تأثیر نیتروژن و بور بر رشد، عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گوجه‌فرنگی

نسرین فرزانه[۱*]، احمد گلچین[۲] و کاظم هاشمی‌مجد[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۴)

چکیده

به منظور مطالعه اثر نیتروژن و بور بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه و غلظت عناصر غذایی برگ گوجه‌فرنگی در محیط کشت آبکشت، آزمایشی با ۱۶ تیمار و در سه تکرار به صورت فاکتوریل با طرح پایه کامل تصادفی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، در سال ۱۳۸۶ به اجرا در آمد. در این آزمایش بذر گوجه‌فرنگی رقم *RioGrandeUg* انتخاب گردید و اثر مستقل و متقابل چهار سطح نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و چهار سطح بور (۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر) بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه و غلظت نیتروژن، بور، آهن، منگنز و روی برگ گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر مستقل و متقابل نیتروژن و بور بر وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم درلیتر نیتروژن+ ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور و بیشترین عملکرد میوه و وزن خشک ریشه از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور به دست آمد. با افزایش سطوح نیتروژن در محلول غذایی، غلظت نیتروژن و منگنز برگ افزایش و غلظت آهن، بور و روی برگ کاهش معنی‌داری یافت. در حالی‌که با افزایش سطوح بور در محلول غذایی، غلظت نیتروژن، بور و روی افزایش و غلظت آهن و منگنز برگ کاهش معنی‌داری یافت. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش مصرف توأم ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور برای حصول بیشترین عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در محیط‌های آبکشت توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پرلیت، محلول غذایی، عملکرد گوجه‌فرنگی، اندام هوایی، ریشه، آهن، روی، منگنز

مقدمه

تلفیق کشت‌های گلخانه‌ای با روش‌های جدید، نظیر آبکشت یا هیدروپونیک، امکان کنترل هر چه بهتر تغذیه گیاهان را فراهم آورده و تحول شگرفی را در عرصه تولید محصولات گلخانه‌ای از جمله گوجه‌فرنگی ایجاد کرده است.

گیاه گوجه‌فرنگی متعلق به تیره بادمجانیان است. گوجه‌فرنگی از گیاهان عالی گلدار، از راسته دولپه‌ای‌ها، از جنس لیکوپرسیکوم (*Lycopersicom*) و گونه اسکولنتوم (*Esculentum*) می‌باشد (۱۳). گوجه‌فرنگی یکی از مهمترین سبزی‌های میوه‌ای است که منبع خوبی برای ویتامین‌های A، B_1، B_2، C و نیاسین می‌باشد (۳). تغذیه مناسب بوته‌های گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای به طور اعم و یافتن محلول غذایی مناسب مختص واحدهای هیدروپونیک، برای به دست آوردن حداکثر محصول و بهره‌وری مناسب، از اهمیت ویژه‌ای

۱. عضو باشگاه پژوهشگران جوان استان اردبیل

۲. استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳. استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nasrin61_farzaneh@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

برخوردار می‌باشد (۱۵).

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی و عامل محدود کنندهٔ رشد گیاهان است و نقش بسیار مهمی در تغذیه گیاهان دارد (۱۵). نیتروژن جزء اصلی پروتئین در گیاه است. بنابراین برای رشد طبیعی، گیاهان به مقدار کافی نیتروژن نیاز دارند (۸). اردال و همکاران (۲۲) و رحمان و همکاران (۳۰) طی آزمایشی تأثیر چهار سطح نیتروژن (۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) را بر رشد گوجه‌فرنگی بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش سطح نیتروژن از صفر به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد میوه گردید. نتایج تحقیقات ملتون و دیوفالوت (۲۸) نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن از ۲۵ به ۲۲۵ میلی‌گرم در لیتر محلول غذایی، وزن خشک ساقه و ریشه، ارتفاع گیاه و سطح برگ گوجه‌فرنگی افزایش یافت.

یولداس و همکاران (۳۳) گزارش نمودند که افزایش سطوح نیتروژن از صفر به ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی برگ کلم بروکلی گردید، در حالی‌که غلظت فسفر، بور و منگنز تحت تأثیر سطوح نیتروژن نبود.

بور یک عنصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان می‌باشد و در فرایندهای اصلی تقسیم و طویل شدن سلول یا سوخت و ساز نقش دارد (۲۴). بور دارای آثار مستقیم و غیر مستقیم بر باروری است. میزان بور برای تولید دانه و بذر، معمولاً بیشتر از میزانی است که تنها برای رشد رویشی لازم است (۴). حد کفایت و حد مسمومیت این عنصر به هم نزدیک بوده و کمبود آن به سرعت باعث کاهش و توقف رشد می‌گردد و در همان حال، غلظت بالای آن نیز می‌تواند باعث مسمومیت و کاهش رشد گیاه گردد (۲۰). اراسلان (۲۱) اثر سمیت بور را بر رشد گوجه‌فرنگی و فلفل مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش سطوح بور از صفر تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک گیاه گوجه‌فرنگی و فلفل افزایش یافت، در حالی که در سطوح بالا (۵ و ۵۰ میلی‌گرم بور در لیتر) علائم سمیت این عنصر ظاهر شد.

تارق و موت (۳۲) با بررسی تأثیر سطوح مختلف بور بر غلظت عناصر کم‌مصرف در گیاه ترب دریافتند که با افزایش سطوح بور از صفر تا ۵ میلی‌گرم در لیتر غلظت عناصر بور، آهن، مس و روی برگ افزایش معنی‌داری یافت.

مانی روزامن و همکاران (۲۹) تأثیر سطوح مختلف نیتروژن (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و بور (۰، ۰/۵، ۱/۰، ۱/۵، ۲/۰ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار) را بر عملکرد گیاه کلم بروکلی بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر مستقل و متقابل نیتروژن و بور بر عملکرد و وزن ساقه و تعداد برگ معنی‌دار گردید و بالاترین مقدار این صفات از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۲/۰ کیلوگرم در هکتار بور به دست آمد. هم‌چنین موریا و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که اثر متقابل نیتروژن و بور بر وزن برگ‌ها و ریشه‌ها معنی‌داری است و بیشترین وزن برگ و ریشه مربوط به مصرف توأم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۳/۰ کیلوگرم در هکتار بور بود.

با توجه به اهمیت زیاد گوجه‌فرنگی و نیاز کشور به تولید آن، باید تحقیقات بیشتری در خصوص بالابردن عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی انجام گیرد. با توجه به این که تعادل عناصر غذایی در محیط کشت از فاکتورهای مؤثر در تولید محصولات زراعی و باغی به شمار می‌آید، تعیین سطوح بهینه عناصر غذایی در محلول غذایی در سیستم‌های آبکشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بنابراین، هدف از این پژوهش تعیین سطح بهینه نیتروژن و بور در محلول غذایی گوجه‌فرنگی است تا بتوان با مصرف متعادل و بهینه این دو عنصر، عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی را افزایش داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از اوایل بهار تا اوایل پاییز سال ۱۳۸۶ به مدت ۶ ماه به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۱۶ تیمار شامل چهار سطح نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۱. ترکیب محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش (اپستین ۱۹۷۲)

ترکیب	غلظت محلول ذخیره (گرم در لیتر)	نوع محلول	حجم محلول ذخیره در هر لیتر محلول نهایی (میلی‌لیتر)
KNO_3	۱۰۱/۱۰	A	۶/۰
$Ca(NO_3)_2 4\ H_2O$	۲۳۶/۱۶		۴/۰
NH_4H_2PO4	۱۱۵/۰۸		۲/۰
$MgSO_4\ 7H_2O$	۲۴۶/۴۹		۱/۰
KCl	۳/۷۲۸	B	۱/۰
H_3BO_3	۱/۵۴۶		
$MnSO_4\ .H_2O$	۰/۳۳۸		
$ZnSO4.\ 7H_2O$	۰/۵۷۵		
$CuSO4.\ 5H_2O$	۰/۱۲۵		
H_2MoO_4 (%85 MoO_4)	۰/۰۸۱		
Fe-EDTA	۰/۹۲۲	C	۱/۰

۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و چهار سطح بور (۰/۵، ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر) در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی زنجان اجرا گردید.

در این آزمایش بذر گوجه‌فرنگی رقم *RioGrandeUg* انتخاب گردید. برای تهیه محلول غذایی اپستین طبق جدول ۱، ابتدا محلول‌های A، B و C به طور جداگانه به‌عنوان محلول ذخیره تهیه شدند. محلول A شامل چهار محلول مجزا، محلول B شامل یک محلول مرکب از شش نمک مختلف و محلول C شامل یک محلول مجزا بود که بعد از تهیه این محلول‌ها، از هر کدام از آنها به اندازه ذکر شده در جدول ۱ برداشته و با هم مخلوط گردید و در نهایت به حجم یک لیتر رسانده شد. سطوح مختلف نیتروژن و بور به عنوان تیمارهای آزمایش، با افزودن مقادیر مختلف نیترات آمونیوم و اسید بوریک به محلول غذایی اپستین تهیه شدند. برای انجام این آزمایش نشاهای گوجه‌فرنگی، قبل از این که سیستم ریشه‌ای خیلی وسیع شود، برای کاشت در گلدان‌ها از محیط خاک جدا و به گلدان‌های ۵ کیلویی حاوی پرلیت (دانه متوسط با اندازه ۱/۵ – ۲ میلی‌متر) منتقل شدند، زیرا تأخیر در این امر موجب از بین رفتن اکثر ریشه‌ها خواهد شد. در زمانی که ارتفاع گیاهان به حدود ۱۰–۲۰ سانتی‌متر رسید، انتقال بوته‌ها به محلول غذایی اصلی کشت انجام گرفت. انتقال تیمارها بعد از ظهر انجام شد تا گیاهان تمام شب را قبل از این که گرمای خورشید در صبح روز بعد به آنها برسد، برای استقرار در محیط جدیدشان فرصت داشته باشند. قبل از این که ریشه گیاه با پرلیت پوشانیده شود، گلدان‌ها با محلول غذایی اپستین آبیاری شدند. سپس ریشه گیاه با پرلیت پوشانیده و دوباره نشاها با محلول غذایی آبیاری شدند. پس از اطمینان از مستقر شدن کامل نشاهای گوجه‌فرنگی در گلدان‌های حاوی پرلیت (حدود ۲ هفته بعد از انتقال نشاها به داخل گلدان‌ها) تیمارهای آزمایشی نیتروژن و بور روی نشاها اعمال گردید. در طول دوره رشد، گیاهان فقط با محلول غذایی حاوی تیمارهای نیتروژن و بور تغذیه شدند و سعی شد حجم محلول غذایی مصرف شده به گونه‌ای باشد که محلول غذایی از ته گلدان‌ها خارج شود.

گیاهان در گلخانه در روز با دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس و در شب بین ۱۵ تا ۱۹ درجه سلسیوس و در نور طبیعی رشد کردند. در پایان آزمایش عملکرد، وزن خشک اندام

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۲. اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و بور بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	عملکرد (گرم در بوته)				
۰/۵	۱۱۱۸ c	۱۱۹۷ b	۶۸۲e	۴۵۴ g	۸۶۲ a
۱/۰	۱۱۸۳ b	۱۲۵۹ a	۶۷۱ e	۴۳۲ gh	۸۸۶ a
۱/۵	۱۰۶۰ d	۱۰۳۴ d	۵۶۲ f	۳۸۸ hi	۷۶۱ b
۲/۰	۱۰۶۱ d	۱۰۲۶ d	۵۱۷ f	۳۴۷ i	۷۳۸ b
میانگین	۱۱۰۶ a	۱۱۲۹ a	۶۰۸b	۴۰۵c	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

هوایی (برگ + ساقه) و ریشه و غلظت عناصر نیتروژن، بور، آهن، روی و منگنز برگ اندازه‌گیری شد.

در پایان فصل رشد، میوه‌های رسیده کامل و قرمز در هر بوته به طور جداگانه چیده شده و وزن شدند. از مجموع توزین‌ها، عملکرد میوه هر بوته بر حسب گرم در بوته به دست آمد. بعد از برداشت اندام‌های هوایی، برای تعیین وزن خشک آنها، بوته‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک شدند.

بعد از برداشت اندام هوایی، گلدان‌ها به آرامی واژگون و ریشه‌ها با دقت از دانه‌های پرلیت موجود در گلدان‌ها جدا شدند. سپس ریشه‌های جدا شده را در تشت پر از آب مقطر ریخته و به آرامی شتشو داده شدند تا ذرات ریز پرلیت به طور کامل از ریشه‌ها جدا گردند. بعد از خشک کردن ریشه‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس، وزن خشک ریشه‌ها اندازه‌گیری گردید.

غلظت عناصر نیتروژن و کم مصرف با استفاده از روش‌های رایج آزمایشگاهی توصیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری گردید (۱). تقریباً ۶۰ روز پس از انتقال نشاها به گلدان، زمانی که همه گیاهان گل داشتند، از برگ‌های جوان و تکامل یافته نمونه‌برداری شد (۳۳). نمونه‌های برگ ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند و سپس در دمای ۶۵-۵۵ درجه سلسیوس خشک و وزن آنها یادداشت گردید. نمونه‌های خشک شده کاملاً پودر و از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس در ظروف درب‌دار تمیز ریخته و شماره زده شدند. برای اندازه‌گیری عناصر نیتروژن و پتاسیم، روش هضم تر استفاده شد. در روش هضم تر مواد گیاهی خشک و الک شده در مجاورت با اسید سولفوریک آب خود را از دست می‌دهند و بیشترین قسمت مواد آلی در حرارت نسبتاً بالا اکسیده می‌شود. عمل هضم با وجود آب اکسیژنه در دمای زیاد کامل می‌شود. در نهایت، عصاره به‌دست آمده با این روش آماده اندازه‌گیری عناصر نیتروژن و پتاسیم می‌باشد. نیتروژن با روش کجلدال و پتاسیم با شعله‌سنج اندازه‌گیری شد. غلظت آهن، روی، منگنز و بور در عصاره هضم شده با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار *MSTATC* مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. هم‌چنین از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج

اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد به میزان ۱۱۲۹گرم در بوته از مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به دست آمد. در سطوح بالاتر نیتروژن عملکرد گوجه‌فرنگی کاهش یافت و کمترین عملکرد به میزان ۴۰۵/۲ گرم در بوته از کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۳. اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و بور بر وزن خشک اندام هوایی گیاه*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	وزن خشک اندام هوایی (گرم در بوته)				
۰/۵	۸۰/۳ f	۹۱/۱ de	۱۰۸a	۹۳/۰ d	۹۳/۱ AB
۱/۰	۷۸/۴ fg	۹۲/۱ de	۱۱۲ a	۹۸/۹ bc	۹۵/۳A
۱/۵	۸۱/۷ f	۸۷/۶ e	۱۰۱ b	۹۵/۲ cd	۹۱/۲B
۲/۰	۷۵/۶ g	۷۹/۱ fg	۱۰۰ bc	۹۲/۹ d	۸۶/۸C
میانگین	۷۹/۰ D	۸۷/۵C	۱۰۴/۹ A	۹۵/۰B	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم ندارند.

جدول ۴. اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و بور بر وزن خشک ریشه گیاه*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)				
۰/۵	۹/۱۷cdef	۹/۸۵ab	۹/۴۹bcd	۸/۷۹fg	۹/۳۳ AB
۱/۰	۹/۷۶ab	۱۰/۲۰A	۹/۵۹bc	۸/۵۷gh	۹/۵۳ A
۱/۵	۹/۳۸bcde	۹/۱۷cdef	۹/۱۲cdef	۸/۹۴efg	۹/۱۶ B
۲/۰	۹/۱۶cdef	۹/۰۸def	۸/۲۴h	۸/۲۷۰h	۸/۶۸ C
میانگین	۹/۳۷ A	۹/۵۷A	۹/۱۱B	۸/۶۴ C	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح۱٪ با هم ندارند.

به دست آمد. با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت، به طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی به میزان ۱۰۴/۹ گرم در بوته مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر بود (جدول۳). با افزایش سطوح نیتروژن تا ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر وزن خشک ریشه افزایش یافت ولی این افزایش در سطح ۱٪ معنی‌دار نبود. در سطوح بالاتر نیتروژن وزن خشک ریشه به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین مقدار وزن خشک ریشه (۹/۵۷ گرم در بوته) مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر و کمترین مقدار وزن خشک ریشه (۸/۶۴ گرم در بوته) مربوط به تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثر سطوح بور بر عملکرد، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جداول ۲، ۳ و۴). بیشترین عملکرد، وزن خشک اندام هوایی و ریشه از سطح یک میلی‌گرم در لیتر بور به دست آمد، در حالی که مصرف ۲ میلی‌گرم بور در لیتر باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه گردید (جداول ۲، ۳ و۴).

اثر متقابل نیتروژن و بور نیز بر عملکرد، وزن خشک اندام هوایی و ریشه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد و وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور و بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۵ . اثر سطوح مختلف نیتروژن و بور بر غلظت نیتروژن برگ*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت نیتروژن (درصد)				
۰/۵	۳/۱۳ f	۴/۷۹ de	۴/۷۰ de	۵/۴۸ bcd	۴/۵۳ B
۱/۰	۴/۰۷ e	۵/۰۳ cd	۴/۸۰ de	۵/۳۳ bcd	۴/۸۱ B
۱/۵	۴/۶۵ de	۴/۵۸ de	۵/۸۶ bc	۵/۸۴ bc	۵/۲۳ A
۲/۰	۴/۵۹ de	۴/۰۶ e	۶/۲۰ ab	۷/۲۳ a	۵/۴۱ A
میانگین	۴/۱۱ D	۴/۶۲ C	۵/۳۹ B	۵/۸۶ A	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم ندارند.

جدول ۶. اثر سطوح مختلف نیتروژن و بور بر غلظت بور برگ*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت بور (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰/۵	۳۶/۷ i	۴۴/۵ hi	۳۶/۲ i	۳۹/۲ i	۳۹/۲ D
۱/۰	۷۴/۲ f	۷۷/۲ f	۵۹/۷ j	۵۷/۲ gh	۶۷/۱ C
۱/۵	۱۲۸/۱ c	۱۰۷/۰ d	۱۰۸/۱ d	۹۲/۳ e	۱۰۹/۰ B
۲/۰	۱۷۶/ a	۱۲۹/۰ c	۱۵۶/۰ b	۱۳۰/۰ c	۱۴۸/۱ A
میانگین	۱۰۴/۰ A	۸۹/۸ B	۸۹/۵ C	۷۹/۸C	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم ندارند.

به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور بود (جداول ۲، ۳ و۴).

نتایج تجزیه شیمیایی برگ نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن، غلظت نیتروژن و منگنز برگ افزایش یافت (جدول ۵) ولی غلظت عناصر بور، آهن و روی برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت (جداول ۶، ۷ و ۸).

افزایش سطوح بور به طور معنی‌داری باعث افزایش غلظت نیتروژن، بور و روی (جداول ۵، ۶ و ۸) و کاهش غلظت آهن و منگنز برگ گردید (جداول ۷ و ۹).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل نیتروژن و بور بر غلظت نیتروژن، بور و آهن برگ در سطح ۱٪ و بر غلظت روی و منگنز برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جداول ۵ و ۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر بور و بیشترین غلظت منگنز برگ از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بور به دست آمد. بالاترین غلظت بور و روی برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر بور و بالاترین غلظت آهن برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر بور بود (جداول ۶، ۷ و ۸).

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۷. اثر سطوح مختلف نیتروژن و بور بر غلظت آهن برگ*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰/۵	۲۳۰a	۱۵۰cd	۱۶۳cd	۱۴۱de	۱۷۱ A
۱/۰	۲۲۰ab	۱۴۶de	۱۵۱cd	۱۳۵de	۱۶۳ A
۱/۵	۱۲۲de	۲۰۱abc	۱۳۴de	۱۵۴cd	۱۵۳ AB
۲/۰	۱۷۰cd	۱۷۳bcd	۱۵۰cd	۹۶ e	۱۴۷ B
میانگین	۱۸۵ A	۱۶۸ AB	۱۵۰ BC	۱۳۲ C	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم ندارند.

جدول ۸ . اثر سطوح مختلف نیتروژن و بور بر غلظت روی برگ*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰/۵	۷۰/۲cd	۶۹/8 cd	۵۹/۷ef	۵۴/۱f	۶۳/۴ B
۱/۰	۷۱/۹c	۷۳/۲bc	۶۲/۷e	۵۹/۹ef	۶۶/۹B
۱/۵	۷۹/۲b	۷۲/۸bc	۷۳/۳bc	۶۴/۵de	۷۲/۴ A
۲/۰	۸۷/7a	۷۶/۲bc	۷۶/۱bc	۶۳/۸de	۷۶/۰ A
میانگین	۷۷/۲ A	۷۳/۰B	۶۷/۹ C	۶۰/۶D	

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم ندارند.

بحث

یکی از علل افزایش رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی با کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن توسعه مناسب اندام هوایی طی دورهٔ رشد، استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. با افزایش سطح برگ تا حد مطلوب، میزان تولید بالا می‌رود در حالی‌که در ضرایب بالا، سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، معمولاً عامل محدود کنندهٔ عمده تولید می‌باشد (۴). مصرف زیاد نیتروژن، با تحریک رشد رویشی اندام‌هوایی گیاه، باعث تأخیر در آغاز فرایند ذخیره‌سازی و یا کاهش میزان ذخیره‌سازی مواد ساخته شده در فتوسنتز در اندام‌های ذخیره‌ای شده، در نتیجه تشکیل میوه را به تأخیر می‌اندازد و باعث دیررسی محصول شده، که در نهایت افت عملکرد را به دنبال دارد (۴).

تأثیر نیتروژن بر رشد رویشی و محصول گوجه‌فرنگی از تأثیر عناصر دیگر بیشتر است. تأثیر مصرف نیتروژن در افزایش رشد رویشی ساقه‌ها، به وسیله تغییر دادن موازنه هورمون‌های گیاهی در بخش‌های رویشی هوایی حاصل می‌شود (۴). مصرف نیتروژن با کاهش نسبت اسید آبسیزیک/جیبرلین باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌گردد (۴). در غلظت‌های زیاد نیتروژن، گیاه بیش از حد رشد می‌کند، ولی به تدریج از رشد بازمانده و ساقه‌های قوی و ضخیم به همراه میانگره‌های کوتاه به‌وجود می‌آورد و در نتیجه باعث کاهش گل‌دهی و ریشه‌زایی، تأخیر

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

جدول ۹. اثر سطوح مختلف نیتروژن و بور بر غلظت منگنز برگ*

سطوح بور (میلی‌گرم در لیتر)	سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در لیتر)				
	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	میانگین
	غلظت منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
۰/۵	۱۰۸cde	۱۴۴b	۱۳۲bc	۱۷۰a	۱۳۹ A
۱/۰	۱۱۰cde	۱۳۳bc	۱۲۰bcde	۱۳۸b	۱۲۵ AB
۱/۵	۱۱۰cde	۱۱۰cde	۱۳۸b	۱۲۸bcd	۱۲۲ B
۲/۰	۹۷e	۱۰۱de	۱۲۷bcd	۱۲۴bcde	۱۱۲ B
میانگین	۱۰۶ C	۱۲۲ B	۱۲۹ AB	۱۴۰ A	

* میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

در رشد جوانه‌های جانبی و تشکیل میوه می‌شود. مصرف بیش از حد نیتروژن باعث افزایش غلظت نمک‌های محلول در بستر می‌شود و در نهایت به نوک ریشه‌ها آسیب وارد می‌کند (۱۴).

گیاهانی که در محیط غنی از نیتروژن کاشته شده بودند (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) شاخ و برگ گسترده و فراوان تولید کردند ولی رشد ریشه‌های آنها کم و محدود بود. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که در سطوح بالای نیتروژن (بیشتر از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، رشد قسمت هوایی افزایش یافته، در حالی‌که رشد ریشه کاهش می‌یابد (۸).

اردال و همکاران (۲۲) و رحمان و همکاران (۳۰) بالاترین عملکرد گوجه‌فرنگی را از مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آوردند و مصرف بیشتر از این سطح نیتروژن را باعث کاهش عملکرد گزارش کردند که با نتایج پژوهش این همخوانی دارد. هوت و دتمان (۲۵) بالاترین وزن خشک ریشه گوجه‌فرنگی را با کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر و ملتون و دیوفالت (۲۸) بالاترین وزن خشک ریشه گوجه‌فرنگی را با کاربرد ۲۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر گزارش کردند، که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

مصرف بور تا سطح ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش عملکرد و وزن خشک اندام هوایی و ریشه شد (جدول ۲، ۳ و ۴). مصرف کافی بور با افزایش سطح برگ، میزان فتوسنتز، درصد ماده خشک میوه، تعداد میوه و اندازه میوه باعث افزایش عملکرد گردید. مقادیر بیشتر از ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور، کاهش عملکرد و وزن خشک هر دو بخش هوایی و ریشه را به دنبال داشت. کاهش عملکرد و وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه در سطوح بالاتر از ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر بور ناشی از سمیت گیاه با این عنصر می‌باشد. سمیت بور مانع از رشد و توسعه گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود. دلیل این کاهش عملکرد سمّیت گیاه با بور می‌باشد (۲۰). به طور کلی سمیت بور با ایجاد لکه‌های نکروزه روی برگ، که نهایتاً به صورت بافت مرده در می‌آیند، باعث کاهش سطح برگ و هم‌چنین فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه می‌شود.

یافته‌های تحقیق حاضر، با نتایج سایر محققان از جمله بن گال و شانی (۲۰)، اراسلان و همکاران (۲۱)، مانی‌روزامن و همکاران (۲۹) و تارق و مات (۳۲) همخوانی دارد. مانی‌روزامن و همکاران (۲۹) نشان دادند که مصرف توأم نیتروژن و بور بر رشد و عملکرد گیاه کلم بروکلی تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین عملکرد گیاه از مصرف توأم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن+ ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بور به دست آمد. موریا و همکاران (۲۷) به نتایج مشابهی در گیاه ترب دست یافتند و بالاترین رشد را از مصرف توأم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن+ ۳/۰ کیلوگرم در هکتار بور گزارش نمودند.

کاهش غلظت عناصر با افزایش سطوح نیتروژن مربوط به افزایش رشد گیاه و اثر رقت می‌باشد. نیتروژن با افزایش ماده

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

خشک گیاهی در بسیاری از موارد موجب کاهش غلظت عناصر در گیاه می‌شود (۱۲). اردال و همکاران (۲۲) و علیزاده و همکاران (۱۰) به نتایج مشابهی در زمینه تأثیر مقادیر مختلف کاربرد نیتروژن بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه دست یافتند.

افزایش غلظت عنصر Mn برگ با کاربرد نیتروژن را می‌توان به رقابت یونی عناصر در گیاه نسبت داد (۲، ۱۱ و ۱۶). در همین ارتباط، واسع مصلی (۱۶) گزارش نمود که با افزایش سطوح نیترات آمونیوم در محلول غذایی غلظت Fe و Zn کاهش و غلظت Mn برگ افزایش یافت.

تغذیه بور بر متابولیسم نیتروژن تأثیر مثبت دارد. به همین دلیل با افزایش سطوح بور در محلول غذایی، غلظت نیتروژن برگ افزایش یافت (۳۱). هم‌چنین افزایش غلظت نیتروژن برگ با افزایش سطوح بور توسط لوپز لیفبره، آدیل اوغلو و آدیل اوغلو (۱۸) و اراسلان و همکاران (۲۱) گزارش شده است.

رقابت یونی و سمیت بور از دلایل کاهش غلظت عناصر غذایی برگ با افزایش سطوح بور می‌باشد. سمیت بور با تأثیر بر سلول‌های ریشه باعث اختلال در فرایندهای جذبی می‌شود (۱۹). گونش و همکاران (۲۳) طی پژوهشی دریافتند که مصرف بور باعث افزایش غلظت B و Zn برگ گوجه‌فرنگی شد. هم‌چنین تارق و مات (۳۲) گزارش نمودند که افزایش سطوح بور باعث افزایش B و کاهش Mn برگ گوجه‌فرنگی گردید.

منابع مورد استفاده

۱. احیایی، م.ع. و ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیهٔ خاک. چاپ اول، نشریه فنی شماره ۸۹۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. جهانی، م. ۱۳۸۷. تهیه ورمی‌کمپوست‌های مختلف از ضایعات آلی متفاوت و بررسی تأثیر آنها بر رشد گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان.

۳. خوشخوی، م.، ب. شیبانی، ا. روحانی و ع. تفضیلی. ۱۳۶۴. اصول باغبانی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز.

۴. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۲. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۵. خوگر، ز.، ک. ارشد و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. اثرات مصرف بهینه کود در افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشریه فنی ۶۵.

۶. دلشاد، م.، م. بابالار و ع. کاشی. ۱۳۷۹. اثر شاخص نیتروژن محلول‌های غذایی در تغذیه معدنی ارقام گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک. علوم کشاورزی، ۳۱(۳): ۶۱۳-۶۲۵.

۷. سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۹. طباطبائی، م. ۱۳۶۵. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران .

۱۰. علیزاده، غ.، ع. چراتی آرایی، غ. میرزایی و ع. رمضانعلی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف ازت و پتاسیم بر عملکرد گوجه‌فرنگی. نهمین کنگره علوم خاک، تهران.

۱۱. علیزاده، ا.، ا. مجیدی و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۰. تأثیر تنش خشکی و میزان نیتروژن خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت رقم ۷۰۴. پژوهش در علوم کشاورزی، ۴(۱): ۵۱-۶۰.

۱۲. فکری، م. ۱۳۷۸. اثرات ازت، پتاسیم و بور روی غلظت عناصر غذایی برگ، عملکرد، کیفیت و ریزش جوانه‌های درختان پسته. رساله دکتری دانشگاه تهران.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]

۱۳. قشم، ر. و م. کافی. ۱۳۷۸. گوجه‌فرنگی صنعتی از کاشت تا برداشت. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۴. مشهدی جعفرلو، ا. ۱۳۸۵. تأثیر دور آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد سیر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان.

۱۵. ملکوتی، م. ج. و پ. کشاورز. ۱۳۸۴. نگرشی بر حاصلخیزی خاک‌های ایران. انتشارات سنا، تهران.

۱۶. واسع مصلی، ص. ۱۳۸۲. تأثیر محصول غذایی ازته، فسفره و پتاسی بر خواص زراعی و ترکیب معدنی واریته ایرانی هورتانسیا. هشتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه گیلان، رشت.

17. Alam, M. N. 2007. Effect of boron levels on growth and yield of cabbage in calcareous soil of Bangladesh. J. of Agric. and Biol. Sci. 3(6): 858-865.
18. Adiloglu, A. and S. Adiloglu. 2006. The effect of boron (B) application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soil. Bulg. J. Agric. Sci., 12: 387-392.
19. Alvarez-Tinaut, M. C., A. Leal, I. Agui and L. Recalde-Martinez. 1979. Physiological effects of B-Mn interaction in tomato plants. III. The uptake and translocation of microelements. Analse de Edafologiay Agrobiologia 38(5/6): 1013-1029.
20. Ben-Gal, A. and U. Shani. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Plant and Soil 247: 211-221.
21. Eraslan, F., A. Lnal, A. Gunes and M. Alpaslan. 2007. Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability and mineral constituents of tomato and pepper plants. J. Plant Nutr. 30(6): 981-994.
22. Erdal, I., A. Ertek, U. Senyigit and H. I. Yilmaz. 2006. Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes. Australian J. of Experimental Agric. 46 (12): 1653-1660.
23. Gunes, A., M. Alpaslan, Y. Cikili and H. Ozcan. 2000. The effect of zinc on alleviation of boron toxicity in tomato plants. Turk. J. of Agric. and Forestry 24: 505-509.
24. Hu, H. and P. H. Brown. 1993. Adsorption of boron by plants roots. Plant and Soil 78: 49-58.
25. Huett, D. and E. B. Dettmann. 1988. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. Australian J. of Experimental Agric. 28(3): 391–399.
26. Lo´pez-Lefebre, L. R., R. M. Rivero, P. C. Garcı´a, E. Sa´nchez, J. M. Ruiz and L. Romero. 2002. Boron effect on minral nutrient of tobacco. J. Plant Nutr. 25(3): 509–522.
27. Maurya, A. N., K. N. Ra, and S. Lal. 1977. Effects of boron and nitrogen fertilizers on radish (*Raphanus sativus*). Experimental Agric. 13: 301-303.
28. Melton, R. R. and R. J. Dufault. 1991. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. Hort. Sci. 26(2): 141-142.
29. Moniruzzaman, M., S. M. L. Rahman, M. G. Kibria, M. A. Rahman and M. M. Hossani. 2007. Effect of boron and nitrogen on yield and hollowstem of broccoli. J. Soil Nature 1(3): 24-9.
30. Rahman, M. J., A. T. Mondol, M. A. I. Rahman, M. N. Bgume, and M. K. Alam. 2007. Effect of irrigation and nitrogen on tomato yield in the grey terrace soil of Bangladesh. J. Soil Nature 1(3): 1-4.
31. Ruiz, J. M., M. Baghour, G. Bretones, A. Belakir, and L. Romero. 1998. Nitrogen metabolism in tobacco plants (N*icotiana tabacum* L.): Role of boron as a possible regulatory factor. Int. J. Plant Sci. 159: 121–126.
32. Tariq, M. and C. J. B. Mott. 2006. Effect of boron supply on the uptake of micronutrients by radish (*Raphanus sativus* L.). J. Agric. and Biol. Sci. 1(2): 1-8.
33. Yoldas, F., S. Ceylan, B. Yagmur and N. Morologan. 2008. Effect of nitrogen fertilizer on yield quality and nutrient content in broccoli. J. Plant Nutr. 31(7): 1333-1343.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1389.1.2.1.7]