۰ گرم) تأثیر معنی دار داشت و بیشترین مقدار این صفات در بستر زئولیت غنی شده و پرلیت بدست آمد. اثر متقابل محلول ضعیف شده و بستر زئولیت شارژ شده، باعث کاهش وزن میوه، درصد ماده خشک میوه و درصد ویتامین ث شد. در مورد میزان مواد جامد قابل حل، سفتی و چگالی میوه‌ها تفاوت معنی داری در بین تیمارها دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: هیدروپونیک، بستر کشت، زئولیت، نیتروژن

مقدمه

در سیستم‌های کشت بدون خاک یا هیدروپونیک[5] گیاهان در محیطی به غیر از خاک، به منظور رسیدن به حداکثر تراکم کشت، بهبود عملکرد و کاهش آلودگی‌های خاک زاد و مشکلات جذب عناصر، مورد کشت و کار قرار می‌گیرند (۱۳). از فاکتورهای موثر در موفقیت کشت بدون خاک می‌توان به نوع بستر اشاره نمود که می‌تواند دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی باشد(۱۳). با توجه به اینکه گوجه فرنگی یک گیاه پر مصرف از لحاظ مواد غذایی است و اینکه در بسترهای متفاوت امکان کشت دارد، انتخاب یک بستر مناسب برای کشت آن موضوع تحقیقات بسیاری می‌باشد. بستر مناسب کشت باید توانایی در اختیار قرار دادن هوای کافی برای ریشه را داشته باشد و ضمن داشتن ظرفیت نگهداری آب مناسب، بتواند به سهولت و به نحوی مطلوب آب را تخلیه کند (۳۰). زئولیت‌ها کانی‌هایی طبیعی و آلومینو سیلیکاته با بار منفی هستند. مهمترین ویژگی زئولیت ظرفیت تبادل کاتیونی آن می‌باشد (۳۰۰-۱۰۰ meq/۱۰۰ g). این تبادل به طور عمده با آمونیوم و پتاسیم محیط انجام می‌گیرد و بار منفی ساختار با کاتیون‌های محیط خنثی می‌گردد (۱۴،۷و۲۸). علاوه بر ظرفیت تبادل کاتیونی، زئولیت قدرت مکانیکی بالا در برابر سایش و خرد شدگی دارد؛ همچنین دارای تخلخل بالا برای انتشار گاز و ورود و خروج مایعات به خصوص آب می‌باشد و به اندازه کافی نرم هست که با خرد شدن به اندازه دلخواه در بیاید. علاوه بر این که سمی نیست و باعث آلودگی محیط زیست نمی شود (۵ و۳۳)، کانی طبیعی و ارزان قیمت است (۵ و ۱۶) که در تغییرات pH ساختار خود را حفظ می‌کند، همچنین به نظر می‌رسد به دلیل خاصیت تبادل کاتیونی، زئولیت میتواند عناصر غذایی به خصوص آمونیوم و پتاسیم را به صورت مخزنی در کانال‌های ساختاری خود نگه داشته و به تدریج در اختیار گیاه قرار دهند (۶ و ۲۹). گول و

۱، ۲، ۳ و ۴ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم باغبانی و گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(* - نویسنده مسئول: Email: esfandiariazadeh@gmail.com)

5-Hydroponic

همکاران اثر نسبت‌های متفاوت پرلیت و زئولیت خام را در بستر هیدروپونیک کاهو مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که وزن تولیدی کاهو در بستر زئولیت بیشتر از پرلیت بود و با افزایش نسبت زئولیت در بستر کشت، افزایش بیشتری یافت. این محققین افزایش وزن را به افزایش جذب و کاهش مقدار آبشویی عناصر در اثر وجود زئولیت نسبت دادند (۱۰). لوین و همکاران برای رشد گیاه در پروژه‌های فضایی از بستر زئولیت برای گیاه گندم استفاده کردند، به طوریکه زئولیت با عناصر ضروری برای رشد گیاه غنی شده بود و در طی رشد فقط آب دیونیزه شده به گیاه داده می‌شد. نتایج نشان داد که گندم هایی که در بستر زئولیت رشد کرده بودند نسبت به بستر پیت و ورمی کولایت دوره رشد رویشی طولانی تری داشتند که منجر به تولید مداوم پنجه‌های جدید شد (۱۷). مارکوویک و همکاران هشت بستر متفاوت را برای بررسی تاثیر زئولیت بر عملکرد فلفل و گوجه فرنگی آزمایش کردند. بسترها شامل دو نوع پیت، کمپوست، مخلوطی از کمپوست و پیت و مخلوطی از کمپوست و زئولیت غنی شده با آمونیوم و کلسیم بودند. نتایج نشان دادند که بالاترین کیفیت دانهال با استفاده از مخلوط بسترهایی مثل پیت و کمپوست به نسبت (۳ :۲) و پیت و زئولیت غنی شده به نسبت (۳ : ۱) بدست آمد (۳۰). کلینوپتیلولیت[1] فراوان ترین نوع زئولیت طبیعی می‌باشد و از لحاظ فراوانی ذخایر کلینوپتیلولیت در ایران در جایگاه دوم بعد از آهن قرار می‌گیرند (۲) و با توجه به این ویژگی‌ها به نظر می‌رسد زئولیت پتانسیل خوبی برای استفاده در بستر کشت در بر داشته باشد؛ بنابراین در این تحقیق اثر کلینوپتیلولیت خام نسبت به پرلیت و اثر استفاده از کلینوپتیلولیت غنی شده با آمونیوم به عنوان کود کند رها کننده[2] به جای بخشی از نیتروژن محلول غذایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش کرت خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل دو نوع محلول غذایی و سه بستر کشت در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران از تاریخ ۱۳۸۵/۶/۳۱تا ۱۳۸۶/۲/۶ انجام شد. محلول‌های غذایی در کرت اصلی و بسترهای کاشت در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. آزمایش در ۳ تکرار انجام شد و هر تکرار شامل ۵ بوته گوجه فرنگی بود و در مجموع ۹۰ گیاه (۵×۳×۳×۲) مورد آزمایش قرار گرفت. تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

محلول‌های غذایی

در جدول شماره ۱ فرمول غذایی کامل برای گوجه فرنگی که در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت، دیده می‌شود(۱). محلول غذایی دوم استفاده شده در تحقیق با کاهش نیتروژن به میزان ۳۰٪ بدست آمد. کاهش نیتروژن از نمک نیترات کلسیم انجام گرفت و برای جبران کمبود کلسیم، از کلرید کلسیم استفاده گردید. pH هر دو محلول در محدوده ۶٫±۰/۲ و EC آنهادرحد ۳ دسی زیمنس بر متر تنظیم شد.

بسترهای کشت

برای تهیه بستر اول زئولیت تهیه شده از معدن میانه بعد از غنی شدن با آمونیوم (۳۷/۲ میلی گرم آمونیوم در هر گرم زئولیت) به میزان ده درصد حجمی با پرلیت مخلوط گردید. به منظور غنی سازی، زئولیت به مدت ۴ ساعت در تماس با محلول سولفات آمونیوم ۲ مولار تکان داده شد. سپس از محلول سولفات آمونیوم نمونه برداری شده و با استفاده از دستگاه کجلدال میزان آمونیوم آن محاسبه گردید (۳۴). سپس از تفاضل مقدار اولیه و ثانویه آمونیوم در محلول، مقدار جذب شده آن توسط زئولیت محاسبه گردید (ده درصد از زئولیت غنی شده با آمونیوم دارای نیتروژنی معادل ۳۰٪ مقدار مورد نیاز برای ۶ ماه کشت گوجه فرنگی می‌باشد) (۳۱). در بستر دوم زئولیت خام از معدن مذکور به نسبت حجمی ۱۰ درصد با پرلیت مخلوط شد. در بستر سوم از پرلیت خالص استفاده گردید. بسترهای تهیه شده در گلدان‌های ۶ لیتری ریخته شدند. نوع زئولیت استفاده شده در بستر به وسیله سازمان زمین شناسی کشور کلینوپتیلولیت تشخیص داده شد و اندازه ذرات آن ۰/۵ –۱/۷ میلی‌متر بود. نشاهای گوجه فرنگی گلخانه ای رقم beril که در پرلیت در تاریخ ۸۶/۶/۳۱ بذر کاری شده بودند، در تاریخ ۸۶/۸/۶ به گلدان‌های اصلی منتقل شدند. میانگین دمای روز ۲۷±۲ و میانگین دمای شب ۲±۱۷ در نظر گرفته شد. برای محلول دهی گلدان‌ها از پمپ‌ها و قطره چکان‌های مناسب استفاده گردید و دور آبیاری با توجه به دما و مرحله رشد گیاه در طول دوره پرورش (۶ ماه) تنظیم گردید تا همواره رطوبت کافی و مقداری زهکش اضافه وجود داشته باشد. تعداد دفعات آبیاری از ۷ بار در روز شروع شده و در روزهای گرم و در زمان رشد گیاه به ۱۴ بار در روز نیز رسید. بوته‌ها به صورت تک ساقه تربیت شدند و کلیه ساقه‌ها ی فرعی به محض ظهور حذف می‌شدند (۹). گرده افشانی گیاهان به صورت دستی و از طریق ایجاد لرزش در سیستم‌های نگهدارنده (۲ بار در روز) انجام گرفت. سایر عملیات داشت همانند مبارزه با آفات و بیماری‌ها در مواقع لزوم انجام شد.

1 -Clinoptilolite

2 - Slow Release Fertilizer

(جدول ۱)- غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در محلول غذایی (۱)

عناصرغذایی(mmol/L)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
محلول غذا یی کامل (+N)	۱۶/۳۵	۱/۵	٦/٤٦	٦	۳/٦٤	۳/٦۵	۰
محلول غذایی ضعیف شده(-N)	۱۰/۲۳	۱/۵	٦/٤٦	٦	۳/٦٤	۳/٦۵	۱/۱٦

عناصرغذایی(mg/L)	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B
محلول غذایی کامل و ضعیف شده	۰	۱/۵٤	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۱

(جدول۲)- تجزیه واریانس فاکتورهای کمی میوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن میوه (g)	عملکرد (g)	طول میوه (mm)	عرض میوه (mm)
تکرار	۲	۱۹/۹ns	۲۵۸۰۱/۳ns	۰/۷۳ns	۳/۷ ns
محلول غذایی	۱	۵۲۲/ ۱۸**	۱۰۹۳۸۶۸۴/۵۸ns	۷/۵۴*	۳/۹۳ns
خطای کرت اصلی	۲	۴/۳۴	۱۳۰۸۹۴۳	۰/۲۶	۱/۷۹
بستر کشت	۲	۹۳/۰۳**	۵۰۶۲۹۶۷/۹۹ **	۰/۳۰ sn	۱/۱۹۵ns
محلول غذایی × بستر کشت	۲	۳۲/۳۷*	۱۱۶۵۲۱۷ns	۰/۰۱۵ns	۰/۵۳ns
خطای باقی مانده	۸	۳/۸۴	۴۰۱۵۲۰/۲	۳/۸۴	۰/۹۹
CV	-	۲/۵۸	۹/۶۳	۱/۴۳	۲/۵۸

ns=غیر معنی دار، ** و* به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار می‌باشند

(جدول ۳)- تجزیه واریانس فاکتورهای کمی میوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		میوه کوچک(٪)	میوه متوسط (٪)	میوه بزرگ (٪)
تکرار	۲	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۱ns
محلول غذایی	۱	۰/۰۵*	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۳ns
خطای کرت اصلی	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳
بستر کشت	۲	۰/۰۴۲*	۰/۰۶*	۰/۰۰۲ns
محلول غذایی × بستر کشت	۲	۰/۰۱*	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱ns
خطای باقی مانده	۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
CV	-	۱۶/۲۳	۱۶/۴۱	۲۵/۳

ns=غیر معنی دار، ** و* به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار می‌باشند

اندازه گیری صفات کمی

به منظور اندازه گیری عملکرد هر بوته، میوه‌ها در مرحله قرمز کامل به طور مرتب برداشت و تک تک توزین شدند و طول و عرض هر یک به وسیله کولیس ورنیه اندازه گیری شد، سپس کل تولید میوه هر بوته، متوسط وزن میوه‌های هر بوته و متوسط طول و قطر میوه‌ها محاسبه گردید. تعداد میوه و تعداد خوشه در هر بوته مورد شمارش قرار گرفت و به منظور بررسی اثر تیمارها بر وزن میوه، میوه‌ها به سه محدوده وزنی ۱) کمتر از۷۰ گرم، ۲)بین۷۰-۱۰۰گرم و ۳) بیشتر از۱۰۰گرم، دسته بندی شده و در صد آنها در کل تولید محاسبه گردید.

صفات کیفی

صفات کیفی میوه های برداشت شده سه بار و به فاصله ۲ ماه در طول دوره برداشت و به شرح زیر ارزیابی گردید. سپس میانگین آنها مورد تجزیه آماری قرار گرفت:

رنگ سنجی میوه‌ها به وسیله دستگاه رنگ سنج (Minolta, Ransey corp. NY) در دو نقطه انجام شد و فاکتورهای a* وb* و L* بدست آمد، محاسبه زاویه هیو و کروما با استفاده از a وb انجام گرفت (۱۹)، اندازه گیری حجم به روش مستقیم غوطه ور کردن در آب به منظور محاسبه چگالی، سفتی میوه‌ها به وسیله فشار سنج (با قطر پروب ۰/۸ میلی متر) و وارد کردن آن تا مرز مشخص داخل گوشت میوه در دو نقطه (۲۶)، اندازه گیری مواد جامد قابل حل میوه با رفرکتومتر دستی مدل ATAGO(Brix=0-32%)، ویتامین ث (به روش تیتراسیون با ید و یدور پتاسیم) (۳)، درصد اسیدیته قابل تیتراسیون (به روش تیتر با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال برای رسیدن به pH= ۸/۱) (۳) و درصد ماده خشک میوه‌ها (آون ۶۰°C برای مدت ۷۲ ساعت) صورت گرفت.

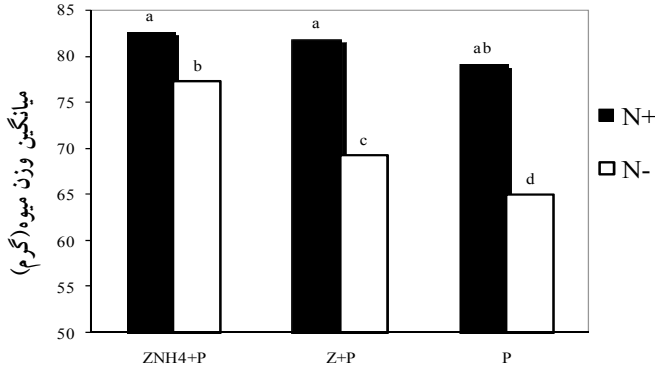
نتایج و بحث

میانگین وزن میوه: در جدول تجزیه واریانس ۲ و جدول مقایسه میانگین ۴ اثر تیمارهای مختلف بر صفات کمی میوه‌ها در طول دوره برداشت مشاهده می‌شود. همانطور که نشان داده شده، نوع محلول بر وزن میوه در سطح ۵٪ تأثیر معنی دار داشته است و با افزایش نیتروژن وزن میوه‌ها بیشتر شده؛ همچنین بین محیط‌های کشت مختلف نیز اختلاف معنی دار دیده می‌شود و بیشترین وزن در بستر دارای زئولیت شارژ شده و بعد از آن در بستر دارای زئولیت خام قرار می‌گیرد و کمترین وزن در بستر پرلیت وجود دارد. در اثر متقابل محلول و بستر (نمودار۱) دیده می‌شود که با کاربرد محلول غذایی کامل هیچ تفاوت معنی داری در بین بسترها دیده نمی شود؛ در حالیکه با کاربرد محلول ضعیف شده نه تنها وزن میوه‌ها کاهش داشته است، بلکه بسترهای مختلف عکس العمل متفاوتی نشان داده اند؛ به طوریکه بستر اول (زئولیت غنی شده و پرلیت) دارای بیشترین وزن میوه و بستر پرلیت دارای کمترین وزن میوه بوده است. همچنین بین بستر دارای زئولیت شارژ شده با محلول غذایی ضعیف شده و بستر پرلیت با محلول غذایی کامل اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود که نشان دهنده واکنش خوب بستر اول با محلول ضعیف شده می‌باشد.

(جدول ٤)- مقایسه میانگین اثر تیمارهای اعمال شده بروزن و اندازه میوه گوجه فرنگی رقم Beril

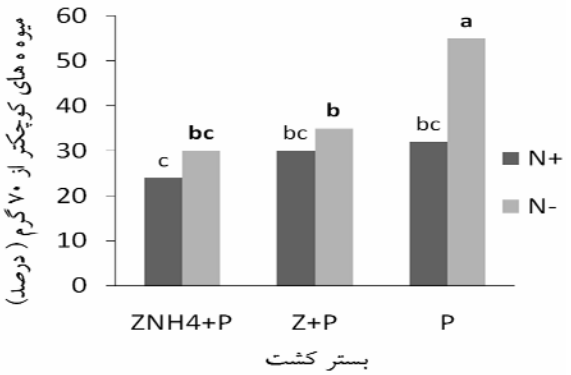
تیمار	وزن (گرم)	میوه<۷۰گرم (٪)	۱۰۰>میوه>۷۰ (٪)	میوه>۱۰۰گرم (٪)	طول (میلیمتر)	قطر (میلیمتر)
اثرمحلول غذایی						
محلول غذایی کامل	۸۱/۲۶a*	۰/۲۸b	۰/۵۴a	۰/۱۰a	۴۳/۱۸a	۵۴/۲۶a
محلول غذایی ضعیف شده	۷۰/۴۹b	۰/۳۹a	۰/۵۳a	۰/۰۸a	۴۱/۸۸b	۵۳/۹۵a
اثر بستر کشت						
زئولیت غنی شده+پرلیت	۷۹/۹۶a	۰/۲۷b	۰/۶۱a	۰/۱۱a	۴۲/۷۰a	۵۴/۲۶a
زئولیت خام و پرلیت	۷۵/۵۷b	۰/۳۲b	۰/۶۱a	۰/۰۹۱a	۴۲/۶۱a	۵۳/۹۵a
پرلیت	۷۲/۱۰C	۰/۴۳a	۰/۴۲b	۰/۰۷a	۴۲/۲۸a	۵۳/۳۸a

*- در هر ستون علائم متفاوت نشانه معنی دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد



(شکل۱)- اثر متقابل محلول و بستر بر متوسط وزن میوه

+N = محلول غذائی کامل ، _N= محلول غذائی با کاهش نیتروژن، P= پرلیت، Z+P= زئولیت خام و پرلیت، ZNH4+P= زئولیت غنی شده با آمونیوم و پرلیت



(شکل۲)- اثر متقابل محلول و بستر بر ایجاد میوه‌های زیر ۷۰ گرم

+N= محلول غذائی کامل ، -N= محلول غذائی با کاهش نیتروژن، P= پرلیت، Z+P= زئولیت خام و پرلیت، ZNH4+P= زئولیت غنی شده با آمونیوم و پرلیت

ساواز و همکاران (۲۷) قدرت تبادل کاتیون بالای زئولیت و قدرت بافری این بستر در حفظ آب و pH بستررا دلیل ایجاد میوه‌های با وزن بالاتر در بستر دارای زئولیت نسبت به پرلیت دانستند. لی (۱۸) معتقدند که اگر مدتی در طول دوره رشد گیاه منبع خارجی نیتروژن به طور کامل حذف گردد، نیتروژن در همه ارگان‌ها کاهش می‌یابد. لی بوت و همکاران (۱۵) با تأکید بر این نکته نشان دادند که بیشترین اثر کمبود نیتروژن در ارگان‌های با رشد بالا اتفاق می‌افتد و در نتیجه آن رشد برگ‌های جوان و بیومس خشک گیاه کاهش می‌یابد. میوه‌ها به طور طبیعی کمترین درصد نیتروژن را در خود دارند، اما دارای بیشترین مقدار زی توده هستند که آنها را به سینک اصلی نیتروژن تبدیل می سازد. میلارد و همکاران نشان دادند چون میوه‌ها ترکیب اصلی بیومس خشک گیاه را تشکیل می‌دهند، کاهش زی توده خشک گیاه در زمان کمبود نیتروژن مربوط به میوه‌ها است(۲۳). به نظر می‌رسد به همین دلیل گیاهانی که با محلول غذایی با کاهش نیتروژن تغذیه شده‌اند دارای میوه هایی با وزن کمتر می‌باشند که این کمبود در بستری که دارای زئولیت غنی شده بوده است به واسطه آزاد سازی آمونیوم جبران گشته و وزن میوه‌های این بستر با وزن میوه‌هایی که در محلول غذایی کامل و بستر پرلیت رشد کرده اند، تفاوت معنی دار نشان نمی‌دهد. در طول دوره برداشت، تعداد میوه هایی که وزن کمتر از ۷۰ گرم داشتند مورد شمارش قرار گرفته، و درصد آن محاسبه گردید. جدول تجزیه واریانس ۲ و مقایسه میانگین ۳ نشان می‌دهد که این فاکتور به طور معنی داری تحت تأثیر نوع بستر کشت، نوع محلول غذایی و اثر متقابل این دو قرار گرفته است. طبق نتایج، درصد میوه‌های ریز ایجاد شده در گیاهانی که محلول غذایی آنها از نظر نیتروژن کمبود داشته به ۳۹ درصد می‌رسد، در حالیکه ۲۸ درصد در محلول کامل می‌باشد، در واقع کاهش نیتروژن در ایجاد میوه‌های کمتر از ۷۰ گرم موثر بوده است و با کاهش نیتروژن این درصد به طور معنی دار افزایش می‌یابد. بسترهای دارای زئولیت، در طول دوره میوه‌های ریز کمتری نسبت به بستر پرلیت تولید کردند. همچنین اثر متقابل بستر در محلول غذایی(نمودار ۲) به خوبی نشان می‌دهد که بستر دارای محلول غذایی کامل دارای تعداد میوه ریز کمتری بوده اند. همچنین بستر هایی که با محلول غذایی ضعیف شده تغذیه شده اند، اگر با زئولیت همراه باشند، تفاوت معنی دار با بسترهای دارای نیتروژن کامل نشان نمی دهند. این در حالی است که بسترهای دارای

پرلیت با تغذیه محلول کاهش یافته نیتروژنی، بیشترین درصد میوه‌های ریز را تولید نموده است. از لحاظ تولید میوه‌های متوسط (۷۰g–۱۰۰)، محلول غذایی تأثیر معنی داری بر این صفت نداشت. بستر پرلیت دارای میوه‌های متوسط کمتری نسبت به بسترهای دارای زئولیت بود و تولید میوه‌های درشت (>۱۰۰g) تأثیری از تیمارهای اعمال شده نگرفت.

لی بوت و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که در میوه‌های کوچک و متوسط درصد نیتروژن نسبت به میوه‌های بزرگ کمتر می‌باشد و در طول دوره رشد درصد نیتروژن میوه کاهش پیدا می‌کند، چون محتوای نیتروژن ثابت باقی می‌ماند ولی وزن خشک در حال افزایش است .در زمان کاهش نیتروژن، درصد نیتروژن در کلیه اندام‌ها کاهش پیدا می‌کند و ذخیره کمتری هم در اختیار میوه قرار می‌گیرد در نتیجه رشد میوه کمتر می‌شود. دجیدید و همکاران (۸) در استفاده از ۵ نوع بستر مختلف، بهترین اندازه میوه را در مخلوط پرلیت و زئولیت به نسبت ۲:۱ بدست آوردند؛ همچنین یمری و همکاران (۳۵) ذکر کردند که با استفاده از کودهای کند رها کننده، میوه های بزرگتری به دست خواهد آمد.

طول و قطر میوه: تیمار غذایی از لحاظ طول باعث تغییر اندازه میوه شده است (جدول۴). ولی در قطر میوه‌ها اثری نداشته است. گیاهانی که محلول غذایی کامل دریافت کرده اند نسبت به گیاهانی که نیتروژن کمتری در محلول غذایی خود داشته اند، دارای طول میوه بیشتری می‌باشند، این تفاوت از نوع محلول غذایی ناشی شده و طول میوه در بسترهای مختلف تفاوت معنی دار نداشته است و اثر متقابل بستر و محلول نیز برای این صفت معنی دار نبوده است (جدول ۲).

عملکرد: در جدول مقایسه میانگین ۵ و تجزیه واریانس۲ دیده می‌شود که نوع محلول غذایی بر عملکرد کل بو ته‌ها معنی دار نبوده است. (اگر چه میزان عملکرد در گیاهانی که محلول غذایی کامل دریافت کرده اند ۲۱/۱۸ ٪ بیشتر از گیاهانی است که محلول غذایی با نیتروژن کاهش یافته دریافت کرده اند.) در مورد بسترهای مختلف، گیاهانی که در بستر زئولیت غنی شده بوده اند و همین طور گیاهانی که در بستر زئولیت خام رشد کرده اند از لحاظ عملکرد تفاوت معنی داری ندارند اما این دو بستر دارای تفاوت آماری با بستر پرلیت می‌باشند و میزان عملکرد در بستر زئولیت غنی شده و پرلیت ۲۴/۴۳ ٪ و در بستر زئولیت خام و پرلیت ۱۷/۸۳٪ از بستر دارای پرلیت بیشتر بود. اثر متقابل محلول و بستر در مورد عملکرد معنی دار نبود. لی بوت و همکاران (۱۵) به این نتیجه رسیدند که نیتروژن کامل، ۱۷ درصد تولید محصول را بیشتر خواهد کرد ولی تفاوت آماری از لحاظ تولید عملکرد کل به وجود نخواهد آمد. هارلند و همکاران (۱۱) توضیح دادند که زئولیت به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا باعث جذب عناصر و در دسترس بودن پتاسیم، کلسیم، و منیزیم برای گیاه می‌گردد. آیان و همکاران (۴)؛ مالوپا و همکاران (۲۱) به این نتیجه رسیدند که با وجود زئولیت، غلظت این عناصر درون بافت گیاه بالاتر می‌رود و گیاهان رشد یافته در این بستر به دلیل در دسترس بودن عناصر برای آنها رشد بهتری دارند. در ضمن اینکه با وجود زئولیت آب بیشتری برای جذب گیاه فراهم می‌شود و در واقع توازن رطوبت در محیط ریشه به دلیل توانایی زئولیت در جذب آب بیشتر است. همچنین ریشه به خوبی قادر به رشد در محیط زئولیت می‌باشد و جذب کافی عناصر انجام می‌گیرد. در نتیجه رشد و عملکرد گیاه افزوده می‌شود.

از لحاظ تعداد خوشه در طول ساقه تفاوت معنی داری در بین بسترها یا بین محلول‌ها دیده نشد (جدول ۵). محلول غذایی بر تعداد کل میوه تأثیر معنی دار نداشت ولی در بین بسترها از لحاظ تعداد میوه تولید شده تفاوت معنی دار وجود دارد و تعداد کل میوه در بستر دارای پرلیت نسبت به بسترهایی که دارای زئولیت هستند کمتر می‌باشد (جدول ۵). یمری و همکاران (۳۵) ذکر کردند که با استفاده از زئولیت در بستر هیدروپونیک گوجه فرنگی، تعداد میوه افزایش پیدا می‌کند که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

(جدول ۵)- اثر تیمارهای اعمال شده بر میوه گوجه فرنگی رقم Beril

تیمار	عملکرد(گرم)	تعداد میوه	تعداد خوشه
اثر محلول غذایی			
محلول غذایی کامل	۷۳۵۷/۹a*	۹۰/۴۴a	۲۱/۳۳a
محلول غذایی ضعیف شده	۵۷۹۸/۷۹a	۸۱/۵۵a	۱۹/۳۳a
اثر بستر کشت			
زئولیت غنی شده+پرلیت	۷۳۷۶/۸۱a	۹۲/۶۶a	۲۱a
زئولیت خام و پرلیت	۶۷۳۸/۸۱a	۸۹/۵a	۲۰/۵a
پرلیت	۵۵٤۷/٤۱b	۷۹/۳۳b	۱۹/۵a

*– در هر ستون علائم متفاوت نشانه معنی دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد

(جدول ٦)- تجزیه واریانس فاکتورهای کیفی میوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درخشندگی*L	قرمزی*a	زاویه هیو	کروما
تکرار	۲	۱/۲۰ns	۱/۷۵	۵/۰۳ns	۱۳/۸۷ns
محلول غذایی	۱	۵/۴۴ns	۳/۲۵ns	۰/۰۵ns	۰/۸۴ns
خطای کرت اصلی	۲	۰/۱۲۶	۴/۲۳	۱/۲۴	۱/۰۶
بستر کشت	۲	۳/۸۸*	۱/۱۲ns	۳/۰۴ns	۰/۱۴ns
محلول غذایی × بستر کشت	۲	۲/۵۶ns	۲/۲۳ns	۹/۰۹ns	۰/۲ns
خطای باقی مانده	۸	۰/۸	۰/۵۲	۱/۳۵	۰/۸۶
CV	-	۲/۳۳	۵/۲۴	۷/۳۵	۱۰/۷

ns=غیر معنی دار، ** و* به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار می‌باشند

(جدول ۷)- تجزیه واریانس فاکتورهای کیفی میوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سفتی بافت (Kg/cm2)	مواد جامد محلول (Brix)	وزن خشک (%)	ویتامین ث (mg/100g)	اسیدیته قابل تیتراسیون (%)	جرم حجمی
تکرار	۲	۰/۵۵ns	۱/۸۳ns	۲/۰۹ns	۱۵/۵۰ns	۰/۰۰۷ns	۰/۱۸ns
محلول غذایی	۱	۱/۷۴ns	۱/۹۱ns	۱۷/۱۳ns	۸/۳۶ns	۰/۳۶*	۰/۰۱ns
خطای کرت اصلی	۲	۰/۷۵	۱/۰۲	۳/۸۴	۷/۲۹	۰/۰۰۵ns	۰/۰۱۴
بستر کشت	۲	۰/۳۱ns	۰/۱۲ns	۶/۹۱ns	۴/۹ns	۰/۰۵۶ns	۰/۰۴ns
محلول غذایی × بستر کشت	۲	۰/۲۳ns	۰/۸۷ns	۹/۵۷*	۲۳/۳۷*	۰/۰۲۶ns	۰/۱۸*
خطای باقی مانده	۸	۰/۵۱	۰/۴۲	۱/۴۴	۳/۳۸	۰/۰۱۵	۰/۰۳۵
CV	-	۲۱/۲۲	۷/۵۷	۹/۶۹	۷/۳۵	۱۵/۵۸	۶/۲۶

ns=غیر معنی دار، ** و* به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار می‌باشند

فاکتورهای کیفی

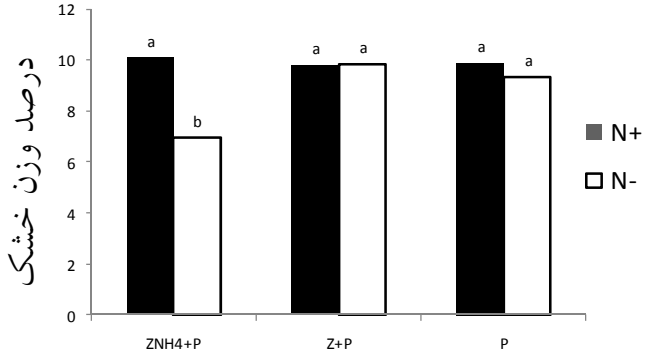
در بررسی رنگ میوه‌ها دیده می‌شود که بستر دارای زئولیت غنی شده به طور معنی داری دارای درخشندگی بالاتر نسبت به بستر زئولیت خام و پرلیت و بستر پرلیت می‌باشد که به دلیل نیتروژن بالاتر و ترکیب نیترات با آمونیوم می‌باشد. زاویه هیو و شدت رنگ (کروما) تأثیری از تیمارهای اعمال شده نگرفته است (جدول ۶و ۸) که با نتایج لوپز و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

فاکتورهای درصد ماده خشک و ویتامین ث تحت تأثیر اثر متقابل بستر و محلول غذایی قرار گرفتند (شکل۳و۴) و اثرات ساده در مورد آنها معنی دار نبود. همانطور که در نمودارهای۳و۴ دیده می‌شود، زمانیکه محلول غذایی کاهش یافته استفاده شد، در بستر زئولیت شارژ شده کمترین میزان درصد ماده خشک و ویتامین ث نسبت به بسترهای دیگر بدست آمد. شاید علت این موضوع دخالت آمونیوم به عنوان منبع نیتروژنی برای رشد میوه باشد.

(جدول ۸)- اثر تیمارهای اعمال شده بر عملکرد و رنگ میوه گوجه فرنگی رقم Beril

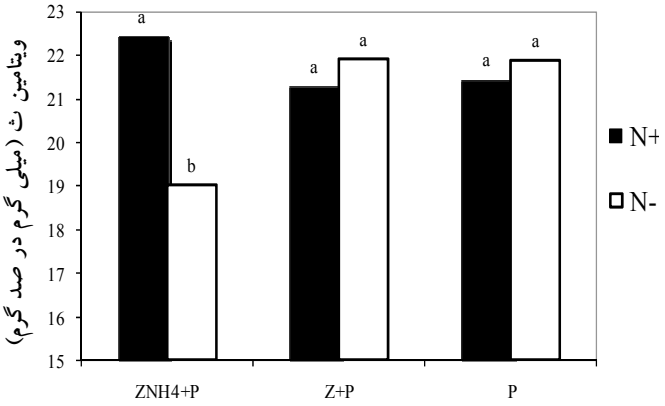
تیمار	مواد جامد قا بل حل	سفتی	چگالی	درخشندگی	زاویه هیو	شدت رنگ
			اثرمحلول غذایی			
محلول غذایی کامل	a*۷/۲۱	۴/۴۰a	۱/۰۲a	۴۰/۲۶a	۴۳/۱۶a	۳۳/۳۴a
محلول غذایی ضعیف شده	۶/۶۶a	۴/۱۳a	۱/۰۲a	۳۹/ ۴۸ a	۴۲/۹۹a	۴۲/۹۴a
اثر بستر کشت						
زئولیت غنی شده +پرلیت	a۷/۰۸	۴/۳۶a	۱/۰۲a	۴۰/۵۱a	۴۳/۴۶a	۳۳/۲۸a
زئولیت خام و پرلیت	a۷/۰۰	۴/۳۵a	۱/۰۲a	۳۹/۶۸b	۴۳/۱۵a	۳۳/۱۷a
پرلیت	a۶/۷۲	۴/۰۸a	۱/۰۱a	۳۹/۴۲b	۴۲/۳۱a	۳۲/۹۷a

*- در هر ستون علائم متفاوت نشانه معنی دار بودن در سطح ۵٪ می‌باشد



(شکل۳)- اثر متقابل محلول و بستر در درصد وزن خشک

+N= محلول غذائی کامل ،- N= محلول غذائی با کاهش نیتروژن، P= پرلیت، Z+P= زئولیت خام و پرلیت، ZNH4+P= زئولیت غنی شده با آمونیوم و پرلیت

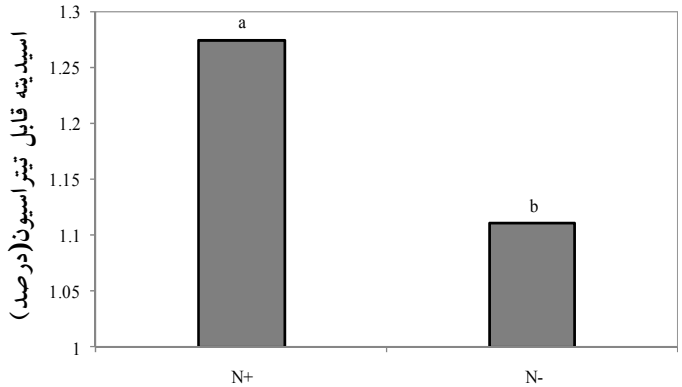


(شکل٤)- مقایسه اثر متقابل محلول و بستر بر ویتامین ث

+N= محلول غذائی کامل ، -N= محلول غذائی با کاهش نیتروژن، P= پرلیت، Z+P= زئولیت خام و پرلیت، ZNH4+P= زئولیت غنی شده با آمونیوم و پرلیت

هـارتمن و همکـاران (۱۲) و ویلکـوکس و همکـاران (۱۹۹۷) در تحقیقات خودشان به این موضوع اشاره داشته‌اند که استفاده از آمونیوم باعث کاهش درصد وزن خشک میوه‌ها و ویتامین ث می‌شود.

تولید اسیدهای آلی قابل تیتراسیون در میوه‌ها با افزایش نیتـروژن محلول غذایی افزایش نشان داد(نمودار۵) کـه بـا نظـر میلادیـز (۲۴) مطابقـت دارد. همچنـین دجیدیـد و همکـاران ایـن نظریـه را تأییـد می‌نمایند، ولی با نظر پاریزی و همکـاران (۲۵) کـه معتقدنـد سـطوح مختلف نیتروژن بر میزان اسیدیته اثر ندارد، مخالف است. چگالی میوه ها، سفتی میوه ها، کل مواد جامد محلول، تأثیری از تیمارهای اعمـال شده نگرفتند (جدول ۷).



(شکل۵)- اثر محلول غذائی بردرصد اسیدیته قابل تیتراسیون

= +N= محلول غذائی کامل ، -N= محلول غذائی با کاهش نیتروژن

نتیجه گیری کلی

طبق نتایج این آزمایش استفاده از زئولیت درون بستر باعث افزایش عملکرد و افزایش متوسط وزن میوه می‌شود. همچنین در این بستر درصد میوه‌های ریز نسبت به پرلیت کمتر است. زمانیکه زئولیت شارژ شده با آمونیوم در شرایط کاهش نیتروژن استفاده شد، تأثیر متقابل محلول و بستر، متوسط وزن میوه‌ها را به حد پرلیت و محلول غذایی کامل رساند، نتایج دیگری مانند کاهش وزن خشک و میزان ویتامین ث یا افزایش درخشندگی میوه‌ها نشان دهنده استفاده گیاه از آمونیوم درون زئولیت بوده است. بنابراین زئولیت توانایی آزادسازی آمونیوم را در طول دوره رشد گیاه، به عنوان جایگزین نیتروژن محلول غذایی دارد؛ در ضمن اینکه ریشه به خوبی در آن رشد کرده و کاتیون‌های آزاد شده را جذب می‌نماید.

سپاسگزاری

نگارندگان از کمک و همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کمال تشکر را دارند. همچنین از شرکت افرند توسکا به خاطر تأمین زئولیت مورد نیاز این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- دلشا م.، کاشی ع. و بابالار م. ۱۳۸۵. بررسی امکان جایگزین کردن بستر ها ی رایج هیدروپونیک با بستر های آلی و یافتن محلول غذایی مناسب کشت بدون خاک گوجه فرنگی گلخانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷. شماره ۱. ۱۷۶-۱۸۶.

۲- کاظمیان ح. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر زئولیت ها کانی های سحر آمیز. انتشارات بهشت.

۳- ماجدی م. ۱۳۷۳. روش های آزمون شیمیائی مواد غذائی. انتشارات دانشگاهی دانشگاه تهران.

4- Ayan S., Yahaoglu Z., Gercek V., and Sahin A. 2008. Utilization of zeolite as a substrate for containerized oriental spruce (*Picea orientalis* L.(Link)) seedling propagation. Acta Hort., 779:583-590.

5- Barton L., and Comer T.D. 2006. Irrigation and fertilizer strategies for minimizing nitrogen leaching from turfgrass. Agricultural Water Management, Vol 80, Issues 1-3:160-175.

6- Caballero R.P., Gil J., Benitez C., and Gonzalez J.L. 2005. The effect of adding zeolite to soils in order to improve the N-K nutrition of olive trees. Preliminary results. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 2(1): 321-324.

7- Dixon J.B. and Weed S.B. 1989. Minerals in soil environments. Published by: Soli Science Society of America, USA, and SSSA book series: 1 pp:873-911.

8- Djedidi M., Gerasopoulos D., and Maloupa E. 1998. The effect of different substrates on the quality of F.CARMELLO tomatoes (*Lycopersicun esculentum* Mill) grown under protection in a hydroponic system. Cahiers options Mediterranean's. 31:379-383.

9- Ep Heuvelink (ed). 2005. Tomatoes. Wageningen University, the Netherlands.

10- Gul A., Erogul D., and Ongun A.R. 2005. Comparison of the use of zeolit and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Elsevier. Scientia Hort.106: 464-471.

11- Harland J., Lane S., and Price D. 1999. Further experiment with recycled zeolite as a substrate for the sweet pepper crope. Acta Hort., 482:187-194.

12- Hartman P.L., Mill H.A., and Jones J.B. 1986. The influence of nitrate: ammonium ratios on growth, fruit development and element concentration floradel tomato plant. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 111:487-490.
13- Inden H. and Torrres A. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta Hort. 644: 205-210.
14- Ito H., and Araki K. 1987. The effect of different N-sources in greenhouse tomato cultivation. Acta Hort. 57: 126-132.
15- Le Bo, J., Jeannequin B., and Fabre R. 2001. Growth and nitrogen status of soil less tomato plants following nitrate withdrawal from the nutrient solution. Annals of Botany 88:361-370.
16- Leggo J.P., Ledesert B., and Christie G. 2006. The role of clinoptilolite in oregano-zeolilic-soil systems used for phytoremediation. Elsevier, Science of the total environment. 36, Issues 1-3: 1-10.
17- Levine H.G. 1999. The growth of wheat in tree nutrient providing substrates under consideration for spaceflights application. Acta Hort. Abstract. Int. Sym. On growing media and hydroponics.
18- Li Z. 2002. Use of surfactant modified zeolite as fertilizer carriers to control nitrogen release. Elsevier, micro porous and mesoporous materials, 61, 1ssues 1-3: 181-188.
19- Lopez Camelo A.F., and Gomez P.A. 2004 a. Comparison of color index for tomato ripening. Horticulture Brasilia, 22:534-537.
20- Lopez J., Vasquez F., and Ramos F. 2004 b. Effect of substrate quality of the greenhouse tomato. Acta Hort. 659:417-424.
21- Maloupa M., Samartzidis C., Couloumbis P., and Komninou A. 1999. Yield quality and photosynthetic activity of greenhouse grown 'Madelon' rose on perlite-zeolite substrate mixtures. Acta Hort . 481: 97-99.
22- Markovic V., Djurovka M. and Llin Z. 1997. The effect of seedling quality on tomato yield, plant and fruit characteristics. Acta Hort., 396:321-328.
23- Millard P. 1988. The accumulation and storage of nitrogen by herbaceous plants. Plant Cell and Environment. 11: 1-8.
24- Miladis S., Gould W.A. and Clements R.L. 1969. Heat processing effect of starch, sugars, proteins, amino acids of tomato Juice. Food. Tecnol., 23:93-101.
25- Parisi A.B., Manna P., Mule chess F., and Meloni S. 2006. Amended soils with natural zeolites: analysis of two-year tests on greenhouse tomato. Acta Hort., 747:211-218.
26- Ritenor A.M., Lamp M.E., and Stoffella J.P. 2002. A portable, digital devise fir measuring Tomato firmness. University of Florida, Indian River Research and Education Center. 2199s. Rock Road. ff. Pierce, FL 34, 45-3138.
27- Savvas D., Samantouros K.D., Stamatakis M., and Vassilatos C. 2004. Yield and nutrient status in the root environment of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown on chemically active and inactive inorganic substrates. Acta Hort 644: 377-383.
28- Semmens J.M. 1983. Zeo-agricuiture: cation exchange properties of natural zeolites. Department of Civil and Mineral Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota 55455.
29- Sheppard A.R. 1983. Zeo-agriculture: characterization of zeolitic material in agricultural research. U. S. Geological survey, Federal center, Denver, Colorado 80225.
30- Verdonck o., and Demeyer P. 2004. The influence of the particle sizes on the physical properties of growing media. Acta Hort., 644: 99-102.
31- Wang Y., Liu S., Xu Z., Heu T., Chuan S. and Zhu T. 2006. Ammonia removal from leachate solution using natural Chinese clinoptilolite. Journal of Hazardous Materials, vol 136:735-740.
32- Wilcox G.E., matchell C.A., and Hoff J.E. 1977. Influence of nitrogen from on exudation rate, and ammonium, amide, and action composition xylem exudates in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 102:192-196.
33- Wilson G.P., and Mumpton A.F. 1984. Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Westviw press, Boulder, Colorado, 285pp.
34- WPCF, APHP, AWWA. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. Methods 4500-NH_3-c: 4-117.
35- Yemeri A., Gerasopoulos D., and Maloupa E. 1999. Quality characteristics of Daniela tomatoes grown on a perlite-zeolite culture load fed with slow release fertilizer. Acta Hort., 486:331-335.

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 41-51
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، ص. ۵۱-۴۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The effect of using raw and NH_4-zeolite on yield and quality of tomato crop at reduced nitrogen concentration solution in hydroponic

A. Esfandiari[1]*- T. Sadat Taghavi[2] - M. Babalar[3] - M. Delshad [4]

Abstract

In order to provide optimal yield and quality of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Beril), different growing media for soilless culture of tomato plants were studied. seedling of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. Beril) were cultivated in perlite, mixture of perlite with NH_4-zeolite and with raw zeolite (z:p ratio 10v:90v) and fed by two nutrient sources: a) complete nutrient solution (N^+) b) nutrition solution with 30% decrease in N concentration. The experimental design was split plot with complete randomized block design. Fruit quality and yield were determined during growth. Result indicated that fruit yield, length of fruits and titrable acidity decreased and small fruits increased with reducing nitrogen in solution. Solution didn't significally effects in yield. Fruit weight were reduced significantly with nitrogen decreasing in nutrition solution, But solution types didn't affect on yield. Media significantly affected yield, Weight of fruit, number of fruit per plant and medium fruits (70-100g). The highest of this characteristic obtained in saturated zeolite and perlite. Interaction effect of incomplete solution and saturated zeolit media caused a reduction in weight of fruit, dry mater, small fruit ratio in yield and vitamin C in comparison to other media. There weren't significantly difference among TSS, firmness and density.

Key words: Soilless culture, Media, Zeolite, Nitrogen

1,2,3,4 -Contribution from College of Agriculture, University of Tehran, Karaj
(*. Corresponding author Email: esfandiariazadeh@gmail.com)