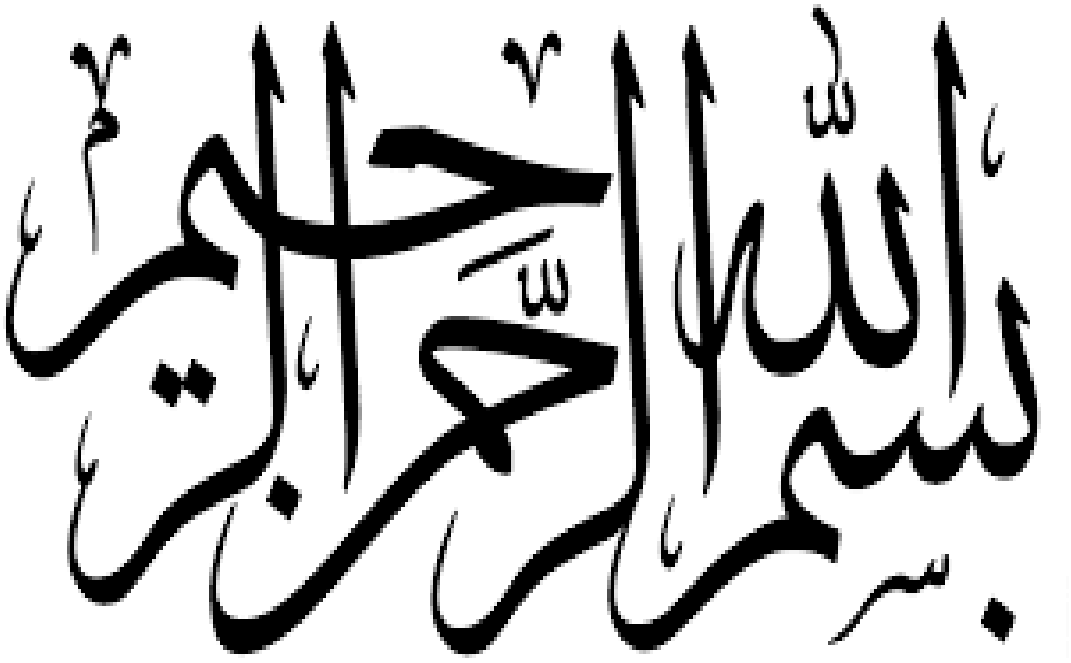

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه باغبانی

عنوان پایان نامه

تاثیر کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور بر عملکرد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه گوجه فرنگی

***(Lycopersicon esculentum* Mill.)**

مهدی نصیرپور

استاد راهنما : دکتر حسن خوش قلب

استاد مشاور: دکتر سید حسین نعمتی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

آذر ۱۳۹۴

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : کشاورزی

گروه : باغبانی

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای **مهدی نصیرپور** به شماره دانشجویی **۹۲۱۴۳۶۴**

تحت عنوان:

تاثیر کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور بر عملکرد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه گوجه فرنگی
(Lycopersicon esculentum Mill.*)*

در تاریخ ۹۴/۹/۲۲ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب مورد پذیرش قرار گرفت.

استاد راهنما	امضاء	استاد مشاور	امضاء
حسن خوش قلب		**سید حسین نعمتی**	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
مهدی رضایی		**مسعود حکیمی تبار**	
حجت اله بداقی			

تقدیم اثر:

عزیزانی که علیرغم گرفتاری های خانوادگی و شغلی مشوق من بوده و مرا کمک نمودند تا دوران تحصیلم را با موفقیت پشت سر بگذارم شایسته آنند تا در آغاز نگارش پایان نامه ام مورد قدردانی و سپاس اینجانب قرار گیرند. تقدیم می کنم این اثر را..

به همسرم با عشق

به پسرم و دخترم با مهر

و به پدر و مادرم که اگرچه شرایط زندگی هیچگاه مجال مکتب و مدرسه به ایشان نداد اما همیشه تنها آرزویشان سلامت، موفقیت و پیشرفت فرزندانشان بوده است. پس..

با بوسه پر اشتیاق بر دستان پر مهر پدر و مادرم.

تشکر و قدردانی :

بدین وسیله مراتب قدردانی و سپاس گزاری خود را از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر حسن خوش قلب و استاد مشاور گرانقدر جناب آقای دکتر سید حسین نعمتی که در طول اجرای پایان نامه، از طراحی و اجرای آزمایش تا تنظیم گزارش نهایی صمیمانه راهنمای اینجانب بودند اعلام می دارم.

از آقایان دکتر مهدی رضایی و دکتر حجت اله بداقی که با لطف، این گزارش را مطالعه و در مقام اساتید داور رهنمودهای لازم را ارائه نمودند قدردانی می نمایم.

از مدیریت و معاونت اجرایی محترم و همکارانم در موسسه کشت و صنعت مزرعه نمونه آستان قدس و شرکت فرآورده های غذایی رضوی که بنده را در اجرای طرح صمیمانه یاری نمودند صمیمانه تشکر می کنم.

از کشاورز نمونه و گوجه کار محترم مزرعه نمونه جناب آقای حسن امامدادی که از ابتدا تا انتهای فصل کشت ضمن همکاری صمیمانه، اینجانب را در اجرای طرح کمک نموده و هماهنگی لازم را مبذول داشتند سپاس گزاری می نمایم.

از جناب آقای مهندس کیانی عضو محترم هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی که در آنالیز داده ها نهایت همکاری را مبذول داشتند بی نهایت تشکر می نمایم.

از تک تک اعضای خانواده ام که با صبوری، پذیرفتند وقتی را که متعلق به ایشان بود صرف امور تحصیلی نمایم صمیمانه قدردانی می کنم.

تعهد نامه

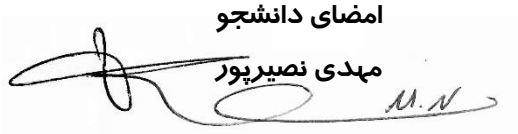
اینجانب مهدی نصیرپور دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه "تاثیر کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور بر عملکرد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)" تحت راهنمائی جناب آقای دکتر حسن خوش قلب متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مهدی نصیرپور



مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده:

به منظور بررسی اثر هیومیک اسید، کلسیم و بور و همچنین کاربرد توام آنها بر عملکرد، خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*. L) رقم زمرد، آزمایشی در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی مشهد در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. سطوح مختلف کودی شامل سه سطح هیومیک اسید (صفر، یک و دو گرم در لیتر) و سه سطح کلسیم (صفر، یک و دو گرم در لیتر) و دو سطح بور (صفر و ۱۵۰ پی پی ام بور خالص) بودند که پس از انتقال نشاء در سه نوبت به فاصله ۲۰ روز از زمان هشت برگی شدن بوته ها محلول پاشی شدند. طرح در قالب بلوک های کامل تصادفی و آرایش اسپلیت پلات نواری با سه فاکتور هیومیک اسید (فاکتور اصلی)، کلسیم (فاکتور فرعی) و بور (زیر فاکتور فرعی) در سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش باعث افزایش چشمگیر سطح برگ گیاه شدند و این افزایش در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. محلول پاشی کلسیم با غلظت دو گرم در لیتر ارتفاع بوته را در سطح احتمال یک درصد و با غلظت یک گرم در لیتر قطر ساقه، طول و قطر میوه را در سطح احتمال پنج درصد بطور معنی داری افزایش داد. محلول پاشی هیومیک اسید و بور باعث افزایش معنی دار تعداد میوه در بوته در سطح احتمال یک درصد شد. همچنین هیومیک اسید وزن تک میوه گوجه فرنگی و وزن میوه در هر بوته را افزایش داد. اما این تغییرات معنی دار نبودند. در بیشتر صفات افزایش غلظت هیومیک اسید و کلسیم اثر منفی بر صفات مورد بررسی داشت. اثر متقابل کاربرد کودها بر صفات پ هاش، اسیدیته قابل تیتراسیون و رنگ بافت میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد به طوری که کاربرد هر سه نوع کود باعث کاهش پ هاش و افزایش مواد جامد محلول کل و کاربرد بور و کلسیم و غلظت بالای هیومیک اسید باعث افزایش معنی دار اسیدیته کل در سطح احتمال پنج درصد گردید. هیومیک اسید میزان ویتامین ث و کلسیم محتوای لیکوپن را اندکی افزایش داد. اگرچه

شاخص قرمزی رنگ (a*) پوست میوه از کاربرد هیومیک اسید و شاخص زردی (b*) و شاخص درخشندگی (L*) آن از محلول پاشی کلسیم و بور به طور مثبت متاثر شدند اما رنگ پوست میوه بطور معنی دار تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت. بر عکس، رنگ بافت میوه گوجه فرنگی رقم زمرد تحت تاثیر اثرات متقابل کودها قرار گرفت بطوری که هیومیک اسید باعث بهبود تشکیل رنگ و کلسیم مانع آن شد.

کلمات کلیدی: هیومیک اسید، کلسیم، بور، گوجه فرنگی، خواص کمی، خواص کیفی

مقالات مستخرج از پایان نامه:

مقاله ۱: بررسی کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور بر خصوصیات شیمیایی و کیفی گوجه فرنگی. پذیرش و چاپ در دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، تهران ، دانشگاه شهید بهشتی، بیستم اسفند ۱۳۹۳.

مقاله ۲: بررسی کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور بر خصوصیات کمی گوجه فرنگی. پذیرش و چاپ در دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی، دانشگاه تهران، چهاردهم اسفند ۱۳۹۳.

3. Effect of Humic Acid, Calcium and Boron foliar application on chemical characteristics and fruit quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Zomorrod)
4. Effect of Humic Acid, Calcium and Boron foliar application on quantitative and yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* CV. Zomorrod)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
فصل دوم: مرور منابع	۷
۱،۲. گوجه فرنگی	۸
۱،۱،۲. پیشینه	۸
۲،۱،۲. خواص گوجه فرنگی	۸
۳،۱،۲. کلیات گیاهشناسی	۱۰
۱،۳،۱،۲. ریشه	۱۱
۲،۳،۱،۲. ساقه	۱۱
۳،۳،۱،۲. برگ	۱۲
۴،۳،۱،۲. گل	۱۲
۵،۳،۱،۲. میوه	۱۳
۶،۳،۱،۲. بذر	۱۳
۴،۱،۲. شرایط لازم برای پرورش گوجه فرنگی	۱۳
۱،۴،۱،۲. احتیاجات آب و هوایی	۱۳
۱،۱،۴،۱،۲. فتوپریودیسم	۱۴
۲،۱،۴،۱،۲. حرارت	۱۴
۳،۱،۴،۱،۲. نور	۱۴
۴،۱،۴،۱،۲. آبیاری	۱۵
۲،۴،۱،۲. خاک	۱۵

۵،۱،۲. گستره کشت و کار ۱۵
۶،۱،۲. ارزش غذایی گوجه فرنگی ۱۶
۷،۱،۲. آمار تولید ایران ۱۸
۲،۲. مواد آلی خاک ۲۰
۳،۲. تغذیه عناصر غیر آلی (کانی) ۲۲
۱،۳،۲. نقش کلسیم و بور در گیاه ۲۴
۴،۲. مروری بر تحقیقات انجام شده کاربرد کودها ۲۸
۱،۴،۲. کاربرد هیومیک اسید ۲۸
۲،۴،۲. کاربرد کلسیم و بور ۳۰
۵،۲. اهداف ۳۳
۶،۲. فرضیه ها ۳۴
فصل سوم: مواد و روش ها ۳۵
۱،۳. مکان آزمایش ۳۶
۲،۳. تیمارهای آزمایش ۳۶
۳،۳. برداشت محصول و اندازه گیری صفات ۳۷
۱،۳،۳. اندازه گیری صفات کمی ۳۷
۱،۱،۳،۳. سطح برگ ۳۷
۲،۱،۳،۳. ارتفاع بوته ۳۷
۳،۱،۳،۳. قطر ساقه ۳۸
۴،۱،۳،۳. اندازه میوه ۳۸
۵،۱،۳،۳. وزن تک میوه ۳۸

۶,۱,۳,۳. عملکرد بوته و مزرعه ۳۸
۲,۳,۳. اندازه گیری صفات شیمیایی ۳۹
۱,۲,۳,۳. مواد جامد محلول کل (TSS) ۳۹
۲,۲,۳,۳. پ هاش ۳۹
۳,۲,۳,۳. اسیدیته کل (TA) ۳۹
۴,۲,۳,۳. لیکوپن ۴۰
۵,۲,۳,۳. ویتامین ث ۴۱
۶,۲,۳,۳. رنگ پوست و بافت میوه ۴۲
۴,۳. آنالیز داده های آزمایش ۴۳
فصل چهارم: نتیجه گیری و بحث ۴۵
۱,۴. نتایج ۴۶
۲,۴. بحث ۴۹
۱,۲,۴. صفات رویشی بوته ۴۹
۱,۱,۲,۴. سطح برگ ۴۹
۲,۱,۲,۴. ارتفاع بوته ۵۳
۳,۱,۲,۴. قطر ساقه ۵۶
۲,۲,۴. صفات رویشی میوه ۵۷
۱,۲,۲,۴. طول میوه ۵۷
۲,۲,۲,۴. قطر میوه ۵۸
۳,۲,۲,۴. شکل میوه ۵۹
۳,۲,۴. صفات مربوط به عملکرد ۶۰

۱,۳,۲,۴. تعداد میوه در بوته ۶۰
۲,۳,۲,۴. میانگین وزن تک میوه ۶۱
۳,۳,۲,۴. وزن میوه در بوته ۶۱
۴,۳,۲,۴. عملکرد ۶۲
۴,۲,۴. صفات شیمیایی ۶۳
۱,۴,۲,۴. مواد جامد محلول ۶۳
۲,۴,۲,۴. پ هاش ۶۴
۳,۴,۲,۴. اسیدیته کل ۶۵
۴,۴,۲,۴. آسکوربیک اسید ۶۶
۵,۴,۲,۴. محتوای لیکوپن ۶۷
۶,۴,۲,۴. ارزیابی رنگ پوست میوه ۶۷
۷,۴,۲,۴. ارزیابی رنگ بافت میوه ۶۸
فصل پنجم: نتیجه گیری کلی ۷۳
فصل ششم: پیشنهادات ۷۷
فصل هفتم: پیوست ها ۷۹
۱,۷. آزمایش خاک ۸۰
۲,۷. نمونه منحنی جذب لیکوپن در دستگاه اسپکتروفتومتری: ۸۱
۳,۷. گواهی پذیرش مقالات ۸۲
فصل هشتم: منابع ۸۳
چکیده انگلیسی ۹۹

فهرست جداول

شماره جدول	عنوان	صفحه
جدول ۱,۲	کشورهای برتر تولید کننده گوجه فرنگی دنیا	۱۶
جدول ۲,۲	محتوای ویتامین ها و مواد معدنی گوجه فرنگی	۱۸
جدول ۳,۲	مقدار عناصر غذایی در برگ گوجه فرنگی و نقش آن در گیاه	۲۳
جدول ۴,۲	سطوح توصیه شده مواد غذایی برای گوجه فرنگی	۲۳
جدول ۱,۴	آنالیز واریانس داده های صفات کمی و عملکرد آزمایش (میانگین مربعات)	۴۷
جدول ۲,۴	آنالیز واریانس داده های صفات کیفی آزمایش (میانگین مربعات)	۴۸

فهرست اشکال

شماره شکل	عنوان	صفحه
شکل ۱,۲	روند افزایش سطح زیر کشت گوجه فرنگی دنیا در دوره ...	۱۷
شکل ۲,۲	روند رشد سطح برداشت، تولید و عملکرد گوجه فرنگی دنیا ...	۱۷
شکل ۳,۲	روند تولید گوجه فرنگی دنیا در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۱۰	۱۷
شکل ۴,۲	روند رشد سطح برداشت، تولید و عملکرد گوجه فرنگی ایران در دوره ...	۱۸
شکل ۵,۲	روند تولید گوجه فرنگی ایران در دوره زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۵	۱۹
شکل ۶,۲	روند تغییرات عملکرد گوجه فرنگی ایران در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۵	۱۹
شکل ۷,۲	میزان تولید چند محصول مهم در ایران در سال های ...	۱۹
شکل ۸,۲	ترکیب عناصر غذایی در بوته و میوه گوجه فرنگی	۲۴
شکل ۱,۴	اثر کاربرد هیومیک اسید بر صفت سطح برگ گوجه فرنگی رقم زمرد	۴۹
شکل ۲,۴	اثر محلول پاشی کلسیم بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی رقم زمرد	۵۰
شکل ۳,۴	اثر متقابل محلول پاشی هیومیک اسید و کلسیم بر میانگین سطح برگ ...	۵۰
شکل۴,۴	اثر متقابل محلول پاشی هیومیک اسید و بور بر میانگین سطح برگ ...	۵۱
شکل ۵,۴	اثر محلول پاشی کلسیم و بور بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی	۵۱
شکل ۶,۴	اثر محلول پاشی هیومیک اسید، کلسیم و بور بر میانگین سطح برگ	۵۲
شکل ۷,۴	تاثیر تیمار کلسیم بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی	۵۴
شکل ۸,۴	اثر متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی	۵۴
شکل ۹,۴	اثر متقابل کود هیومیک اسید و بور بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی	۵۵
شکل ۱۰,۴	اثر متقابل کلسیم و بور بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی	۵۵
شکل ۱۱,۴	تغییرات قطر ساقه گوجه فرنگی رقم زمرد در اثر اعمال تیمار کلسیم	۵۷

فهرست اشکال (ادامه)

شکل ۱۲،۴	تاثیر محلول پاشی کلسیم بر طول میوه گوجه فرنگی	۵۸
شکل ۱۳،۴	تاثیر کاربرد تیمار کلسیم بر قطر میوه گوجه فرنگی	۵۹
شکل ۱۴،۴	اثر محلول پاشی هیومیک اسید و بور بر تعداد میوه در بوته	۶۱
شکل ۱۵،۴	اثر متقابل تیمارهای کودی بر محتوای پ هاش میوه گوجه فرنگی	۶۵
شکل ۱۶،۴	اثر متقابل تیمارهای کودی کلسیم و بور بر میزان اسید کل میوه ...	۶۶
شکل ۱۷،۴	اثر متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر شاخص درخشندگی بافت ...	۶۹
شکل ۱۸،۴	اثر متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر شاخص a* بافت میوه ...	۶۹
شکل ۱۹،۴	اثرات متقابل کود کلسیم و بور بر شاخص b* بافت میوه گوجه فرنگی	۷۰
شکل ۲۰،۴	اثرات متقابل کود کلسیم و بور بر زاویه هیوی بافت میوه گوجه فرنگی	۷۱
شکل ۲۱،۴	اثرات متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر غلظت رنگ بافت میوه ...	۷۱

فصل اول

مقدمه:

خاک محیط پیچیده ای است که محل برخورد تمامی عوامل بکار گرفته شده در امر تولید محصولات کشاورزی می باشد و چنانچه بشر در استفاده از نهاده های کشاورزی رعایت اعتدال را ننماید زیان هایی به این طریق متوجه محیط زیست می گردد که غیر قابل جبران است. روش های سنتی کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی برای رسیدن به حداکثر ممکن تولید کارساز نبوده و بعلاوه متضمن دستیابی به کشاورزی پایدار و اقتصادی نخواهد بود. عرضه مواد آلی به عنوان طبیعی ترین و مطلوب ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک مطرح است (۳۵).

با توجه به کشت متراکم محصولات مختلف در اراضی کشاورزی استفاده از مواد اصلاحی که دارای عناصر غذایی مورد نیاز بوده و یا شرایط را برای جذب عناصر غذایی موجود در خاک فراهم می کنند ضروری به نظر می رسد. از جمله مهم ترین اصلاح کننده ها مواد آلی هستند که به دلیل دارا بودن عناصر غذایی برای گیاه، افزایش فعالیت زیستی و بهبود شرایط فیزیکی از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته اند (۳). از طرفی کودهای آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و مصرف هر دو نوع آن برای ایجاد شرایط مطلوب جهت رشد گیاهان ضروری است. بنابراین استفاده کامل از منابع آلی و یا بیولوژیکی به همراه کاربرد بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی جهت حفظ باروری ساختمان خاک، فعالیت حیاتی و ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد. نتایج سیستم های مختلف کشت و بررسی بوم شناسی مرتبط با استفاده از کودهای آلی نشان دهنده نتایج مثبت کاربرد مشترک کودهای شیمیایی و منابع آلی و بیولوژیک تغذیه گیاهی در چارچوب سیستم های تلفیقی تغذیه گیاهی است. اثرات مثبت مواد آلی بر عملکرد محصولات و خصوصیات خاک توسط تعداد زیادی از محققان داخلی و خارجی مورد تایید قرار گرفته است (۳).

تعداد زیادی از مواد آلی و غیرآلی در کشاورزی برای بهبود نگهداری عملکرد و کیفیت گیاهان استفاده می شود. مواد هیومیکی (هیومیک و فولویک اسیدها) ۷۰-۶۵ درصد مواد آلی خاک را تشکیل می دهند و موضوع مهمی برای مطالعه در زمینه های مختلف کشاورزی مثل شیمی خاک، حاصلخیزی و فیزیولوژی گیاه و علوم محیطی می باشند زیرا این مواد نقش های چندگانه ای بازی کرده و می توانند

اثرات سودمندی بر رشد گیاه داشته باشند. هیومیک اسید یک محصول تجاری و شامل عناصر غذایی فراوانی است که موجب بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی در دسترس گیاهان شده و در نتیجه بر رشد و عملکرد آنها تاثیر می گذارد. از طرفی با کاربرد مواد آلی می توان اثرات منفی کودهای شیمیایی و بعضی مواد شیمیایی خاک را حذف نموده یا کاهش داد و ضمن کاهش نیازهای کودی و هزینه های کوددهی، محصول را افزایش داد. چندین فرضیه برای بیان تاثیر هیومیک اسید پیشنهاد شده است که شامل تشکیل کمپلکس بین هیومیک اسید و یونهای معدنی، تاثیر هیومیک اسید در تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم نوکلئیک اسید و فعالیت آنزیمی و هورمونی هیومیک اسید می باشند (۳۱).

هیومیک اسید که خودحاصل تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسمهای مفید خاک می باشد، از همه موجودات زنده و بخصوص گیاهان درمقابل انواع تنش های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می کند. هیومیک اسید بطور طبیعی در همه خاکهای کشاورزی وجود دارد اما روشهای غلط کشاورزی میزان و کارایی آن را در خاکهای کشاورزی به شدت کاهش داده است. کودهای شیمیایی از تواناییهای هیومیک اسید می کاهد وسموم گوناگون به تولید آن آسیب می‌رسانند. بعلاوه روشهای نادرست خاک‌ورزی به شسته شدن این مواد مفید ازخاک منجر می‌شود. نتیجه اینکه تولیدات کشاورزی در عصر حاضر تا حدود زیادی از محتوای طبیعی خود تهی شده وتعادل عنصری خود را ازدست داده‌اند (۱۲).

روش مصرف کودها نیز می تواند برکارایی و میزان مصرف کود تاثیر بگذارد. در کودپاشی سنتی مقداری از موادی که از راه خاک و از طریق سیستم ریشه به گیاه داده می شود در لابلای ذرات خاک تثبیت شده و یا به سرعت آبشویی می شوند در صورتی که در روش محلول پاشی روی برگ ها کود کمتری مصرف می گردد (۳۱). بعلاوه بسیاری از کودها که در اثر مصرف خاکی تحت شرایط پ هاش خاک و در اثر واکنش با ذرات رس و سایر یونهای موجود در ریزوسفر ریشه ممکن است تثبیت شده و یا در اثر آبشویی از دسترس گیاه خارج شوند، در روش محلول پاشی بطور موثری جذب و مورد استفاده گیاه قرار می گیرند.

گوجه فرنگی یکی از پرمصرف ترین سبزیجات در دنیا می باشد. این گیاه، چندساله و از اعضاء خانواده سولاناسه می باشد که در مناطق معتدل بصورت یکساله کشت و کار می شود. گوجه فرنگی منبع مهمی از ترکیبات آنتی اکسیدانی، لیکوپن و پلی فنل ها می باشد (۳۱). گوجه فرنگی از لحاظ اهمیت در رده های اول محصولات سبزی و صیفی قرار دارد. میوه آن سرشار از انواع ویتامین و املاح است و به صورت های مختلف تازه خوری و فرآوری قابل مصرف می باشد. در نتیجه تولید آن در دنیا به سرعت گسترش یافته است که علاوه بر تولید مزرعه ای در سطح وسیعی در گلخانه نیز کشت می شود. بر اساس آمار خواربار جهانی در سال ۲۰۱۳ میزان تولید گوجه فرنگی در جهان حدود ۱۶۴میلیون تن گزارش شده است. کشور چین با تولید ۴۸ میلیون تن در سال اولین کشور تولید کننده این محصول در دنیا بوده و کشور ایران با تولید ۶ میلیون تن، رتبه ششم تولید گوجه فرنگی دنیا را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۰۷ ایران با تولید پنج میلیون تن هفتمین تولید کننده این محصول بود (۷۵)، که این روند افزایشی نشان دهنده اهمیت این محصول در کشور می باشد. میوه گوجه فرنگی به علت بافت نرم و آبکی در زمان برداشت از فسادپذیری بالایی برخوردار می باشد. مخصوصا زمانی که میوه رسیده و نرم بوده، فاصله محل تولید تا مصرف زیاد و شرایط حمل و نقل و نگهداری مناسب نباشد، درصد ضایعات میوه افزایش می یابد. هر اندازه سفتی بافت میوه زیاد باشد، ماندگاری میوه بهتر بوده و از ضایعات کمتری برخوردار خواهد بود.

کلسیم در استحکام بافت و نگهداری اکثر میوه ها از جمله گوجه فرنگی موثر است. پیوندهای کلسیم به صورت پکتات در تیغه های میانی برای استحکام دیواره سلولی و بافت گیاهی ضروری می باشد. تخریب پکتاتها به وسیله آنزیم پلی گالاکتوروناز صورت می گیرد. زمانی که کلسیم به اندازه کافی موجود باشد، از تخریب پکتات ها جلوگیری می شود (۳۸). مشکل انتقال و حرکت کلسیم در داخل گیاه بیشتر از مشکل جذب آن است. به دلیل حرکت کند کلسیم در آوندهای چوبی و توزیع غیریکنواخت در اندام های مختلف گیاه کمبود آن به وفور در میوه مشاهده می شود (۱۳). بنابراین لازم است با روش هایی همانند محلول پاشی، مقدار کلسیم را در میوه ها افزایش داد (۴۳).

بور یکی از عناصر ریزمغذی است که برای متابولیسم گیاهان لازم است و سبب شکل گیری پکتین دیواره سلولی، سنتز اسیدها، تقسیم سلولی، انتقال کربوهیدرات ها و آنزیم ها می شود. بور نقش مهمی در جوانه زنی و رشد لوله گرده دارد. این عنصر در تقسیم میوزی و در تولید بذر گیاهان نقش موثری دارد. در میوه کیوی برای تولید بذرهایی با اندازه مناسب جزء عناصر ضروری می باشد. کمبود بور در گوجه فرنگی سبب کاهش جوانه زنی دانه گرده و رشد لوله گرده و نمو میوه می شود. در گیاهان با کمبود بور دانه های گرده می ترکند و رشد لوله گرده کاهش می یابد و گاهی سوختگی نوک برگ نیز اتفاق می افتد (۱۰). مقدار بحرانی بور برای گوجه فرنگی بسیار پایین است و در اغلب رقم ها در کمتر از ۱۸ میلی گرم در لیتر ظاهر می شود. در بعضی رقم ها کمبود در ۵-۲ میلی گرم در لیتر ظاهر می شود. محدوده باریکی بین کمبود و سمیت بور در گوجه فرنگی وجود دارد. همچنین سمیت بور سبب کاهش رشد گیاه ، اندازه میوه و عملکرد می شود. با محلول پاشی بور ، غلظت بور و بدنبال آن میزان کربوهیدرات و انرژی بیشتری در گیاه ایجاد شده و درصد تشکیل میوه افزایش معنی داری پیدا می کند (۱۰).

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر کاربرد هیومیک اسید ، کلسیم و بور بر رشد گیاه، عملکرد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و کیفیت گوجه فرنگی انجام شد و از آنجا که بیشتر مطالعات تغذیه ای هیومیک اسید در شرایط کشت بدون خاک و در شرایط آزمایشگاه یا گلخانه انجام شده و کمتر در شرایط کشت خاکی در مزرعه صورت گرفته است لذا این آزمایش در شرایط مزرعه ای بر روی گوجه فرنگی رقم زمرد انجام شد.

فصل دوم

مرور منابع:

۱،۲. گوجه فرنگی:

گوجه فرنگی جزو یکی از مهم ترین محصولات باغبانی در جهان محسوب می گردد. قابلیت تازه خوری و فرآوری این محصول، نقش بسزایی در پذیرش سریع و همگانی آن به عنوان یک محصول غذایی مهم داشته است. گوجه فرنگی‌گیاهی است چند ساله که اکثراً بصورت یکساله کشت می گردد. این گیاه حساس به سرمای اول پاییز بوده و قابلیت کشت در اکثر مناطق دنیا را دارا می باشد. امروزه ارقام مختلفی برای مناطق، روشهای تولید و استفاده های غذایی متفاوت تولید شده است. به دلیل ارزش بالای تغذیه ای، خاصیت آنتی اکسیدانی و پتانسیل تولید بالا در مدت کوتاه، سطح زیر کشت آن روز به روز در حال افزایش است (۵۰ و ۷۵).

۱،۱،۲. پیشینه:

موطن اصلی این گیاه آمریکای جنوبی است (۷۰ و ۱۱۰). در قرن شانزدهم در کشور پرو به مقدار زیاد کشت می شده است. در قرن هفدهم گوجه فرنگی به انگلستان و هلند راه یافت و چون بسیار گران بود فقط مردم ثروتمند می‌توانستند از آن استفاده کنند (۱۰۹). گوجه فرنگی ابتدا به عنوان گیاه زینتی در باغچه ها مورد استفاده قرار گرفت و به نام سیب طلایی یا سیب عشق معروف شد. مصرف گوجه فرنگی به عنوان نوعی سبزی از قرن نوزدهم میلادی به بعد شروع شد و بعد از جنگ جهانی اول به تدریج بر مصرف آن اضافه شد؛ طوری که امروزه به صورت خام و پخته یا به صورت سس و رب موارد استعمال زیادی دارد. گوجه فرنگی در حال حاضر در تمام مناطق دنیا کشت می‌شود و تقریباً در تمام فصول سال وجود دارد. خویشاوندان گوجه فرنگی خوراکی، محیط های متنوعی را در طول و عرض جغرافیایی اشغال می کنند و خزانه ژنی پایان ناپذیری برای اصلاح گونه ها فراهم می کنند.

۲،۱،۲. خواص گوجه فرنگی:

گوجه‌فرنگی سرشار از ویتامینA، B_1، B_2 و C، آب، املاح و مواد معدنی از جمله کلسیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، منیزیم، آهن، مس، روی، آرسنیک و کبالت است. میزان قند موجود در گوجه فرنگی (گلوکز و

فروکتوز) اندک بوده و علاوه بر آن مقداری پروتئین و چربی نیز در گوجه فرنگی وجود دارد. بررسی ترکیبات و مواد موجود در گوجه فرنگی نشان می دهد که در میوه ی گوجه فرنگی رسیده، تقریبا تمام آمینواسیدهای اصلی به استثنای تریپتوفان وجود دارد. اسید آلی اصلی و عمده‌ی موجود در گوجه فرنگی، سیتریک اسید است. اسیدیته ی میوه به تدریج از مرحله ی سبزی به طرف قرمز شدن افزایش می یابد و حداکثر آن، موقع تغییر رنگ و آغاز قرمز شدن است و پس از آن رو به کاهش می گذارد. ماده رنگی اصلی و عمده گوجه فرنگی کاروتنوئید، بتاکاروتن و لیکوپن می باشد. حداکثر مقدار کاروتنوئیدها در حالتی است که گوجه فرنگی در زیر تابش مستقیم نور رشد می کند. لیکوپن یکی از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های کاروتنوئیدی است که نام آن از گونه خاصی از گوجه فرنگی استنتاج شده است. پوست گوجه فرنگی حاوی مقادیر فراوانی از کاروتنوئیدها بوده که به وسیله سلول‌های روده انسان جذب می شود. بنابراین اغلب توصیه می شود که این سبزی خوش‌طعم همراه با پوست میل شود. گوجه فرنگی به علت دارا بودن مواد مغذی زیاد، یکی از پایه‌های اصلی سبزی‌ها در رژیم‌های غذایی معروف و کارآمد است. نکته جالب آن است که پختن گوجه فرنگی سبب از بین رفتن یا کاهش میزان مواد مغذی آن نشده و حتی در برخی موارد، هضم آن را در بدن آسان تر می کند. نکته مهمی که پیش از مصرف کردن گوجه فرنگی باید رعایت شود، شستن و ضدعفونی کردن آن است.

مصرف گوجه فرنگی سبب کاهش ابتلا به سرطان لوزالعمده و پروستات می شود. تأثیر گوجه فرنگی در درمان سرطان‌های ریه، معده و سایر انواع آن نیز مورد بحث و تحقیق است (۹۱ و ۱۱۸). اثر گوجه فرنگی در این بیماری‌ها به لیکوپن آن نسبت داده می شود. لیکوپن گوجه فرنگی، آنتی‌اکسیدانی است که مانع ایجاد کلسترول بد خون می شود و به همین دلیل از بروز حملات و بیماری‌های قلبی جلوگیری می کند. باید دقت شود که مصرف گوجه‌فرنگی خام سبب دفع بخش زیادی از لیکوپن موجود در آن می شود. بنابراین بهتر است که گوجه‌فرنگی بیشتر به صورت پخته مصرف شود زیرا در این صورت، لیکوپن بیشتری در دسترس سلول‌های بدن قرار می گیرد. از آنجا که مصرف گوجه فرنگی همراه با سایر سبزی‌ها از جمله کلم بروکلی توصیه می شود، احتمال مکمل بودن این سبزی‌ها و تأثیر همزمان آنها

در درمان بیماری وجود دارد. گوجه‌فرنگی به دلیل داشتن فیبر و فقدان نمک و قند غذای مناسبی برای افراد مبتلا به دیابت و فشار خون بوده و درکاهش وزن افراد مؤثر است. مصرف مداوم گوجه فرنگی همراه با غذا و به صورت سالاد، سیستم عصبی بدن را تقویت کرده و آرامش را به همراه خواهد آورد. ویتامین A موجود در گوجه فرنگی، سبب تقویت بینایی و سلامت پوست، مخاط و استخوان‌ها می شود.

علاوه بر آنکه گوجه فرنگی مصرف خوراکی و درمانی دارد، برخی از انواع آن به صورت زینتی مورد استفاده قرار می گیرد. تفاوت گونه‌های متعدد گوجه فرنگی در پ هاش، رنگ، آلودگی به بیماری‌ها و مقاومت مکانیکی است. گوجه فرنگی را باید هنگامی که به طور کامل رسیده و قرمز شد، مصرف کرد. به طور معمول، میوه گوشت دار گوجه فرنگی را هنگامی که به طور کامل رسید، از بوته جدا می کنند. اما در برخی موارد، گوجه فرنگی سبز بالغ را می چینند تا با گذشت زمان رسیده و قرمز شود.

گوجه فرنگی را به دو صورت خام و پخته مصرف می کنند و صنعتگران غذا نیز با استفاده از تکنولوژی و دانش روز، انواع متنوعی از محصولات غذایی تهیه شده از گوجه فرنگی را به بازارها عرضه کرده‌اند. محصولاتی از قبیل رب گوجه‌فرنگی، پوره گوجه فرنگی، آب گوجه‌فرنگی، سس گوجه فرنگی، پودر گوجه فرنگی و... .

۳،۱،۲. کلیات گیاه شناسی:

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) از گیاهان عالی گلدار ، راسته دولپه ای ها و از خانواده Solonaceae و جنس *Lycopersicon* است. این جنس معمولاً به دو زیر جنس تقسیم می شود. زیر جنس Eulycopersicun که شامل گونه های میوه قرمز و زیر جنس Eriopersicon به طور که عمده شامل انواع میوه سبز می باشد. تاکنون ۹ گونه در داخل این جنس شناسایی شده است. به علت وجود تنوع بسیار زیاد در جنس *Lycopersicon* بحث روی طبقه بندی تاکسونومیکی این جنس هنوز هم ادامه دارد. تمامی گونه های این جنس، دیپلوییدهای علفی یکساله یا چند ساله کوتاه عمر با ۴۲ کروموزوم غیر جنسی هستند. اساساً کلیه انواع زراعی گوجه فرنگی متعلق به گونه

esculentum می باشد. این گیاه دارای واریته های بسیاری است.که در زیر برخی از آنها آورده می شود (۴۲):

۱. گوجه فرنگی معمولی *Lycopersicon esculentum* Mill. var. commun

۲. گوجه فرنگی برگ پهن *Lycopersicon esculentum* Mill. var. grandifolium

۳. گوجه فرنگی ریز آلبالویی شکل *Lycopersicon esculentum* Mill. var. Cerasiform

۴. گوجه فرنگی گلابی شکل *Lycopersicon esculentum* Mill. var pyriform

۵. گوجه فرنگی با ساقه محکم و ایستاده *Lycopersicon esculentum* Mill. var.validum

بعضی گوجه فرنگی را بر اساس زودرسی، میان رسی و دیررسی تقسیم بندی می کنند. عده ای دیگر بر اساس پاکوتاه و پابلند بودن بوته آن را طبقه بندی می کنند (۲۶).

۱,۳,۱,۲. ریشه:

گوجه فرنگی دارای ریشه عمیقی بوده که در زمین های نرم تا عمق بیش از دو متر نیز فرو می رود. ۷۰ درصد ریشه های فرعی در عمق ۲۵ سانتیمتری خاک قرار می گیرند. در شرایط کشت نشاء از رشد ریشه اصلی کاسته شده و ریشه های جانبی قوی تولید می شود. ریشه جانبی برخلاف ریشه اصلی ابتدا رشد افقی دارد و به گیاه امکان جذب از سطح گسترده ای از بستر را می دهد و در دراز مدت نگهداری گیاه را بعهده می گیرد (۵).

۲,۳,۱,۲. ساقه:

ساقه گوجه فرنگی به دو صورت رشد محدود و رشد نامحدود رشد می کند. در روش رشد محدود رشد ساقه با تشکیل گل آذین در راس آن، متوقف شده و جوانه پایین دست آن بطور مایل نسبت به حالت قبلی شروع به رشد و تولید شاخه جدید می نماید. در روش رشد نامحدود خوشه های گل بصورت جانبی بین دو گره در اطراف ساقه بوجود می آیند و مانع رشد ساقه نمی شود. ساقه جوان گوجه فرنگی علفی، گرد، صاف، شکننده و کرکدار بوده که در اثر مسن شدن گوشه دار، سخت و تقریبا خشبی می

گردد. ساقه، خزنده و منشعب بوده و به طول ۱/۵ متر می رسد ولی بعضی از واریته های آن به نام mudilav دارای ساقه کوتاه ، محکم و ایستاده است و در هوا بدون کمک قیم می‌ایستد (۵).

۳،۳،۱،۲. برگ:

برگها در گوجه فرنگی مرکب و متناوب است و اندازه برگها نسبت به انواع مختلف، متفاوت می‌باشد. تعداد برگها نیز برحسب واریته، دما و شرایط نوری متغیر خواهد بود. رنگ برگها سبز روشن بوده و پشت آنها معمولا از کرک های ریزی پوشیده شده است (۵).

۴،۳،۱،۲. گل:

گوجه فرنگی گیاهی است خودگشن که دارای‌گل های کوچک و کامل بوده و اندام نر (پرچم) و اندام ماده (مادگی) فعال دارند و به صورت خوشه در روی ساقه و در فاصله بین دو گره ظاهر می‌شوند. معمولاً ۶-۴ گل در هر گل‌آذین مرکب وجود دارد (۴) و در هر بوته ممکن است بیش از ۲۰ گل‌آذین متوالی در طی دوره زندگی تولید گردد. جام گل از پنج گلبرگ زرد رنگ به هم پیوسته که در انتها از هم جدا هستند تشکیل شده است. گلبرگها برگشته، پهن و نیزه‌ای شکل می‌باشند. کاسه گل سبز رنگ دارای پنج کاسبرگ بلند و کشیده یا نیزه‌ای شکل است که در ابتدا کوچکتر از گلبرگها بوده ولی با رشد میوه بر طول آن افزوده می‌شود و در زمان رسیدن میوه‌ها به رنگ سبز و متصل به میوه باقی می ماند. پرچمها به تعداد پنج عدد با بساکهای بزرگ که در روی میله کوتاهی قرار می‌گیرند. مادگی از دو یا چند برچه تشکیل شده است. گل ها در طول روز باز می شوند و کلاله ها به مدت ۷-۴ روز پذیرا می باشند. بارورسازی گل ها در اکثر ارقام امروزی معمولاً در دمای روزانه ۳۰-۱۲و دمای شبانه ۲۰-۱۵ درجه سانتی گراد صورت می پذیرد. بسته به درجه حرارت، عمل بارورسازی بین ۸-۴ ساعت پس از گرده افشانی انجام می شود. در بسیاری از ارقام در صورتی که دمای روزانه بالاتر از ۳۲ درجه باشد تشکیل میوه کاهش می یابد و در دمای ۴۰ درجه بسیار ناچیز می باشد. بیشترین دوره های حساس دمایی در هنگام تشکیل میوه، در حدود ۱۰-۵ روز قبل از شکوفه دهی و ۳-۲ روز پس از گرده افشانی

اتفاق می افتد. تشکیل میوه در بوته گوجه فرنگی تابع چند عامل است که در یکدیگر تاثیر متقابل دارند. این عوامل عبارتند از مواد غذایی ، درجه حرارت و طول مدت روز. از طرف دیگر رطوبت زیاد هوا و یا ریزش آب روی گلها در هنگام تلقیح میزان میوه دهی را به شدت پایین می آورد (۴۱).

۵,۳,۱,۲. میوه:

میوه گوجه فرنگی یک سته گوشتی است که در هنگام رسیدن به رنگ قرمز یا زرد در آمده و ممکن است صاف یا با شیارهای طولی همراه باشد (۵). رنگ و شکل میوه ، دیر یا زودرس بودن، گوشتی یا آبدار بودن و بالاخره صاف یا چروک بودن میوه در واریته های مختلف گوجه فرنگی متفاوت است. گوجه فرنگی در دما و شرایط رشدی مناسب، دوره تولید مثل خود را در سه یا چهار ماه کامل می کند. با این حال، این مدت بـه شدت بـه نـوع رقم بستگی دارد. اولین گلدهی ۸-۷ هفته پس از نشا کردن صورت می گیرد و بعد از سپری شدن ۷-۶ هفته از اولین گلدهی، میوه می‌رسد. میوه‌ها گوشتی و دارای دو تا چند حفره و تعداد زیادی تخم های قلبی شکل کوچک می‌باشد (۴۱).

۶,۳,۱,۲. بذر:

بذر گوجه فرنگی کوچک، سبک، پهن و سفید رنگ است که ۵-۳ میلی‌متر قطر دارد (۶) و حدود ۵-۴ سال قوه نامیه خود را حفظ می کند. وزن هزاردانه بذر گوجه فرنگی حدود چهار گرم است (۵).

۴,۱,۲. شرایط لازم برای پرورش گوجه فرنگی:

۱,۴,۱,۲. احتیاجات آب و هوایی:

گوجه فرنگی محصول فصل گرم است که به ۴-۳ ماه از زمان کاشت تا تولید اولین میوه رسیده احتیاج دارد. در شرایطی که هوا خشک و درجه حرارت در محدوده ۱۸ تا ۲۹ درجه سانتیگراد باشد بهترین رشد را دارد. در حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد رشد متوقف می شود و اگر کاهش حرارت ناگهانی باشد دچار سرمازدگی می شود. در کمتر از صفر درجه یخ می زند و در دماهای بالای ۳۵ درجه سانتیگراد رشد آن متوقف می گردد و میوه آن تشکیل نمی گردد. در رطوبت و حرارت بالا بیماری شاخ و برگ

زیاد می شود. اگر نور آفتاب شدید باشد میوه ها دچار آفتاب سوختگی می شوند. باد گرم و خشک هم سبب ریزش گلها می شود. بنابراین، در مناطقی که چنین بادهایی وجود دارد، باید مزرعهٔ گوجه فرنگی به وسیلهٔ نهرهای پر از آب و یا درختان بادشکن محافظت شود. آبیاری سبب کاهش دما و افزایش رطوبت محیط می گردد. مزرعهٔ گوجه فرنگی مرتبا باید آبیاری شود. خشک شدن سطح خاک به ریزش گلها کمک می کند. شایان ذکر است که آبیاری بیش از مقدار لازم مانع از تشکیل میوه می گردد (۳۲).

۱,۱,۴,۱,۲. فتوپریودیسم: گوجه فرنگی جزء گیاهان بی تفاوت نسبت به طول روز می باشد که تمایل به طرف روزبلندی دارد (۴).

۲,۱,۴,۱,۲. حرارت:

گوجه فرنگی گیاه فصل گرم است که در مقابل سرما حساس بوده و یخبندان به شدت به آن صدمه می زند. درجه حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد در روز و ۱۸ درجه سانتیگراد در شب برای گیاه مناسب شناخته شده است (۶). بهترین دما برای رشد و نمو گوجه فرنگی بین ۱۹ تا ۲۹ درجه سانتیگراد می باشد. در بالاتر از ۳۷ درجه سانتی گراد رشد و نموش متوقف در کمتر از ۱۳ درجه سانتیگراد گرده ها به طور کامل جوانه نمی زنند و گلها تلقیح نمی شوند؛ بنابراین میوه کافی به وجود نخواهد آمد. اندازه میوه در دمای بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد افزایش نمی یابد. رنگ پذیری میوه های رسیده تحت شرایط دمای بالای ۱۶ درجه سانتیگراد می باشد (۳۲).

۳,۱,۴,۱,۲. نور:

متوسط شدت نور لازم برای گوجه فرنگی ۲۰۰۰۰ لوکس معین شده است. حداقل نور برای فاز زایشی ۱۰ کیلو لوکس می باشد. کمبود نور در پاییز و زمستان در کشت های گلخانه ای باعث اختلال رشد و نمو، ظهور دیر وقت گل‌آذین، بدشکلی گل‌آذین و ریزش گل ها می گردد (۵).

۴,۱,۴,۱,۲. آبیاری:

هدف از آبیاری تامین رطوبت کافی برای ریشه های گیاه است بدون آن که سبب کمبود اکسیژن برای ریشه گردد (۳۲). آبیاری نامنظم و خشکی طولانی که بارش ناگهانی به دنبال آن باشد باعث ترکیدگی میوه می شود. رطوبت نسبی دراز مدت باعث چسبیدن گرده ها و تاثیر منفی روی لقاح و عملکرد دارد (۵). رطوبت بالا همچنین می تواند باعث شیوع بیماری های قارچی در گوجه فرنگی گردد. مصرف آب تا زمان میوه دادن افزایش می یابد (۳۲).

۲,۴,۱,۲. خاک:

گوجه فرنگی را در هر نوع خاک می توان کاشت. به شرط آنکه از زهکش خوب برخوردار باشد؛ آفتاب‌گیر بوده و از نظر مواد غذایی نیز کاملاً غنی باشد. از کشت گوجه فرنگی در خاک های شور و قلیا باید اجتناب کرد. اراضی شنی برای تولید محصول زودرس بر سایر انواع خاکها ترجیح داده می شوند زیرا زودتر گرم می گردند. در نقاطی که تداوم دورهٔ برداشت میسر است و دورهٔ رشد طولانی می باشد، برای برداشت حداکثر محصول، توصیه می شود از خاکهای رسی و سیلتی- لومی استفاده شود؛ ولی این خاکها به وسیلهٔ مواد آلی و کودهای حیوانی سبک شوند. گوجه فرنگی یکی از سبزیهایی است که اسیدی بودن خاک را خوب تحمل می کند و مناسب ترین پ هاش برای حداکثر رشد آن بین ۷-۵/۵ می باشد. خاکی که برای این منظور استفاده می شود باید پوک، قوی و بافت آن شنی یا شنی لومی بوده و زهکشی در آن بخوبی انجام گیرد (۵).

۵,۱,۲. گستره کشت و کار:

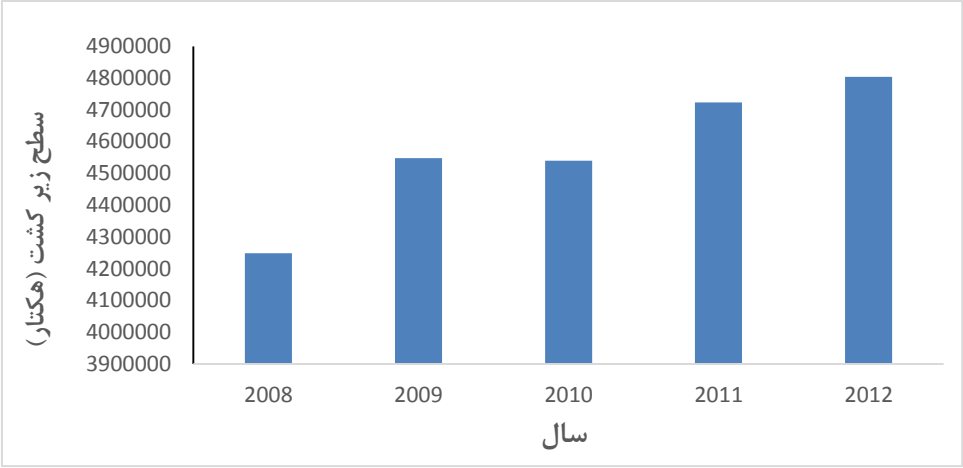
گوجه فرنگی در حال حاضر در تمام مناطق دنیا کشت می شود و تقریبا در تمام فصول سال وجود دارد و از محبوب ترین و پرمصرف ترین سبزیجات در دنیا است. سطح زیر کشت آن در سال ۲۰۱۳ در دنیا بیش از ۵/۵ میلیون هکتار و تولید آن حدود ۱۶۴ میلیون تن بوده است. ایران جزو ۱۰ کشور برتر تولید کننده گوجه فرنگی در دنیا می باشد (۱۲۹) (جدول ۱,۲).

جدول ۱,۲- کشورهای برتر تولید کننده گوجه فرنگی در دنیا (۷۵)

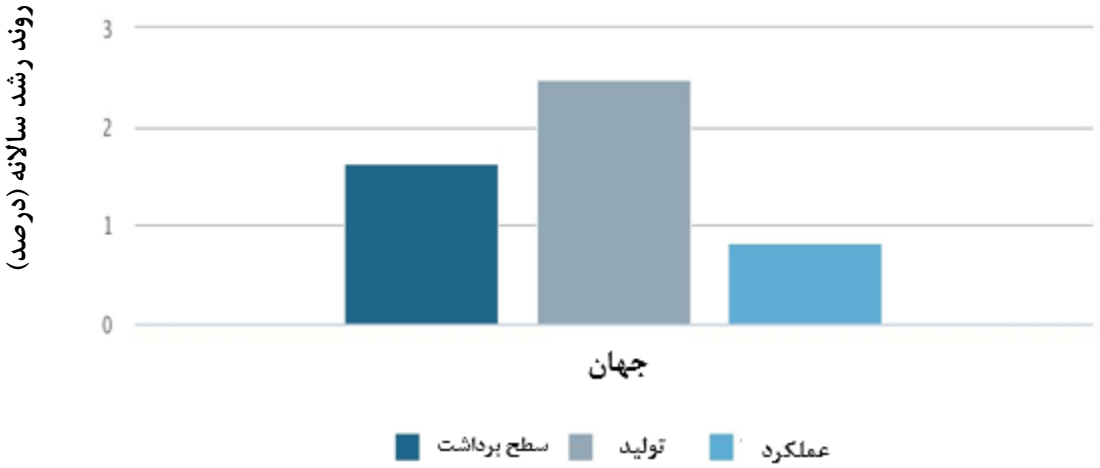
کشور	۲۰۱۲ تن	۲۰۱۳ تن
چین	۵۰،۵۵۲،۲۰۰	۴۸،۰۵۷،۲۰۰
هند	۱۸،۲۲۷،۰۰۰	۱۸،۶۵۳،۰۰۰
امریکا	۱۲،۵۷۴،۵۵۰	۱۳،۲۰۶،۹۵۰
ترکیه	۱۱،۸۲۰،۰۰۰	۱۱،۳۵۰،۰۰۰
مصر	--	۸،۶۲۵،۲۱۹
ایران	--	۶،۰۰۰،۰۰۰
ایتالیا	--	۵،۱۳۱،۹۷۷
اسپانیا	--	۴،۰۰۷،۰۰۰
برزیل	--	۳،۸۷۳،۹۸۵
مکزیک	--	۳،۴۳۳،۵۶۷

۶,۱,۲. ارزش غذایی گوجه فرنگی:

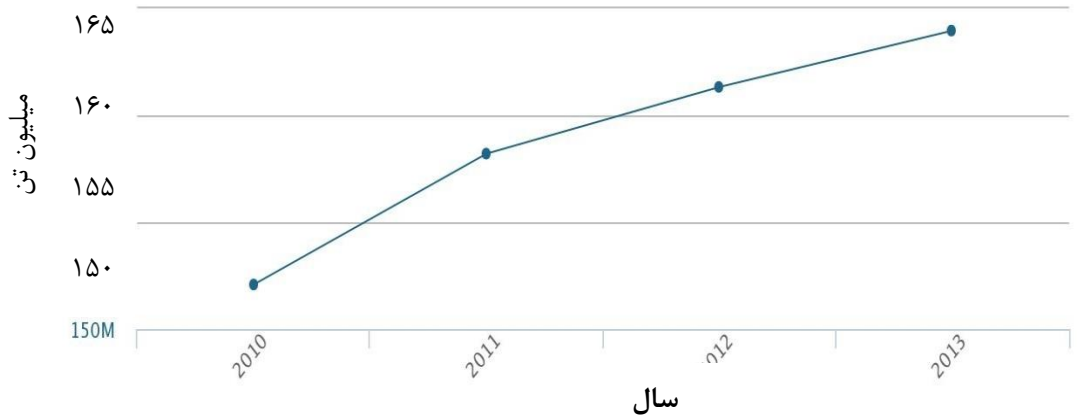
میوه گوجه فرنگی لذیذ بوده و هضم راحت دارد و رنگ آن اشتها برانگیز است. محتوای چربی و کالری گوجه فرنگی پایین است، فاقد کلسترول بوده و منبع خوبی از فیبر می باشد (۱۱۸). گوجه فرنگی حاوی مواد غذایی نظیر ویتامین آ، ب، ث و آهن، پتاسیم، فسفر (۵۵)، منیزیم و کلسیم است (۱۴۲). همچنین حاوی لیکوپن (رایج ترین شکل کاروتنوئیدها) است؛ یک ترکیب آنتی اکسیدانی که خطر توسعه سرطان روده بزرگ، رکتال، پروستات و معده را کاهش می دهد (۹۱). بدلیل ارزش بالای تغذیه ای و بخاطر پتانسیل تولید بالا در مدت کوتاه از دیدگاه اقتصادی مورد توجه می باشد و لذا سطح زیر کشت و تولید آن در حال افزایش است (شکل ۱,۲، ۲,۲، ۳,۲). جدول شماره (۲,۲) بیانگر بعضی محتویات میوه گوجه فرنگی سبز نارس و رسیده است (۱۰۸).



شکل (۱,۲). روند افزایش سطح زیر کشت گوجه فرنگی دنیا در سال های ۲۰۱۲-۲۰۰۸ (۷۵)



شکل (۲,۲). روند رشد سطح برداشت، تولید و عملکرد گوجه‌فرنگی دنیا در دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۰ (۷۵)



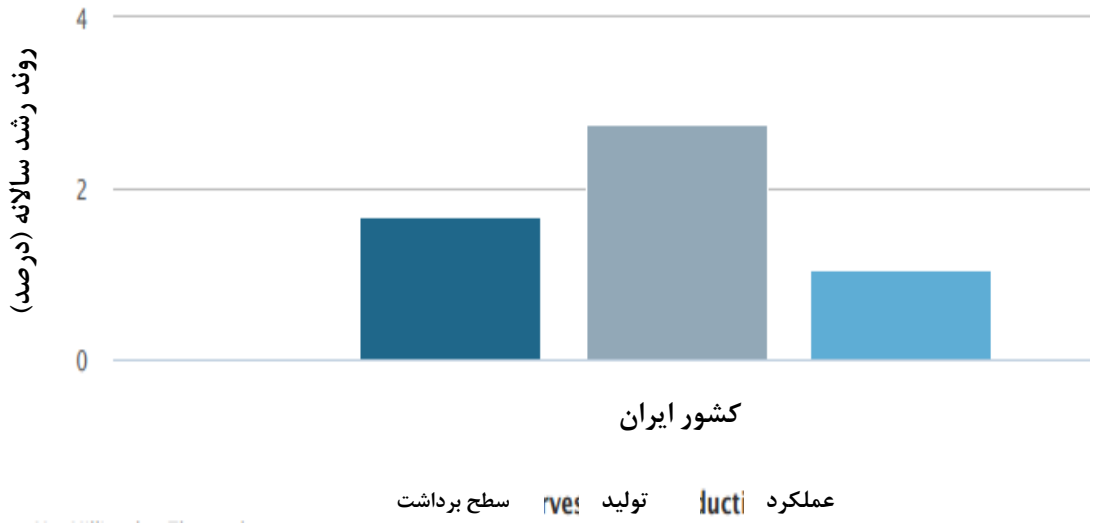
شکل (۳,۲). روند تولید گوجه فرنگی دنیا در بازه زمانی ۲۰۱۳- ۲۰۱۰ (۷۵)

جدول ۲,۲- محتوای ویتامین ها و مواد معدنی گوجه فرنگی (در ۱۰۰ گرم قسمت خوراکی) (۱۰۸)

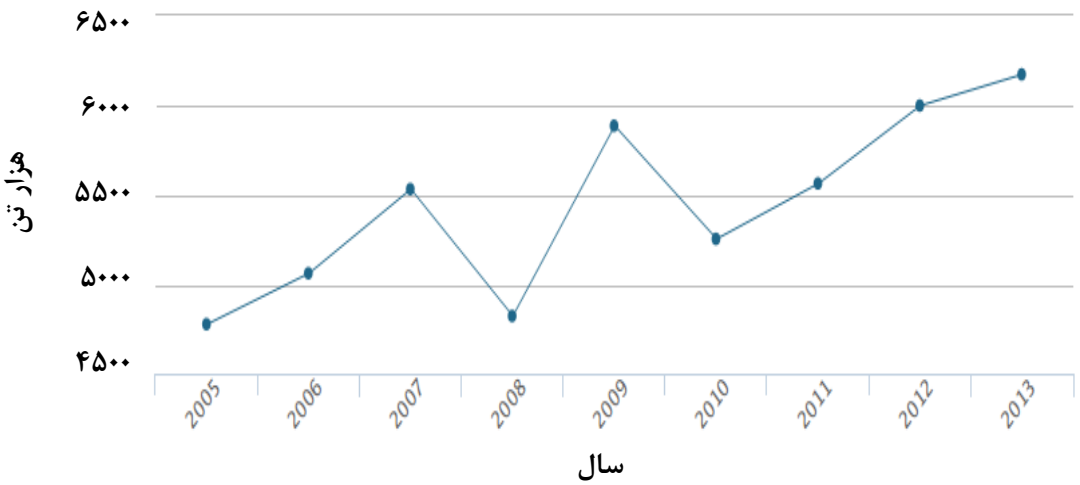
محتویات	سبز	رسیده
کلسیم (میلی گرم)	۱۳	۱۳
فسفر (میلی گرم)	۲۷	۲۷
آهن (میلی گرم)	۰/۵	۰/۵
سدیم (میلی گرم)	۳	۳
پتاسیم (میلی گرم)	۲۴۴	۲۴۴
ویتامین آ (واحد بین المللی)	۲۷۰	۹۰۰
تیامین (میلی گرم)	۰/۰۶	۰/۰۶
ریبوفلاوین (میلی گرم)	۰/۰۴	۰/۰۴
نیاسین (میلی گرم)	۰/۵	۰/۷
آسکوربیک اسید (میلی گرم)	۲۰	۲۳

۷,۱,۲. آمار تولید ایران:

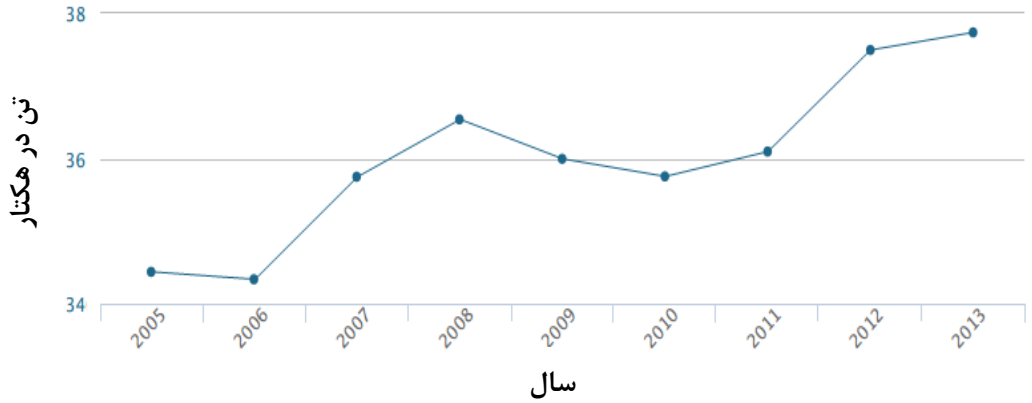
بر اساس آمار فائو ۲۰۱۳ در دهه اخیر روند کشت و تولید گوجه فرنگی در ایران رو به توسعه بوده است (شکل ۴,۲ ، ۵,۲ ، ۶,۲) و در مقایسه با گندم که محصول استراتژیک کشور می باشد سهم بالایی از تولید را بخود اختصاص داده است (شکل ۷,۲).



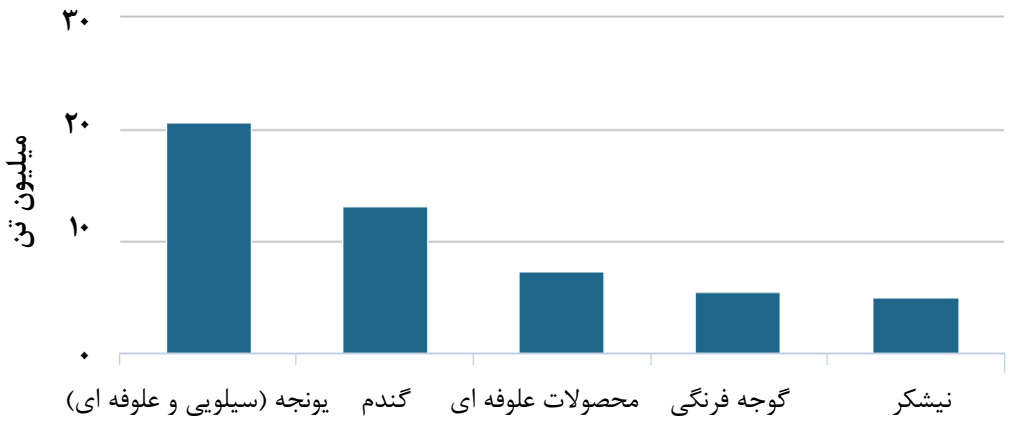
شکل (۴,۲). روند رشد سطح برداشت، تولید و عملکرد گوجه‌فرنگی ایران در دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۵ (۷۵)



شکل (۵,۲). روند تولید گوجه فرنگی ایران در دوره زمانی ۲۰۱۳- ۲۰۰۵ (۷۵)



شکل (۶,۲). روند تغییرات عملکرد گوجه‌فرنگی ایران در دوره ۲۰۱۳- ۲۰۰۵ (۷۵)



شکل (۷,۲). میزان تولید چند محصول مهم در ایران در سال های ۲۰۱۳- ۲۰۰۵ (۷۵)

۲,۲. مواد آلی خاک:

سلامت خاک عامل مهمی در تحقق عملکرد بالا است (۱۲۳). اگرچه بمنظور حفظ سطح کمی و کیفی تولید محصولات کشاورزی ناگزیر از کاربرد کودهای شیمیایی می باشیم اما استفاده بی رویه از این کودها و عدم استفاده از کودهای آلی در طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان ماده آلی خاک های ایران بوده است (۹۴). از طرفی کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی خاک شده است (۱۴۶). از اینرو، امروزه در راستای کشاورزی پایدارمصرف انواع کودهای آلی رو به افزایش است (۲۷). کود دامی یک منبع رایج مواد آلی است که با تاثیر جزئی بر محیط زیست تولید سبزیجات را بالا می برد. اما بدلیل محدودیت این کودها یافتن جایگزینی جهت تولید محصول و سلامت خاک ضروری است. مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می شوند (۹۸). هیومیک اسید ناشی از زغال سنگ غلیظ ترین فرم مواد آلی و منبع آماده کربن و ازت است (۱۴۵). هیومیک اسید یک محصول تجاری کودهای آلی، شامل عناصر زیادی است که حاصلخیزی خاک را بهبود بخشیده و باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی می گردد و رشد گیاه و عملکرد را زیاد کرده و اثرات سوء تنشها را کاهش می دهد (۶۹). هیومیک اسید با افزایش کارآیی مصرف نیتروژن رشد ریشه و شاخساره را تحریک می کند (۴۷). انحلال تدریجی فسفر معدنی خاک افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز و هیدرولیز استرهای فسفات به فسفر غیرآلی (۹۹)، کاهش ظرفیت تثبیت فسفر در خاک (۸۳) همگی حکایت از افزایش فراهمی فسفر (۶۴) با کاربرد هیومیک اسید دارند. هیومیک اسید با افزایش میزان کربن باعث بهبود برخی خصوصیات خاک نظیر ظرفیت نگهداری آب، قدرت بافری پ هاش و عایق حرارتی می شود (۱۰۱). هیومیک اسید با جذب عناصر کم مصرف و پرمصرف باعث فعال سازی یا بازدارندگی آنزیمها، تغییراتی در پایداری غشاء و در نتیجه سنتز پروتئین و فعال سازی تولید زیست توده (بیومس) می شود که رشد گیاه را تحریک می کند (۷۳). هیومیک اسید با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰ -۳۰۰۰۰ دالتن و فولویک اسید با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس

های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می گردند (۹۶). از مزایای مهم هیومیک اسید می توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه های جانبی می شود (۴۸، ۶۲، ۹۵، ۱۰۵، ۱۳۵). این اثرات می تواند به فعالیت شبه هورمونی هیومیک اسید مرتبط باشد که با تنظیم سطوح هورمونی، رشد را بهبود بخشیده و تحمل گیاه را به تنشها افزایش می‌دهد (۱۲۴). مصرف خاکی این مواد باعث بهبود ساختمان خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک می گردد (۶۰). منابعی وجود دارند که نشان می دهند تنظیم کننده های رشد مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین ها توسط میکروارگانیسم ها ساخته می شوند و فرض شده است تحریک فعالیت میکروبی مواد آلی توسط کرم های خاکی که مدفوع آنها منبع غنی هیومیک اسید است باعث تولید معنی دار مقادیر کمی تنظیم کننده های رشد می شود (۷۱، ۹۰، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹).

مواد هیومیکی مانند هیومیک اسید و فولویک اسید قسمت عمده (۷۰-۶۵٪) مواد آلی خاک را تشکیل می دهند و از طریق افزایش قابلیت نفوذپذیری غشاء سلولی، افزایش جذب عناصر ریزمغذی، کلات کردن عناصر غذایی و افزایش کارایی کودها، افزایش فعالیت های میکروبی خاک، تنفس، فتوسنتز، جذب اکسیژن و فسفر باعث افزایش رشد ریشه و ساقه و افزایش مقاومت به تنش ها و بیماری ها می شوند.

محلول پاشی هیومیک اسید باعث افزایش رشد بسیاری از گیاهان نظیر گوجه فرنگی، کتان و انگور شده است. محققان زیادی به مطالعه فعالیت شبه هورمونی و نقش این مواد در جذب عناصر غذایی و بهبود رشد گیاهان پرداخته اند اما کمتر به اثرات آن ها بر عملکرد و کیفیت میوه توجه شده است (۸۶، ۱۴۱). هیومیک اسید یک ماده تجاری است که درون خود برخی از عناصر را دارد که این باعث بهبود حاصل خیزی خاک شده و باعث بالا بردن جذب این عناصر توسط ریشه و در نهایت بهبود رشد و عملکرد گیاه می شود. به ویژه اینکه هیومیک اسید اثرات منفی کودهای شیمیایی را کم یا حذف می کند. همچنین این ماده ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش داده و به گیاه در مقاومت به خشکی و جوانه زنی بهتر بذر کمک می کند. علاوه بر این هیومیک اسید نیازهای کودی گیاه را برطرف می کند، زهکشی را بهبود

می بخشد، تهویه خاک را بهتر می کند، محتوای پروتئین و عناصر معدنی محصولات را افزایش می دهد و یک محیط مناسب برای میکروارگانیسم ها مهیا می کند (۲۹).

۳,۲. تغذیه عناصر غیر آلی (کانی):

امروزه از کودهای شیمیایی به عنوان ابزاری جهت دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می شود. مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف بخصوص مصرف بی رویه فسفر، استفاده از ارقام پرمحصول، عدم رعایت تناوب زراعی و مصرف نکردن کودهای ریزمغذی در سال های اخیر موجب کاهش ذخیره این عناصر در خاک شده و در نتیجه علاوه بر افت عملکرد، سبب فقر این عناصر حیاتی در جیره غذای انسان و دام شده است (۲۲).

علاوه بر افزودن کودها به خاک عناصر غذایی معدنی می توانند به صورت محلول پاشی روی برگ ها استفاده شوند که به این روش اصطلاحا کودپاشی برگی می گویند. انجام کوددهی از طریق برگ بسیار نتیجه بخش است زیرا میزان بهره برداری آن خیلی زیاد است. مصرف مواد غذایی کانی بوسیله محلول پاشی برگ ها روشی را ارائه می نماید که به وسیله آن مواد غذایی سریع تر از روش افزودن به محیط ریشه به گیاهان می رسد و از هدر رفتن کودهای شیمیایی، تخریب ساختمان خاک و آلوده شدن منابع آب های زیرزمینی جلوگیری می کند.

برای اینکه گوجه فرنگی رشد و باروری مناسبی داشته باشد حداقل به ۱۲ عنصر غذایی نیاز دارد. این عناصر و غلظت و نقشی که در بخش های مختلف گیاه دارند در جدول (۳,۲) معرفی شده اند. بدون این عناصر غذایی گوجه فرنگی قادر نیست بخوبی رشد و تولید مثل نماید. مثلا ازت به عنوان جزئی از ساختمان ترکیبات آلی مانند پروتئینها، اسیدهای آمینه و آنزیمها است که مسئول تغییرات بیوشیمیایی در فرآیند رشد ونمو گیاه می باشد (۱۴۸). در حالیکه برخی عناصر مانند ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد (ماکرو المنت ها) در مقادیر زیاد مورد نیازهستند و غلظت آنها نیز در گیاه بالاست (جدول ۳,۲ و ۴,۲)، عناصر دیگر نظیر بور، آهن، منگنز، مس، روی و مولیبدن (میکروالمنت ها) در مقادیر کم مورد نیاز می باشند (۱۱۸).

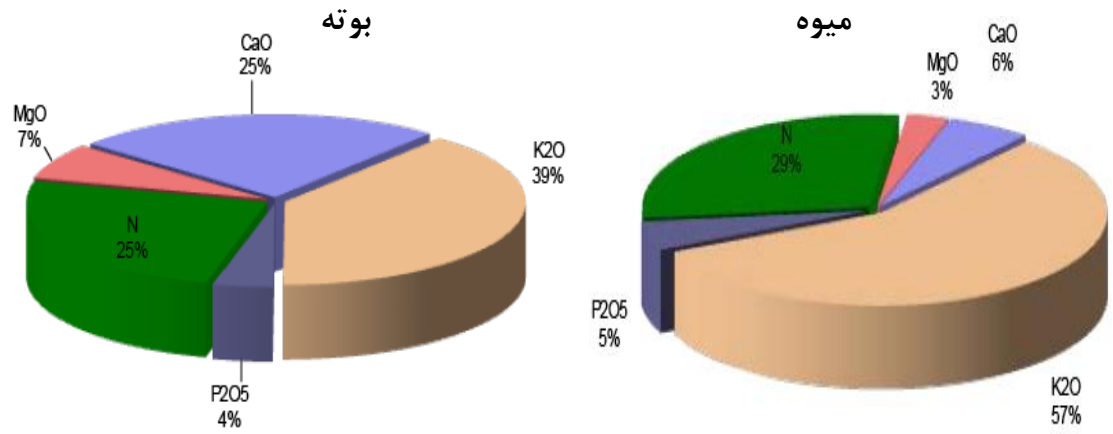
جدول ۳,۲- مقدار عناصر غذایی در برگ گوجه‌فرنگی و نقش آن در گیاه (۱۴۸)

عنصر	مقدار (میلی گرم در کیلوگرم)	نقش در گیاه
ازت	۴۸۰۰۰	بخشی از ساختمان پروتئین ها و آمینواسیدها
فسفر	۵۰۰۰	بخشی از ساختمان نوکلئیک اسیدها
پتاسیم	۵۵۰۰۰	فعال کننده آنزیم ها (مانند پیروات کیناز)، تنظیم پ هاش میوه گوجه فرنگی
منیزیم	۵۰۰۰	بخشی از ساختمان کلروفیل ll
کلسیم	۲۵۰۰۰	جزء سازنده دیواره سلولی گیاه. تاثیر در نفوذپذیری غشاءسلولی
گوگرد	۱۶۰۰۰	بخشی از ساختمان پروتئین ها و امینواسیدها (مانند متیونین)
بور	۳۵	تنظیم کننده سطح مواد رشد
آهن	۹۰	بخشی از ساختمان آنزیم ها (مانند پراکسیدازها، کاتالازها)
منگنز	۳۵۰	فعال کننده آنزیم ها
مس	۱۵	بخشی از ساختمان آنزیم های اکسید کننده (مانند فنولازها)
روی	۸۰	بخشی از ساختمان آنزیم کربونیک انهیدراز
مولیبدن	۰/۵	دخیل در فراهمی ازت نیتراتی NO3-N (نیترات ردوکتاز)

جدول(۴,۲)- سطوح توصیه شده مواد غذایی برای گوجه فرنگی (۷۹)

عناصر غذایی	خاک (میلی گرم در کیلوگرم)		گیاه (میلی گرم در کیلوگرم)	
	مطلوب	سمی	مطلوب	سمی
ازت	۵۰-۱۰۰	--	۳۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	--
فسفر	۶۰-۷۰	--	۴۰۰۰	--
پتاسیم	۶۰۰-۷۰۰	--	۶۰۰۰۰	--
منیزیم	۳۵۰-۷۰۰	--	۵۰۰۰	--
کلسیم	۱۰۰۰	--	۱۲۵۰۰	--
بور	۱/۵-۲/۵	۳	۴۰-۶۰	۱۰۰
منگنز	۵-۲۰	۸۰	۳۰	۱۰۰۰
پ هاش	۶/۵-۷/۵	--	--	--
هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتیمتر)	۸۰-۱۰۰	--	--	--

از آنجا که گوجه فرنگی حاوی مقادیر فراوانی از عناصر معدنی است که آنها را از بستر کشت جذب و برداشت می نماید در صورتی که مقدار کافی از مواد غذایی در محیط کشت فراهم نگردد رشد و عملکرد و محتوای این عناصر در گیاه تا حد زیادی کاهش خواهد یافت (۱۱۸). شکل (۸,۲) ترکیب و درصد مهمترین عناصر غذایی را در بوته و میوه گوجه فرنگی نشان می دهد.



شکل (۸,۲). ترکیب عناصر غذایی در بوته و میوه گوجه فرنگی (۵۴)

پ هاش مناسب خاک برای رشد مطلوب گوجه فرنگی ۷-۵/۵ می باشد. در پ هاش کمتر از ۴/۵ کمبود بسیاری عناصر از جمله کلسیم بروز می‌کند که باعث بروز اختلالات فیزیولوژیکی در میوه و همچنین تحریک آنزیم های هیدرولیز کننده دیواره سلولی و سست شدن پیوند بین مولکول های دیواره سلولی و کاهش عمر پس از برداشت می شود. از طرفی در خاکهای آهکی با پ هاش بالا کمبود عناصر ضروری کم مصرف مانند Fe، B و Mn و کاهش فراهمی فسفر در خاک ظاهر می شود (۴۶).

۱,۳,۲. نقش کلسیم و بور در گیاه:

کلسیم یکی از عناصر پرمصرف و کم تحرک در گیاه است که نقش آن در نگهداری و حفظ کیفیت میوه و سبزیجات بخوبی شناخته شده است. افزایش محتوای کلسیم در دیواره سلولی بافت میوه توت فرنگی می تواند نرم شدگی بافت و رشد کپک را به تاخیر انداخته و شیوع عوارض فیزیولوژیک را کاهش دهد (۱۰۴). در سال های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران به نقش کلسیم در میوه ها معطوف گردیده

است. کاربرد کلسیم مقاومت بافتها را افزایش داده و پیری را به تاخیر می اندازد که این عمل با جلوگیری از تولید اتیلن انجام می شود. از طرفی حمل و نقل میوه هایی که دارای کلسیم زیادی هستند بهتر انجام می گیرد و تحت شرایط مناسب مدت بیشتری قابل نگهداری می باشند (۲۳). کاربرد کلسیم پیش از برداشت موجب جلوگیری از نابسامانی های فیزیولوژیک، تاخیر در رسیدگی و بهبود کیفیت میوه های مختلف می گردد (۶۱، ۶۳، ۱۰۴). یکی از مهمترین ناهنجاری های فیزیولوژیکی میوه گوجه فرنگی بیماری پوسیدگی گلگاه "blossom-end rot" است که بخوبی بین تولید کنندگان شناخته شده است. این ناهنجاری بدلیل نقصان در جابجایی و توزیع کلسیم درون گیاه است؛ هرچند در برگ یا خاک کمبود وجود نداشته باشد. زمانی که غلظت کلسیم میوه کمتر از ۸۰۰ میلی گرم در کیلوگرم شود این ناهنجاری بروز می نماید (۱۴۷). خشکی خاک و تنش رطوبتی بویژه در خاکهای شنی و محتوای زیاد پتاسیم در خاک ظهور آن را تشدید می کند (۱۰۷). غلظت بالایی از نمکهای محلول در خاک و یا نوسان آب نیز می تواند این اختلال را افزایش دهد. همچنین افزایش غلظت کلریدسدیم محیط کشت می تواند منجر به بروز کمبود کلسیم در گیاه شود (۱۰۶). برگپاشی محلول کلسیم، آبشویی خاک‌های شور یا کاهش دور آبیاری بویژه در گیاهانی که سیستم ریشه محدود دارند باعث جبران کمبود کلسیم می‌گردد (۱۱۸). کمبود کلسیم علاوه بر بروز اختلالات فیزیولوژیکی نظیر بیماری پوسیدگی گلگاه در برخی میوه ها باعث کاهش استحکام دیواره سلولی و عمر پس از برداشت می شود. کاربرد کلسیم پیش از برداشت باعث افزایش مقاومت بافت میوه، کاهش آسیب های فیزیولوژیکی، تأخیر در رسیدن میوه و پیری و بهبود کیفیت میوه های مختلف از جمله توت فرنگی می گردد (۲۱). کمبود کلسیم باعث کاهش سطح برگ و کاهش عملکرد می شود (۸۱). کلسیم به عنوان یک پیام بر ثانویه ی سیگنال های صادره از محرک های محیطی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد. نقش مهم کلسیم در رشد گیاه و جذب عناصر غذایی از راههای زیادی از جمله افزایش نشت مواد محلول با وزن مولکولی کم از سلول هایی که کمبود کلسیم دارند مورد تاکید می باشد. در شرایط کمبود شدید، فروپاشی دیواره سلول و تقسیمات بین سلول ها رخ می دهد. کلسیم از جمله عناصر غذایی است که در پایداری دیواره سلولی، توسعه سلول و فرآیندهای

داخلی، پایداری غشای سلولی، مقاومت در برابر شوری و بیماری ها نقش مهمی را ایفا می کند. در گیاهان دچار کمبود کلسیم جوانه های تازه توسعه یافته، برگ های جوان و نوک ریشه ها دچار توقف رشد شده و از بین می رود. این امر بیشتر به علت کاستی و نقصان در دیواره سلولی سلول های گیاهی می باشد (۸).

تعادل عناصر غذایی در خاک نقش مهمی در باروری خاک و تولید گیاهان دارد. بور یکی از عناصر ریزمغذی است و نیاز گیاهان به آن متفاوت است. دامنه کمبود و سمیت نزدیکی دارد. بور با مشارکت در تقسیم سلولی بافت های مریستمی، شرکت در تولید مواد هیدروکربن دار و پروتئین و انتقال آنها باعث بهبود عملکرد و کیفیت محصول می شود (۱۸).

نقش بور در گیاه در ارتباط با جذب کاتیون و آنیون ها، روابط آب، زیوایی دانه گرده، متابولیسم فسفر، ازت، چربی ها و کربوهیدرات ها می باشد (۷۲). همچنین بور در تقسیم سلولی، سنتز دیواره سلولی (۱۰۲)، عملکرد غشاء، تمایز، تنظیم سطوح هورمونی گیاه، رشد طولی ریشه و رشد گیاه نقش دارد (۱۶، ۷۲، ۱۰۳).

کلسیم و بور از عناصر حیاتی در دیواره اولیه و غشاء سلولی، رشد میوه و نمو سلول های گیاه به شمار می روند (۷۲). نتایج نشان داده اند کمبود بور از انتقال کلسیم ممانعت نموده و تغییرات نامطلوبی را در متابولیسم کلسیم در دیواره سلولی ایجاد می نماید (۱۴۹). ارتباط نزدیک بور و کلسیم در تنظیم فعالیت های متابولیکی عمومی گیاه از چند دهه پیش معلوم گشته بود (۵۹). بور نقش مهمی در رشد زایشی و تلقیح گل گوجه فرنگی دارد و کمبود آن باعث کاهش تولید گل و میوه و کاهش رشد ریشه می شود (۱۱۸). در شرایط پ هاش بالا و خشکی خاک اطراف ریشه که محتوای بور بافت گیاه به کمتر از ۱۹ میلی گرم در کیلوگرم تنزل یابد، کمبود بور ظهور می نماید. کاربرد کود حاوی بور باعث افزایش معنی دار عملکرد گوجه فرنگی گلخانه ای شده است. از دیگر اعمال فیزیولوژیک بور در گیاهان می توان به سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین، جذب، متابولیسم و انتقال قندها و متابولیسم ایندول استیک اسید اشاره نمود (۱۰۰). بور در بهبود خواص کمی و کیفی میوه ها نقش دارد. از آنجا که عنصر بور در

متابولیسم برخی عناصر نظیر پتاسیم و کلسیم نقش دارد (۱۱۷)، گمان می رود با حفظ و نگهداری کلسیم مرتبط با پکتین، در متابولیسم دیواره سلولی نقش داشته باشد و لذا کمبود این عنصر نیز می تواند باعث کمبود کلسیم وابسته به پکتین در دیواره سلولی گردد (۱۴۹). تحقیقات زیادی نشان داده اند که بور به پایداری غشاء سلولهای برگ کمک می کند (۸۰، ۱۱۵، ۱۴۹). ترک خوردگی میوه گوجه فرنگی (۶۶) و سیب (۶۸) با کاربرد بور بهبود یافته است. بنابراین همانند کلسیم، کاربرد بور نیز در بهبود خواص کمی و کیفی گوجه فرنگی نقش دارد. این موضوع در آزمایشات دیویس و همکاران (۲۰۰۳) و کاسسکی و همکاران (۱۹۹۶) تایید شد (۶۶، ۸۹).

واکنش شدیدی میان اکسین و بور وجود دارد. در گیاهان دچار کمبود بور، میزان اکسین غالباً بیشتر از گیاهان طبیعی است. به دلیل آنکه برخی از ترکیبات فنولی مانند اسیدکافئیک که بازدارنده مؤثر آنزیم ایندول استیک اسید اکسیداز است در شرایط کمبود بور در گیاه انباشته می شود و از این طریق میزان ایندول استیک اسید درونی را افزایش می دهد (۱۰۰).

بور از جمله عناصر کم مصرف است که در دیواره سلولی و در تکامل آوند چوبی نقش مهمی دارد و برای اتصال بین ترکیبات پکتینی، پروتئین ها و دیواره سلول لازم است. بور نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات ها و RNA دارد و از تجمع مواد فنولی (که مانع سنتز اکسین می شوند) جلوگیری می‌کند. از بین رفتن مریستم انتهایی، لیگنینی شدن و تجمع فنل و قند نیز از جمله عوارض کمبود بور است. بور انتقال قندها را به نواحی رشد فعال و میوه ها افزایش می دهد و همچنین جذب بور از راه بافت های محلول پاشی شده بسیار سریع است. با توجه به نقش بور در افزایش قند و کربوهیدرات ها در آوندهای آبکش نقش بسیار موثری در بهبود کیفیت میوه خواهد داشت (۱۰).

۴,۲. مروری بر تحقیقات انجام شده کاربرد کودها:

۱,۴,۲. کاربرد هیومیک اسید:

مطالعات زیادی موید تاثیر مواد هیومیکی بر اصلاح خصوصیات فیزیکی و پایداری ساختمان خاک (۱۱۴)، افزایش تبادل کاتیون (۴۹)، افزایش رشد ریشه، تحریک میکرو فلور خاک و اثرات تنظیم کنندگی رشد گیاه (۶۲)، افزایش فراهمی عناصر بخاطر دارا بودن مواد غذایی (۱۳۱ ،۱۳۴)، کلات کردن عناصر توسط هیوماتها (۱۳۰) یا طی واکنشهای فیزیولوژیکی پیچیده (۱۴۴) بوده اند. کاربرد هیومیک اسید در محلول غذایی موجب افزایش رشد شاخه، ریشه و محتوای نیتروژن در شاخساره (۱۳۳) و از بین رفتن کلروز در برگهای ذرت (*Zea mays* L.) (۷۶) و لوپین (*Lupinus polyphyllus* L.) در خاکهای آهکی شده است (۱۲۲). در پژوهشی تأثیر هیومیک اسید روی نوعی گیاه علوفه ای نشان داد که هیومیک اسید به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوای عناصر غذایی گیاه را افزایش داد، که این افزایش به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید بود (۹۷). کاربرد هیومیک اسید با افزایش جذب عناصر کم مصرف در گیاه گندم در رفع کلروز برگی موثر بوده است (۹۸). در مطالعه دیگری کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل (*Capsicum annuum*. L.) شد (۱۱۰). مطالعات نشان داد که کاربرد هیومیک اسید بر روی توتون (*Nicotiana tabaccum*) و گیاهان دارویی موجب افزایش میزان آلکالوئیدها در برگ ها می شود، همچنین موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز (*Allium cepa* L.)، چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) و آفتاب گردان (*Helianthus annuus* L.) و موجب افزایش میزان کربوهیدرات در سیب‌زمینی، چغندرقند، هویج (*Daucus carota* L.) وگوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) می شود (۱۴۰).

مطالعات زیادی موید تاثیر مواد هیومیکی بر بهبود خصوصیات خاک و گیاه می باشد (۱۳۲). کاراکورت و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند کاربرد هیومیک اسید اثر مثبتی بر رشد و خواص کمی و کیفی فلفل دارد (۸۷). حسینی فرهی و همکاران (۲۰۱۳) تایید کردند محلول پاشی هیومیک اسید خواص کمی و کیفی توت فرنگی را بهبود بخشیده و اثرات مثبتی بر تعداد میوه، عملکرد گیاه و کل، محتوای کل مواد محلول، کلروفیل و سفتی میوه دارد (۸۴). آمری و تهرانی فر (۲۰۱۲) در خصوص نقش هیومیک اسید در جذب عناصر گزارش کردند با محلول پاشی هیومیک اسید بر روی توت فرنگی (*Fragaria ananassa*) بیشترین جذب ازت، پتاسیم و غلظت کلروفیل حاصل شد (۵۲). امینی فرد و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش لیکوپن و بتا کاروتن، ویتامین ث، اسیدیته و مواد جامد محلول کل و کاهش پ هاش در فلفل تند گردید (۵۳). حسینی فرهی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند کاربرد هیومیک اسید با غلظت ۳- ۱/۵ گرم بر لیتر میزان کل مواد جامد محلول را در گوجه فرنگی افزایش داد. با افزایش غلظت، کاربرد کود اثر منفی داشت (۸۴). در پژوهش های متعددی مشاهده گردید کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش جزئی در مواد جامد محلول کل و کاهش معنی دار اسیدیته قابل تیتر انگور شد (۷۷).

تعدادی از محققین گزارش کردند مصرف هیومیک اسید بصورت خاکی و یا محلول پاشی افزایش مواد جامد کل خیار، کتان و فلفل را بدنبال دارد (۵۶، ۸۷، ۸۸، ۱۱۳). همچنین کمری شاه ملکی و همکاران (۲۰۱۴)، شهاتا (۲۰۱۱) و ایلدریم (۲۰۰۷) گزارش کردند کاربرد کمپوست همراه هیومیک اسید باعث افزایش معنی دار مواد جامد محلول توت فرنگی و گوجه فرنگی شد اما بر اسید قابل تیتر و پ هاش عصاره میوه اثری نداشت (۸۶، ۱۲۵، ۱۵۰). اکینچی و همکاران (۲۰۱۴) اثرات هیومیک اسید و هیومات کلسیم و بور بر افزایش مواد جامد محلول کل و کلروفیل را در گوجه فرنگی و خیار تایید نمودند. مکانیزم عمل هیومیک اسید می تواند افزایش رشد در نتیجه افزایش جذب عناصر ریزمغذی، کلات کردن عناصر غذایی و افزایش کارایی کودها، افزایش فعالیت های میکروبی خاک، افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی، تنفس، فتوسنتز ، جذب اکسیژن و فسفر و افزایش رشد ریشه و ساقه، افزایش مقاومت به تنش ها و

بیماری ها و ... باشد (۷۲). کاربرد هیومیک اسید به صورت محلول پاشی در گندم موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد در این گیاه شد (۶۷). در مطالعه دیگری، مقادیر ۱۰۰۰ میلی گرم هیومیک اسید بر کیلوگرم خاک سبب افزایش عناصر پر مصرف و کم مصرف در اندامهای گیاه گوجه فرنگی شد (۱۴۰). ایلدریم (۲۰۰۷) گزارش کرد محلول پاشی ۲۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید باعث افزایش مواد جامد محلول، ویتامین ث و وزن خشک ساقه و برگ نسبت به شاهد گردید. همچنین مصرف خاکی این ماده همانند برگپاشی توانست بر قطر و ارتفاع میوه، متوسط وزن و تعداد میوه در بوته، زودرسی و افزایش عملکرد تاثیر معنی دار بگذارد اما بر پ هاش و محتوای کل اسید قابل تیتر میوه اثر نداشت (۱۵۰). کاربرد هیومیک اسید به میزان ۱۲۸۰ میلی لیتر بر لیتر افزایش معنی داری در تجمع فسفر، پتاس، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی در شاخساره و همچنین ازت، کلسیم، آهن، روی و مس در ریشه ایجاد نمود و وزن خشک و تر ریشه نشاء گوجه فرنگی را افزایش داد. در این تحقیق زمانی که معادل مواد غذایی موجود در هیومیک اسید با همین غلظت، عناصر غذایی در اختیار نشاء قرار گرفت نتوانست معادل تیمار فوق تجمع عناصر غذایی ایجاد نماید که ثابت نمود هیومیک اسید اثرات ثانوی در تجمع عناصر و رشد گیاه دارد (۶۹). کاربرد خاکی هیومیک اسید تجاری به میزان پنج کیلوگرم در هکتار همراه با ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار ازت باعث بروز بالاترین شاخصهای طول برگ، ارتفاع بوته، وزن میوه و عملکرد میوه گوجه فرنگی گردید اما بر پوسیدگی گلگاه اثری نداشت (۵۰). هارتز (۲۰۱۰) گزارش نمود برای اینکه مصرف مواد هیومیکی بیشترین اثر را داشته باشد می بایست همراه فسفر مصرف شده و خاک ماده آلی بالایی نداشته باشد (۸۲). در شرایطی که محتوای ماده آلی خاک بالا باشد اثرات سودمند کاربرد هیومیک اسید کمتر ظاهر می گردد (۷۴، ۹۳، ۹۵).

۲،۴،۲. کاربرد کلسیم و بور:

در خصوص بررسی نقش کلسیم و بور مطالعات زیادی صورت گرفته است. حسنی و همکاران (۱۳۸۷) بیان نمودند که وجود کربنات کلسیم در خاک باعث افزایش جذب سطحی بور می شود و حذف آهک خاک تا ۳۵ درصد کاهش جذب سطحی بور را بدنبال دارد (۹). یارنیا و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند

کاربرد کربنات کلسیم بر روی گیاه یونجه در شرایط شوری باعث کاهش میزان افت در صفات وزن خشک اندامهای گیاه، ارتفاع بوته، طول ریشه اصلی، تعداد میانگره ها ساقه اصلی و تعداد پنجه بارور در هر بوته بخصوص در ارقام مقاوم گردید و ارقام گلستان (۲۰۳۱۳) و فائو (۲۵۶۶) بیشترین عملکرد را در این شرایط کسب نمودند (۴۵). وی در آزمایش دیگری نشان داد مصرف کربنات کلسیم باعث افزایش عملکرد علوفه سورگوم در شرایط شور گردید (۴۴). مختاری و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند تیمار گیاه گوجه فرنگی با کلسیم با کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم و همچنین تحریک سنتز و تجمع پرولین موجب بهبود معنی دار رشد و کاهش اثرات نامطلوب شوری گردید (۳۴). این احتمال نیز وجود دارد که کلسیم با تأثیر بر پایداری و سایر خواص غشاء، از جمله نفوذ پذیری آن، نقش بهبود دهنده خود را ایفا می کند. بنابراین به نظر می رسد که استفاده از کلسیم می تواند یک راه حل ساده و اقتصادی برای جلوگیری از اثرات نامطلوب شوری در گیاه گوجه فرنگی باشد.

هناره و همکاران، (۱۳۸۹) نتیجه گرفتند محلول پاشی کلرور کلسیم روی گوجه فرنگی بطور معنی داری باعث افزایش درصد مواد جامد محلول، پ هاش و مدت زمان نگهداری و کاهش درصد فساد میوه می شود. با این حال اسیدیته میوه و درصد افت وزن میوه از غلظت های مختلف کلرور کلسیم متأثر نشدند (۴۳). در پژوهشی افزایش غلظت کلسیم و منگنز در گوجه فرنگی باعث شد عملکرد محصول افزایش و پوسیدگی گلگاه کاهش یابد (۸۱). عطری و همکاران (۱۳۸۷) در آزمایشی نتیجه گرفتند کاربرد کلرید کلسیم باعث کاهش معنی دار درصد پوسیدگی توت فرنگی شد اما تاثیر چندانی بر پ‌هاش، مواد جامد محلول و اسیدیته کل نداشت (۲۱).

محسنی (۱۳۸۵) در آزمایشی نشان داد که مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار بوریک اسید همراه سولفات روی بر میانگین عملکرد دانه ذرت در واحد سطح و عملکرد بلال در سطح احتمال یک درصد اثر معنی دار داشت. محلول پاشی سه در هزار بوریک اسید نیز همین نتایج را در پی داشت (۳۳). کاربرد خاکی و محلول پاشی بوریک اسید در اثر همیاری با روی باعث شد جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه ذرت افزایش یابد (۱۹). منعم و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند محلول پاشی سه در هزار بور در گیاه

کلزا رقم Licord با ۷/۲۵، ۰/۵۲ و ۵/۵۴ میلی گرم در لیتر به ترتیب باعث بیشترین مقدار کلروفیل a و b ، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ شد (۳۹). کاووسی و حسینی فرهی (۱۳۸۷) با بررسی صفات مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، نسبت قند به اسید، واکنش آبمیوه و عملکرد انگور سیاه نتیجه گرفتند کاربرد تیمار ترکیبی محلول پاشی ازت و بور با غلظت ۰/۵ درصد کیفیت میوه را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. همچنین کاربرد تمام تیمارهای محلول پاشی (شامل ازت، روی و بور و اثر متقابل آنها) میزان عملکرد را در سال تیمار و سال بعد از آن نسبت به شاهد افزایش داد (۲۸). صفاری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی نقش عناصر غذایی بر گلرنگ گزارش کردند بور به طور بسیار معنی داری سبب افزایش درصد روغن و پروتئین دانه گردید (۱۶). بویزیس و کراوز (۲۰۰۰) بیان کردند محلول پاشی بور در زمان رشد و نمو فعال گیاه در خاک هایی که کمبود این عنصر وجود داشت سبب افزایش عملکرد دانه گردید (۵۸). خیاوی و همکاران (۱۳۸۹) با محلول پاشی دو در هزار بوریک اسید روی کلزا ضمن افزایش غلظت بور در دانه، حداکثر عملکرد دانه را با میانگین ۴۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در رقم S.L.M**046** بدست آوردند (۱۱). اسپری و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند وزن خشک ریشه و شاخساره، ارتفاع گیاه، تشکیل میوه، عملکرد، استحکام بافت و عمر انباری میوه گوجه فرنگی با محلول پاشی بور و کاربرد خاکی پتاسیم بهبود یافتند (۱۲۸). بداقی و همکاران (۱۳۸۶) بر اساس گزارش کین گزانان (۱۹۹۶) نقل کردند محلول پاشی بور موجب افزایش رشد لوله گرده، تشکیل میوه و اندازه و قند میوه ها در مرکبات شده است. وی همچنین در آزمایش خود بالاترین پ هاش را در تیمار محلول پاشی بور همراه با حلقه برداری در زمان تغییر رنگ حبه های انگور مشاهده نمود که نشان دهنده تاثیر بیشتر محلول پاشی بر افزایش مواد جامد محلول و پ هاش می باشد. بالاترین میزان مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید کل متعلق به تیمار محلول پاشی ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر بور بود. محلول پاشی بور بر افزایش غلظت بور در دمبرگ معنی دار شد (۲). با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش فرزانه و همکاران (۱۳۸۹) مصرف توأم ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن و ۰/۱ میلی گرم در لیتر بور برای حصول بیشترین عملکرد میوه گوجه فرنگی در محیطهای آبکشت توصیه گردید (۲۵).

نتیجه تحقیقات Salam *et al*.,(2010), Salam *et al*., (2011), Singh and Kumar Tiwari, (2013) در مورد کاربرد بور و روی بر گوجه فرنگی حاکی از افزایش معنی دار اسیدیته، مواد جامد محلول ، لیکوپن و ویتامین ث و کلروفیل بود (۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۷). تحقیق دیگری نشان داد کاربرد بور، مواد جامد محلول و ویتامین ث گوجه فرنگی را افزایش داد اما بر محتوای لیکوپن میوه تاثیری نداشت (۹۲). کاربرد کود حاوی بور باعث افزایش معنی دار عملکرد گوجه فرنگی گلخانه ای شد و ترک خوردگی میوه گوجه فرنگی با کاربرد بور بهبود یافت (۶۸).

۵,۲. اهداف:

با توجه به بررسی منابع فوق و اهمیت نقش تغذیه مواد آلی و عناصر معدنی در رشد و نمو، گلدهی و تولید محصولات کشاورزی و ضرورت توجه به کشاورزی پایدار و حفظ خاک به عنوان یکی از منابع تجدید ناپذیر و ثروت های ملی و همچنین اهمیت استراتژیک گوجه فرنگی در الگوی کشت کشاورزان؛ تحقیق حاضر با اهداف زیر در منطقه شهرستان مشهد انجام گردید.

بررسی کاربرد هیومیک اسید،کلسیم و بور بر خصوصیات رویشی گیاه گوجه فرنگی رقم زمرد

بررسی کاربرد هیومیک اسید،کلسیم و بور بر خصوصیات زایشی و تشکیل میوه گیاه گوجه فرنگی رقم زمرد

بررسی کاربرد هیومیک اسید،کلسیم و بور بر خصوصیات کیفی نظیر رنگ ظاهری و بافت میوه و کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه گیاه گوجه فرنگی رقم زمرد

بررسی کاربرد هیومیک اسید،کلسیم و بور بر خصوصیات شیمیایی نظیر پ هاش، اسیدیته کل، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و لیکوپن گیاه گوجه فرنگی رقم زمرد

بررسی کاربرد هیومیک اسید،کلسیم و بور بر عملکرد بوته و مزرعه گیاه گوجه فرنگی رقم زمرد

۶,۲. فرضیه ها:

برخی فرضیه های موجود در این پژوهش شامل موارد زیر بودند:

کاربرد مواد آلی هیومیکی،کلسیم و بور باعث افزایش رشد رویشی گیاه گوجه فرنگی می شود.

کاربرد مواد آلی هیومیکی،کلسیم و بور باعث افزایش عملکرد محصول گوجه فرنگی می شود.

کاربرد مواد آلی هیومیکی و عناصر غذایی بکار رفته باعث بهبود خواص کیفی میوه گوجه فرنگی می شود.

کاربرد مواد آلی هیومیکی،کلسیم و بور باعث کاهش پوسیدگی گلگاه میوه گوجه فرنگی می شود.

فصل سوم

مواد و روش ها:

۱،۳. مکان آزمایش:

موسسه کشت و صنعت مزرعه نمونه متعلق به آستان قدس رضوی، بزرگترین شرکت کشاورزی این مجموعه و یکی از بزرگ ترین موسسات کشت و صنعت کشور پهناور ایران می باشد که در کیلومتر ۷ جاده مشهد-سرخس واقع شده است. مختصات منطقه بر اساس اطلاعات بدست آمده از جی پی اس UTM: 40S 746333, E 4010228 با ۹۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا می باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۵۴ میلیمتر است که بیشتر در فصول سرد و با توزیع غیر نرمال می باشد. این محل دارای اقلیم آب و هوایی سرد و خشک با تابستان‌های گرم و خشک با بیشینه دمای ۴۳+ درجه سانتی گراد و زمستان‌های سرد و مرطوب با کمینه دمای ۲۳– درجه سانتیگراد می باشد.

این مجموعه با حدود ۱۴ هزار هکتار اراضی و برخورداری بیش از ۱۰۰ حلقه چاه عمیق بخش مهمی از تولیدات کشاورزی استان خراسان رضوی را بعهده دارد. گوجه فرنگی یکی از کشت های استراتژیک این مجموعه است. بطوری که سالانه حدود ۵۰۰ هکتار از سطح زیر کشت اراضی موسسه را به خود اختصاص می دهد. این آزمایش در بخشی از اراضی گوجه فرنگی مزرعه نمونه آستان قدس رضوی انجام شد. روش کشت نشاهای گوجه فرنگی با آرایش کشت دو ردیفه با فواصل ۴۰ سانتیمتر بین دو ردیف، ۳۰ سانتیمتر روی ردیف و ۱۱۰ سانتیمتر عرض پشته انجام گرفت. تراکم بوته در هکتار در چنین سیستم کاشتی حدود ۵۰-۴۰ هزار بوته می باشد. مشخصات خاک مزرعه مورد نظر در (پیوست ۲) آمده است.

۲،۳. تیمارهای آزمایش:

رقم گوجه فرنگی هیبرید مورد بررسی زمرد بود. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با آرایش اسپلیت پلات نواری با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش کاربرد برگساره ای هیومیک اسید در سه سطح (صفر، یک و دو گرم در لیتر)، کلسیم در سه سطح (صفر، یک و دو گرم در لیتر) و بور در دو سطح صفر و یک میلی لیتر در لیتر معادل ۱۵۰ پی پی ام بور خالص بود. فاکتور اصلی آزمایش تیمار هیومیک اسید بود. فاکتور فرعی تیمار کلسیم و زیر فاکتور فرعی تیمار بور بود که فاکتور های

فرعی عمود بر نوارها (فاکتور اصلی) بصورت تصادفی طراحی و اجرا گردیدند. محلول پاشی هر کود جداگانه انجام شد و از اختلاط کودها به منظور ممانعت از اثرات احتمالی آنها بر یکدیگر اجتناب گردید. کود کلسیم مورد نظر از شرکت Bio Green با فرمولاسیون پودری EDTA حاوی ۱۰ درصد کلسیم به سفارش شرکت تجارت طلایی هنگام تهران تهیه گردید. کود بور از شرکت Okis با فرمولاسیون مایع حاوی ۱۵ درصد بور شرکت کاسپین به نمایندگی شرکت آزرنگ مشهد و کود هیومستر تاپ از شرکت گلسنگ کویر یزد با فرمولاسیون پودری حاوی۸۵ درصد هیومیک و فولویک اسید به نمایندگی شرکت آزرنگ مشهد تهیه گردید. نشاها در تاریخ ۹۳/۲/۲۰ در زمین اصلی کشت شدند و کلیه عملیات زراعی بطور یکسان انجام شد. تیمارهای کودی در سه نوبت به فاصله ۲۰ روز از یکدیگر از زمان هشت برگی شدن محلول پاشی شدند.

۳,۳. برداشت محصول و اندازه گیری صفات:

محصول در تاریخ ۹۳/۶/۲۰ طی یک چین برداشت شد. اندازه گیری صفات مورد بررسی بوته ها و میوه ها در آزمایشگاه های گروه باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد و شرکت فرآورده های غذایی رضوی انجام پذیرفت.

۱,۳,۳. اندازه گیری صفات کمی:

۱,۱,۳,۳. سطح برگ:

برای اندازه گیری سطح برگ در تاریخ ۱۵ تیر ۹۳ از هر تیمار ۹ برگ بطور تصادفی جدا و با دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل DELTA-T Mk_2 (ساخت آلمان) میانگین سطح برگ بر حسب سانتی‌متر مربع محاسبه شد.

۲,۱,۳,۳. ارتفاع بوته:

برای اندازه گیری ارتفاع گیاه بر حسب سانتی متر در تاریخ ۱۲ تیر ۹۳ از هر تیمار پنج بوته بصورت تصادفی انتخاب و با کمک خط‌کش طول ساقه اصلی سنجش و میانگین گیری گردید.

۳،۱،۳،۳. قطر ساقه:

قطر ساقه گیاه در تاریخ ۱۲ تیر ۹۳ در محل طوقه گیاه بکمک کولیس مدل Mitutoyo (0.05 mm) ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد؛ به این نحو که در محل طوقه گیاه قطر ساقه با انتخاب پنج بوته در هر کرت بطور تصادفی اندازه گیری و میانگین آن ها بر حسب میلی متر به عنوان قطر ساقه منظور گردید.

۴،۱،۳،۳. اندازه میوه:

طول و قطر میوه بکمک کولیس مدل Mitutoyo (0.05 mm) ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد به این شکل که قطر و طول میوه گوجه فرنگی با انتخاب تصادفی ۱۰ عدد میوه اندازه گیری و میانگین آن ها بر حسب میلی‌متر محاسبه شد.

۵،۱،۳،۳. وزن تک میوه:

متوسط وزن میوه بر حسب گرم به کمک ترازوی دیجیتال شرکت AND, 120×0.01 g ساخت ژاپن با توزین ۱۰ عدد میوه از هر تیمار و محاسبه میانگین اندازه گیری شد.

۶،۱،۳،۳. عملکرد بوته و مزرعه:

بمنظور تعیین وزن میوه هر بوته، کل میوه های سه بوته از هر تیمار جمع آوری و به کمک ترازوی دیجیتال شرکت پند ۳۰Kg×۵g ساخت ایران، وزن آن اندازه گیری و بر حسب کیلوگرم در بوته بیان شد. با در نظر گرفتن یک دوره ۱۲۰ روزه برای فصل رشد محصول، تمامی میوه های قرمز بعلاوه میوه های سبز بالغ جدا و توزین شده و سپس میانگین وزن محصول هر بوته با توجه به سیستم کشت دو ردیفه گوجه فرنگی در مزرعه نمونه بر مبنای تعداد ۴۰ هزار بوته در هکتار، در عدد ۴۰ هزار ضرب گردید و مبنای محاسبه عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار قرار گرفت.

۲,۳,۳. اندازه گیری صفات شیمیایی:

۱,۲,۳,۳. مواد جامد محلول کل (TSS)

میزان مواد جامد محلول در عصاره میوه بر حسب درجه بریکس، با رفرکتومتر دستی دیجیتال مدل Atgo Pocket Pal-1, 0-53% ساخت ژاپن پس از کالیبراسیون با آب مقطر و با سه قرائت برای هر نمونه اندازه گیری شد.

۲,۲,۳,۳. پ هاش:

پ هاش با دستگاه پ هاش متر رومیزی مدل Metvohm 827 lab ساخت سوئیس اندازه گیری گردید. قبل از شروع اندازه گیری، دستگاه با محلول بافر ۴ و ۷ کالیبره گردید. قرائت پ هاش پس از قرار گرفتن الکترود دستگاه در عصاره میوه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد انجام شد.

۳,۲,۳,۳. اسیدیته کل (TA):

اندازه گیری اسیدیته بوسیله تیتراسیون به روش سالتویت (۲۰۰۵) با سود ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالئین انجام شد (۱۲۱). برای این منظور ابتدا در یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری مقدار پنج میلی لیتر عصاره میوه با ۴۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳-۲ قطره معرف فنل فتالئین مخلوط و به کمک بورت حاوی هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا مرحله تغییر رنگ صورتی کمرنگ تیتر گردید. نقطه پایان تیتراسیون زمانی بود که پ هاش محلول به ۸/۱ رسید. با استفاده از فرمول زیر اسیدیته عصاره بدست آمد.

فرمول (۱,۳) $A= V.N.E *100 / C$

A: مقدار اسید در عصاره میوه (درصد)

V: مقدار سود مصرفی (میلی لیتر)

N: نرمالیته سود مصرفی (۰/۱ نرمال)

E: اکی والان اسید مورد نظر (برای اسید سیتریک که اسید غالب گوجه فرنگی است ۰/۰۶۴ می باشد)

C: مقدار عصاره گوجه فرنگی (میلی لیتر)

۴،۲،۳،۳. لیکوپن:

استخراج و اندازه گیری لیکوپن بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن بافت به کمک ترکیبی از حلال های آلی شامل هگزان، استون، اتانول به نسبت حجمی ۱:۱:۲ و به روش فیش و همکاران (۲۰۰۲) (۷۸) انجام شد. در گزارشات بسیاری از دانشمندان به این روش استناد شده است (۴۰، ۵۱، ۶۵، ۱۱۶). مواد مورد استفاده شامل حلال های آلی ان- هگزان مجتمع صنایع شیمیایی دکتر مجللی ایران و استون برند مرک آلمان و الکل اتیلیک ۹۶٪ هامون طب مرکزی، آب دو بار تقطیر دماوند طوس بودند و قرائت جذب در طول موج ۵۰۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر دیجیتال مدل Jenway 7305-1032 ساخت انگلیس انجام شد. بنا به گزارش اولیوز و همکاران (۲۰۰۵) این روش استخراج از کارایی بسیار بالایی برخوردار است (۱۱۱). به منظور استخراج لیکوپن میوه گوجه فرنگی ابتدا از میوه هایی که در یخچال نگهداری شده بودند در دستگاه مخلوط کن یک نمونه هموژن و یکنواخت تهیه و مقدار ۰/۶ گرم از نمونه درون فالکون ریخته شد و مقدار ۱۰ میلی لیتر هگزان، پنج میلی لیتر اتانول و پنج میلی لیتر استون به آن افزوده شد و درون ظرف یخ برای مدت ۱۵ دقیقه با دستگاه شیکر انگشتی هم زده شد. سپس ۳ میلی لیتر آب مقطر به مخلوط افزوده شد و مجدد برای مدت پنج دقیقه درون یخ بهم زده شدند و برای مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند تا مخلوط دوفاز شد. فاز بالایی که فاز هگزان بود جدا شد و در دستگاه اسپکتروفتومتر مقدار جذب در مقابل فاز هگزان در طول موج ۵۰۳ نانومتر قرائت شد. از چند نمونه ی استخراج شده در دستگاه اسپکتروفتومتر دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد نمودار جذب رسم گردید که چند نمونه آن در پیوست ۲ ضمیمه گردیده است. مشاهده گردید که بیشترین جذب تقریبا در دو طول موج ۵۰۳ و ۴۷۲ انجام شد. بر اساس گزارش رنجبر و همکاران (۱۳۹۱) جذب لیکوپن در هگزان دارای سه پیک در ۴۴۵، ۴۷۲ و ۵۰۳ نانومتر می باشد (۱۴). به منظور حداقل کردن دخالت سایر کاروتنوئیدها و اندازه گیری مقدار کل لیکوپن تمام ترانس، اندازه گیری در طول موج ۵۰۳ نانومتر در مقابل حلال هگزان انجام شد.

طبق روش فیش و همکاران (۲۰۰۲) مقدار لیکوپن بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم از رابطه (۲,۳) محاسبه شد (۱۱۲).

$$\text{Lycopene (Mg.kg}^{-1}) = (x/y)*A503 *3.12$$ فرمول (۲,۳)

A_{503} : جذب محلول در طول موج ۵۰۳ نانومتر است.

x : حجم هگزان بکار رفته (میلی لیتر)

y : وزن بافت نمونه (گرم)

۵,۲,۳,۳. ویتامین ث:

اندازه گیری آسکوربیک اسید بر حسب میلی گرم ویتامین ث در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره با روش یدومتری صیفی و همکاران (۱۳۹۰) با معرف نشاسته یک درصد با یدور پتاسیم، ید جامد و نشاسته (همگی مواد از برند مرک آلمان) انجام گردید (۱۷). روش کار به این صورت بود که ابتدا مقدار ۱/۲۶۹ گرم ید در اتانول حل شد و با ۱۶/۶ گرم یدید پتاسیم محلول در آب مقطر مخلوط گردیده و به حجم یک لیتر رسانده شد. نرمال ید در محلول فوق ۰/۰۱ نرمال است. محلول بمدت ۲ روز در ظرف تیره در یخچال نگهداری شد تا واکنش یدومتری پیشرفت کند. ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه گوجه فرنگی با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق گردید و ۲ میلی لیتر معرف نشاسته به آن افزوده شد. ترکیب با محلول ید در یدور پتاسیم آماده شده تیتر شد تا رنگ مخلوط به خاکستری روشن مایل گردید. هر یک میلی لیتر ید در یدور پتاسیم معادل ۰/۸۸ میلی گرم آسکوربیک اسید است. چون ویتامین ث بر مبنای میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه بیان می شود، با فرمول (۳,۳) قابل محاسبه است.

$$X=V_i \times 0.88V_s \times 100$$ فرمول (۳,۳)

X: میلی گرم ویتامین ث در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه

V_i: حجم مصرفی محلول رنگی ید-یدور پتاسیم

V_s: حجم نمونه

۶،۲،۳،۳. رنگ پوست و بافت میوه:

به منظور رنگ سنجی میوه ابتدا از میوه سالم به کمک دوربین دیجیتال مدل Canon-50x ساخت ژاپن و از بافت هموژن میوه توسط اسکنر مدل Brother MFC-7340 ساخت ویتنام تصویر تهیه شد و سپس توسط نرم افزار Adobe Photoshop 8 بر اساس سیستم هانترلب (L, a, b) به روش مصباحی و همکاران(۱۳۸۸) و ایاسه و همکاران(۱۳۹۳) آنالیز رنگ انجام شد (۳۶،۱). عکس برداری سطح میوه در شرایط نوری یکنواخت و کافی برای تصویربرداری انجام شد. بمنظور تهیه تصویر بافت میوه پس از تهیه نمونه هموژن، آن را در ظروف پتری دیش کاملا یکنواخت از نظر جنس و ارتفاع ریخته و نمونه ها درون دستگاه اسکنر قرار داده شدند. با پوشاندن اسکنر با یک پارچه سیاه ضخیم از هرگونه تاثیر نور خارجی به اسکنر ممانعت بعمل آمد. تصاویر حاصله بکمک نرم افزار فتوشاپ ۸ در سیستم هانتر لب با ۱۵ قرائت از هر واحد آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از محاسبه شاخص های L*، a* و b*، زاویه هیو و کروما به روش حاتمی و همکاران(۱۳۹۲) و طبق فرمول (۴،۳) و (۵،۳) محاسبه گردید (۷).

$$H= \text{Arc tan } (b^*/a^*)$$ فرمول (۴،۳)

$$C= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$ فرمول (۵،۳)

مقدار L* بیانگر روشنی یا تیرگی (۰= سیاه، ۱۰۰= سفید) است. a* بیانگر محوری است که یک طرف آن نشان دهنده رنگ سبز (−) و طرف دیگر محور نشان دهنده رنگ قرمز (+) است. افزایش مقدار a* نشان دهنده قرمزی رنگ است. مقدار b* بیانگر محوری است که یک طرف آن نشان دهنده رنگ آبی (−) و طرف دیگر محور نشان دهنده رنگ زرد (+) است. افزایش شاخص b* بیانگر افزایش رنگ زرد است. زاویه هیو که شدت رنگ را بیان می کند با افزایش رنگ قرمز به سمت صفر و با افزایش رنگ زرد به سمت اعداد بزرگ‌تر میل می کند. کروما نیز معرف غلظت رنگ یا درجه اشباع آن است.

۴,۳. آنالیز داده های آزمایش:

داده های آزمایش با نرم افزار MSTATC آنالیز و میانگین داده ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردیدند. رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excell انجام شد.

فصل چهارم

نتیجه گیری و بحث:

۱,۴. نتایج:

نتایج پژوهش نشان داد کاربرد تمامی کودهای فوق باعث افزایش سطح برگ شد. محلول پاشی کلسیم ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و قطر میوه را افزایش داد. وزن تک میوه با کاربرد کودها کاهش یافت. اگرچه کاربرد کودها افزایش عملکرد را بدنبال داشت اما اختلاف حاصله معنی دار نگردید. شکل میوه نیز تحت تاثیر قرار نگرفت. اثر متقابل برخی کودها تغییرات معنی داری بر صفات مورد مطالعه ایجاد نمود. صفات مورد بررسی جدول (۱,۴) نتیجه آنالیز واریانس صفات فیزیکی و کمّی تحت بررسی در اثر کاربرد تیمارها را نشان می دهد.

در جدول (۲,۴) نتیجه آنالیز واریانس صفات کیفی و شیمیایی ناشی از کاربرد کودها آورده شده است. نتایج نشان داد کاربرد بور توانست شاخص درخشندگی بافت میوه را کاهش و زاویه هیوی بافت را بطور معنی داری افزایش دهد. سایر صفات مورد بررسی تحت تاثیر مستقیم تیمارها قرار نگرفتند. اثر متقابل کاربرد کودهای فوق باعث افزایش معنی دار اسیدیته، کاهش پ هاش و تغییراتی در شاخص های رنگ بافت میوه گردید. هیومیک اسید میزان ویتامین ث و کلسیم محتوای لیکوپن را افزایش داد اما تغییرات حاصله معنی دار نگردید. در هیچ یک از تیمارها پوسیدگی گلگاه مشاهده نشد.

جدول (۱,۴) آنالیز واریانس داده های صفات کمی و عملکرد آزمایش (میانگین مربعات)

منبع داده	درجه آزادی	سطح برگ	ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول میوه	قطر میوه	قطر / طول	تعداد میوه در بوته	وزن تک میوه	وزن میوه در بوته	عملکرد در هکتار
تکرار	۲	۳۷۸/۸۱**	۱۱/۸۹	۱/۷۷	۲/۰۷	۵/۸۰	۰/۰۰۰	۵۳/۱۸	۱۸/۵۹	۰/۳۶	۵۷۵۰۷۶۹۵۸
هیومیک اسید	۲	۳۴۳/۵۶**	۳/۸۸	۵/۰۲	۲/۶۱	۸/۷۰	۰/۰۰۳	۳۸/۵۳	۲۰/۵۷	۰/۴۸	۷۶۰۲۸۱۵۲۴
خطا (a)	۴	۰/۲۹	۴/۳۵	۲/۰۲	۳/۴۶	۴/۵۵	۰/۰۰۱	۱۰۰/۹۶	۴۶۹/۷۴	۱/۲۵	۱۹۹۴۷۳۱۰۱۷
کلسیم	۲	۶۱۷/۱۲**	۳۰/۹۳**	۲۰/۰۹*	۶/۲۷*	۱۵/۲۱*	۰/۰۰۲	۲۶۶/۳۹	۴۹/۸۰	۱/۹۳	۳۰۹۱۶۱۲۷۴۹
خطا (b)	۴	۰/۵۱	۲/۲۶	۱/۸۸	۰/۷۹	۲/۴۴	۰/۰۰۱	۲۲۱/۱۵	۱۱۵۲/۹۱	۳/۲۸	۵۲۵۴۶۰۷۲۶۶
هیومیک اسید×کلسیم	۴	۳۸۵/۳۲**	۷/۴۶*	۰/۹۶	۲/۲۷	۴/۹۹	۰/۰۰۲	۷۲/۲۵	۳۲/۲۲	۱/۰۵	۱۶۷۵۰۷۷۲۵۵
خطا (c)	۸	۰/۳۲	۲/۰۲	۱/۳۳	۴/۵۴	۵/۰۹	۰/۰۰۲	۳۶/۰۲	۴۰/۷۹	۰/۴۲	۶۷۸۰۷۷۲۵۵
بور	۱	۲۸۰/۱۷**	۰/۳۲	۸/۲۱	۰/۰۰۱	۲۱/۰۵	۰/۰۰۵	۴۲/۶۷	۱۲/۵۵	۰/۱۱	۱۶۹۷۱۹۷۰۶
هیومیک اسید×بور	۲	۴۰۵/۹۷**	۳۲/۵۵**	۵/۵۱	۲/۱۴	۳/۵۷	۰/۰۰۰	۲۲۶/۸۰**	۵۶/۵۳	۱/۵۸	۲۵۲۲۳۶۷۹۷۶
کلسیم×بور	۲	۷۴۷/۱۶**	۵۹/۷۲**	۰/۰۸	۱/۴۸	۱/۶۷	۰/۰۰۰	۷۴/۲۳	۳/۵۱۷	۰/۵۶	۹۰۱۰۲۶۴۳۲
هیومیک اسید×کلسیم×بور	۴	۴۳۵/۹۱**	۹/۹۴	۳/۴۷	۳/۱۶	۶/۷۹	۰/۰۰۳	۸۳/۸۹	۷۲/۷۰	۱/۵۷	۲۵۰۴۷۷۳۶۶۶
خطا (d)	۱۸	۰/۴۰	۴/۲۹	۲/۰۴	۳/۲۵	۱۱/۹۵	۰/۰۰۳	۳۹/۲۶	۱۱۱/۸۸	۰/۵۹	۹۴۰۹۸۳۱۲۲
ضریب تغییرات (CV) (درصد)	-	۲/۰۵	۸/۴۳	۹/۷۵	۲/۹۶	۵/۲۰	۵/۵۰	۱۰/۵۶	۱۰/۶۳	۱۳/۰۶	۱۳/۰۶

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد *: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد سایر اعداد غیر معنی دار می باشند.

جدول (۲,۴) آنالیز واریانس داده های صفات کیفی آزمایش (میانگین مربعات)

منبع داده	درجه آزادی	کل مواد جامد محلول	پ هاش	اسیدیته قابل تیتر	ویتامین ث	لیکوپن	پوست						بافت			
							L*	a*	b*	H	C	L*	a*	b*	H	C
تکرار	۲	۰/۱۹	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۲۵/۶۰	۴۳۸/۲	۱۵/۶۳	۳۳/۵۷	۱۳/۳۹	۰/۰۰۰	۴۵/۰۵	۲/۹۱	۲/۱۷	۲/۰۲	۰/۰۰۱	۲/۳۸
هیومیک اسید	۲	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۱۵/۴۵	۲۰۶/۱۹	۰/۳۵	۲/۳	۱/۰۶	۰/۰۰۱	۱/۱۸	۰/۳۵	۱/۵۶	۰/۶۹	۰/۰۰۰	۲/۱۸
خطا (a)	۴	۰/۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۳۲/۳۱	۹۷/۲۲	۵/۶۶	۸/۱۹	۸/۶۱	۰/۰۰۰	۱۵/۰۵	۰/۷۴	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۰۰۰	۱/۰۲
کلسیم	۲	۰/۱۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۸/۷۶	۵۷/۳۴	۰/۹۶	۶/۹۱	۶/۲۲	۰/۰۰۰	۱۲/۹۲	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۰۰۰	۰/۳۹
خطا (b)	۴	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۱۰/۸۱	۶۰/۵۲	۱۲/۱۹	۱۰/۴۶	۱۲/۲۸	۰/۰۰۱	۲۰/۳۵	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۱۳	۰/۰۰۰	۰/۴۳
هیومیک اسید×کلسیم	۴	۰/۱۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۱۹/۵	۱۲۹/۷۵	۵/۷۴	۸/۵۲	۸/۹۴	۰/۰۰۰	۱۶/۶۸	۱/۹۱**	۱/۴۴*	۱/۰۵	۰/۰۰۰	۱/۸۵*
خطا (c)	۸	۰/۱۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۱۹/۲۲	۸۹/۴۲	۱۰/۲۱	۶/۵۷	۶/۵۸	۰/۰۰۰	۱۱/۷۹	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۰۰۰	۰/۴۸
بور	۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۱۶	۱۲/۷۷	۰/۶۷	۲/۶۷	۰/۱۷	۰/۰۰۰	۱/۱۷	۳/۶۳*	۰/۹۱	۰/۴۶	۰/۰۰۱*	۰/۲
هیومیک اسید× بور	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۱/۹۵	۴۶/۴۹	۱/۷۲	۱/۵۶	۰/۵	۰/۰۰۰	۱/۰۵	۰/۳۵	۰/۵۲	۱/۲۴	۰/۰۰۰	۱/۴۳
کلسیم× بور	۲	۰/۰۸۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴*	۱۴/۹۸	۲۰۳/۸۵	۲/۸۹	۱۷/۰۶	۲	۰/۰۰۰	۱۷/۲۳	۱/۶۹	۰/۳	۲/۰۲*	۰/۰۰۱*	۱/۳۸
هیومیک اسید× کلسیم× بور	۴	۰/۱۹	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۰	۱۳/۵۳	۸۹/۰۲	۱/۱۱	۲/۴۴	۱/۸۳	۰/۰۰۰	۲/۹۷	۰/۵۷	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۰۰۰	۰/۵۱
خطا (d)	۱۸	۰/۱۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۱۴/۹۷	۱۵۳/۲۸	۴/۹۸	۵/۹۱	۵/۵	۰/۰۰۰	۱۰/۲۹	۰/۷۸	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۰۰۰	۰/۵۹
ضریب تغییرات (CV) (درصد)	-	۸/۱۹	۱/۴۶	۸/۷۳	۱۶/۴۸	۱۱/۴۸	۵/۸۸	۴/۶۰	۵/۹۷	۲/۴۹	۴/۸۷	۴/۳۷	۱/۹۲	۳/۲۶	۲/۲۷	۲/۰۱

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد *: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد سایر اعداد غیرمعنی دار می باشند.

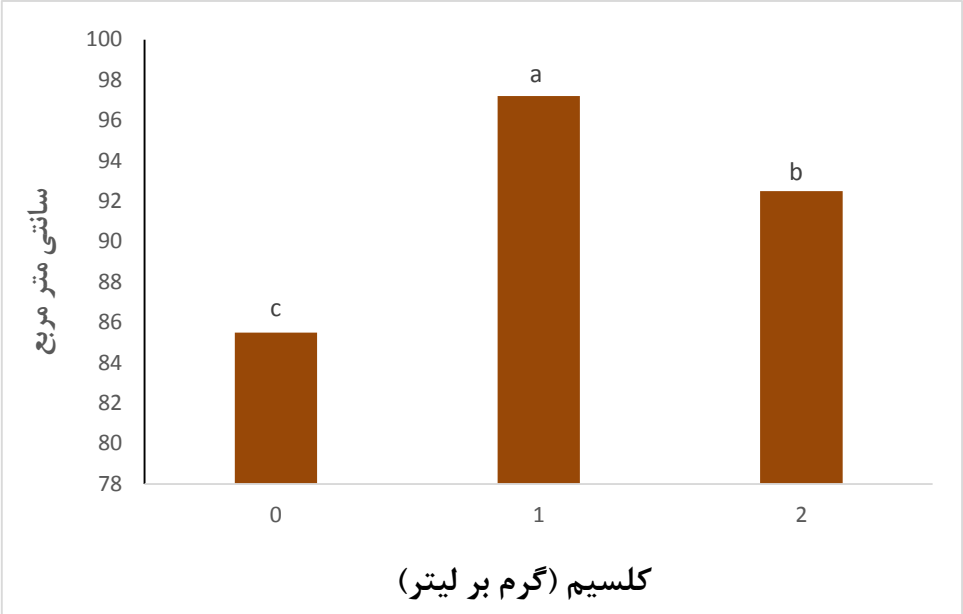
۲,۴. بحث:

۱,۲,۴. صفات رویشی بوته:

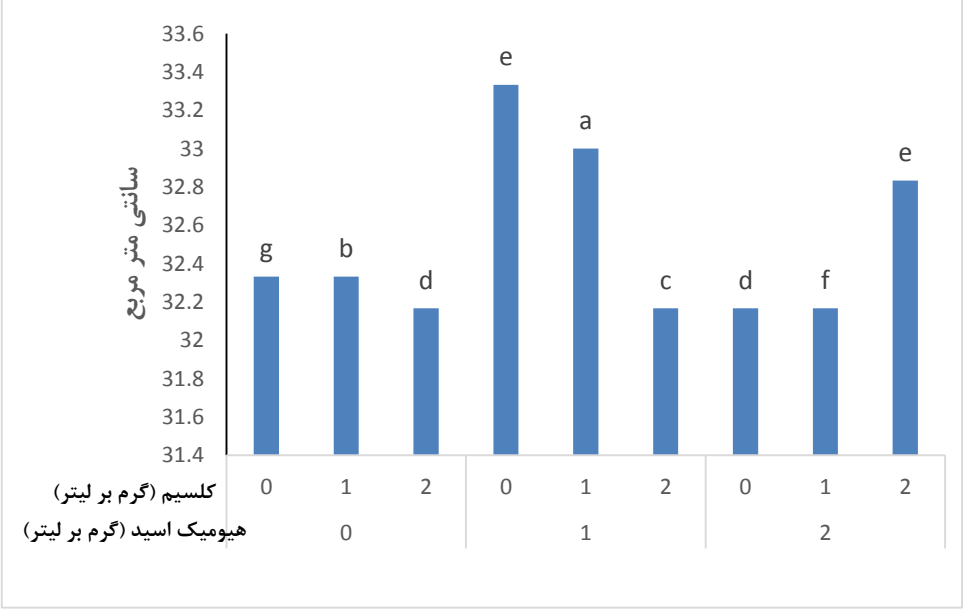
۱,۱,۲,۴. سطح برگ:

اثرات ساده و متقابل تیمارها بر تغییرات سطح برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید. شکل (۱,۴ و ۲,۴) نشان داد کمترین سطح برگ، مربوط به تیمار شاهد و بیشترین میزان با مصرف یک گرم در لیتر هیومیک اسید به میزان ۹۶/۸ و یک گرم در لیتر کلسیم به مقدار ۹۷/۲ سانتی متر مربع بدست آمد. کاربرد بور کاهش معنی دار سطح برگ در سطح یک درصد را بدنبال داشت. بررسی اثرات متقابل تیمارهای هیومیک اسید و کلسیم نشان داد حداکثر سطح برگ در کاربرد غلظت یک گرم در لیتر هیومیک اسید و کلسیم و کمترین سطح برگ در شاهد مشاهده شد (شکل ۳,۴). در شکل (۴,۴) مشاهده گردید اگر چه کاربرد بور اثر کاهشی معنی داری در سطح یک درصد بر روی سطح برگ داشت اما زمانی که همراه هیومیک اسید بکار رفت اثر متقابل آنها افزایش معنی داری را در صفت مورد مطالعه ایجاد نمود. شکل (۵,۴) نشان داد کمترین میزان سطح برگ در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن از تیمار یک در هزار کلسیم در فقدان بور به میزان ۱۰۶/۹ سانتی متر مربع حاصل شد. بررسی شکل (۶,۴) نشان داد کاربرد غلظت یک در هزار هیومیک اسید و کلسیم بدون بور منجر به بیشترین سطح برگ گردید و افزایش غلظت کودها بر این شاخص اثر منفی داشت.

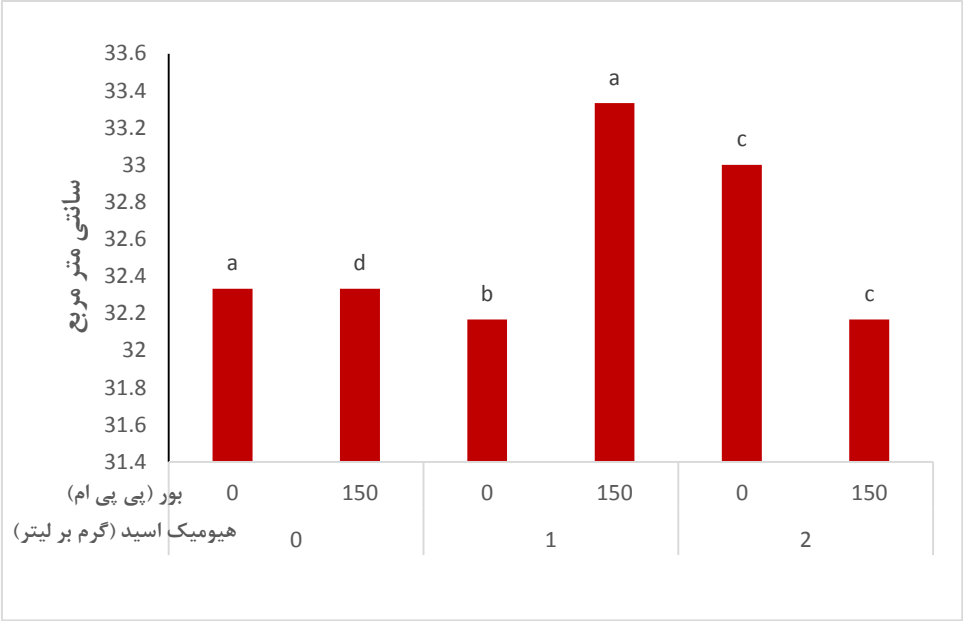
شکل (۱,۴) اثر کاربرد هیومیک اسید بر صفت سطح برگ گوجه فرنگی رقم زمرد



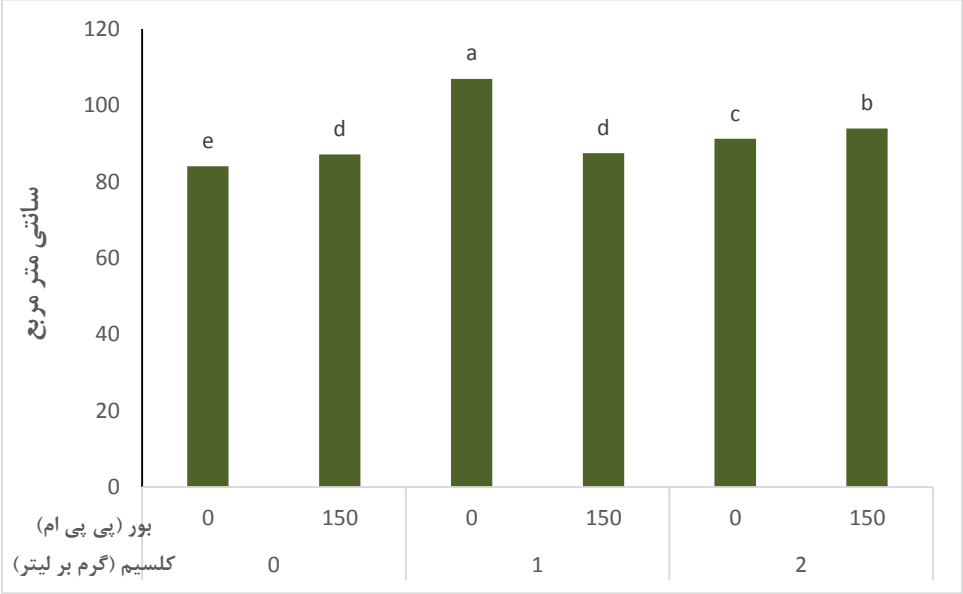
شکل (۲,۴) اثر محلول پاشی کلسیم بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی رقم زمرد



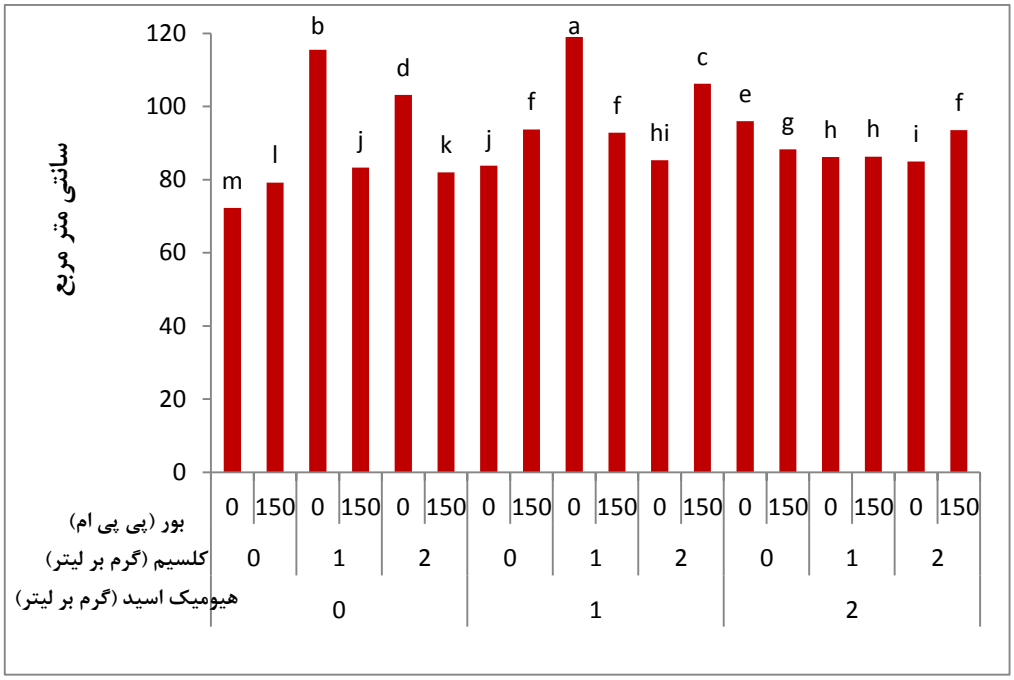
شکل (۳,۴) اثر محلول پاشی هیومیک اسید و کلسیم بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی



شکل (۴,۴) اثر متقابل محلول پاشی هیومیک اسید و بور بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی



شکل (۵,۴) اثر محلول پاشی کلسیم و بور بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی



شکل (۶,۴) اثر محلول پاشی هیومیک اسید، کلسیم و بور بر میانگین سطح برگ گوجه فرنگی زمرد

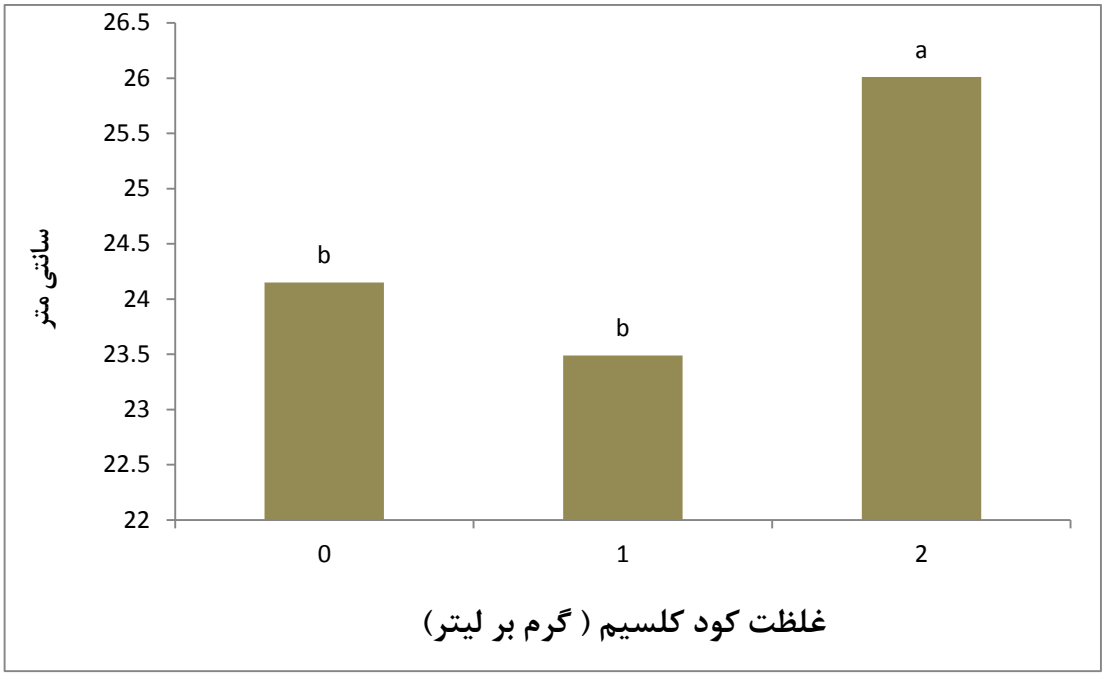
در آزمایشی کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش شاخص سطح برگ و عملکرد دانه ذرت گردید (۲۷). در آزمایش دیگری کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش سطح برگ، عملکرد و وزن تر توت فرنگی شد (۸۴). کاربرد نیترات کلسیم در غلظت دو میلی مول همراه با ۱۰۰۰ قسمت در میلیون IBA باعث بیشترین مساحت سطح برگ و وزن تر و خشک گیاه سوسن شد (۳۰). همچنین تیمار سورگوم علوفه‌ای با کربنات کلسیم در شرایط شور توانست باعث افزایش ارتفاع بوته و سطح برگ گردید (۴۴). این نتایج با داده های این آزمایش تطابق دارد.

تاثیر مواد هیومیکی بر قابلیت فراهمی و جذب مواد کانی، اثرات شبه هورمونی، دارا بودن ازت و منیزیم که عناصر اولیه تشکیل کلروفیل هستند و باعث افزایش فتوسنتز می شوند می تواند رشد گیاه را بهبود بخشیده و افزایش سطح برگ را بدنبال داشته باشد (۴۷، ۸۴، ۸۶). از آنجا که کلسیم و بور جزو عناصر ضروری رشد گیاهان بوده و کمبود آنها باعث کاهش رشد برگ و ریشه می شود (۸۱، ۱۱۸)، لذا همراه با کاربرد این عناصر و حاصلخیزی خاک، رشد گیاه و در نتیجه سطح برگ افزایش می یابد. در این آزمایش کاربرد بور اثر منفی بر صفت مورد بررسی داشت که با مطالعات منعم و همکاران (۱۳۸۹)

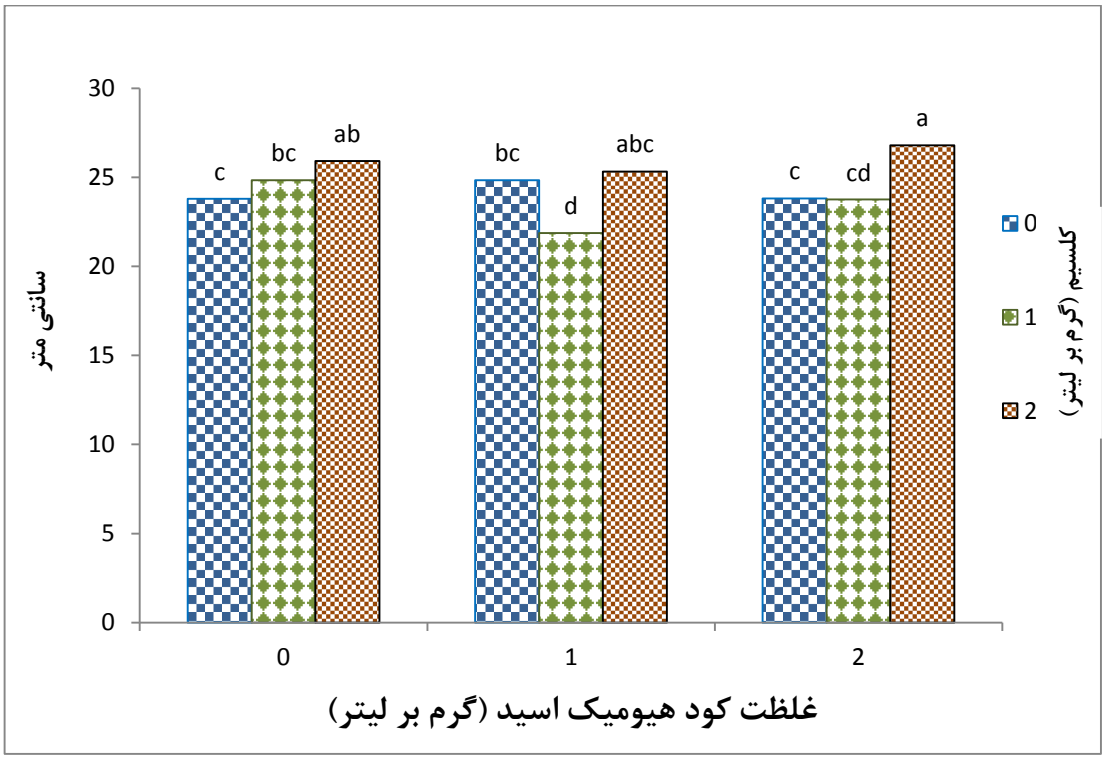
مغایرت دارد (۳۹). با توجه به غلظت پایین کود بور بکار رفته در آزمایش بنظر نمی رسد که باعث بروز سمیت شده باشد اما میزان بور موجود در خاک، حساسیت ارقام، شرایط اقلیمی و برهمکنش عناصر موجود در خاک یا رژیم های کودی می تواند بر نتایج اثر بگذارد.

۲,۱,۲,۴. ارتفاع بوته:

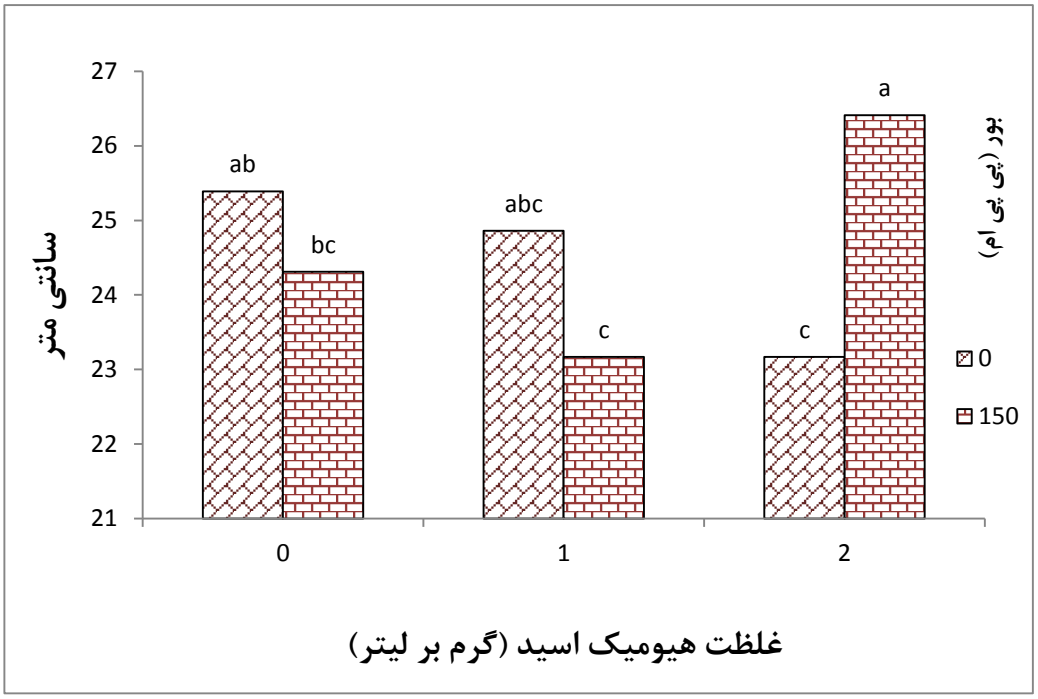
ملاک تعیین ارتفاع شاخساره طول ساقه اصلی قرار گرفت. در رقم زمرد که یک رقم رشد محدود می باشد رشد ساقه اصلی با تشکیل گل آذین متوقف شده و ساقه های فرعی از زاویه برگ های ساقه اصلی منشعب شدند و چه بسا از آن رشد بیشتری کرده بودند. غلظت دو گرم در لیتر کلسیم توانست باعث افزایش معنی داری در سطح احتمال یک درصد در طول ساقه اصلی بوته شود و طول ساقه را از ۲۴/۱۵ سانتی متر در تیمار شاهد به ۲۶ سانتی متر در این تیمار افزایش دهد؛ در حالیکه غلظت پایین تر آن با شاهد اختلافی نشان نداد (شکل ۷,۴). کاربرد بور نیز تاثیر اندکی بر افزایش ارتفاع بوته داشت. کاربرد هیومیک اسید اثری بر ارتفاع بوته نداشت که با یافته های Valdrighi *et al*. (1996); Tattini *et al*. (1991); Vaughan & Malcom, (1985) که افزایش ارتفاع بوته را با کاربرد هیومیک اسید تأیید می کنند (۱۳۵، ۱۴۴، ۱۴۳) مغایرت دارد، اما اثر متقابل کاربرد هیومیک اسید با کلسیم در سطح احتمال پنج درصد و هیومیک اسید با بور بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. بیشترین ارتفاع بوته در غلظت دو گرم بر لیتر هیومیک اسید به همراه غلظت دو گرم بر لیتر کلسیم به میزان ۲۶/۷۹ سانتی متر مشاهده شد (شکل ۸,۴). در اثر متقابل هیومیک اسید با بور حداکثر ارتفاع بوته (۲۶/۴۱ سانتی متر) در بیشترین سطح هر دو تیمار به دست آمد (شکل ۹,۴). همچنین اثر متقابل کاربرد کود کلسیم با بور نیز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. به طوری که ارتفاع بوته با کاربرد دو گرم بر لیتر کلسیم و فقدان بور به بیشترین مقدار خود یعنی ۲۷/۸۱ سانتی متر رسید (شکل ۱۰,۴). این نشان می دهد که بور در تلفیق با هیومیک اسید یا کلسیم می تواند به افزایش ارتفاع بوته منجر شود.



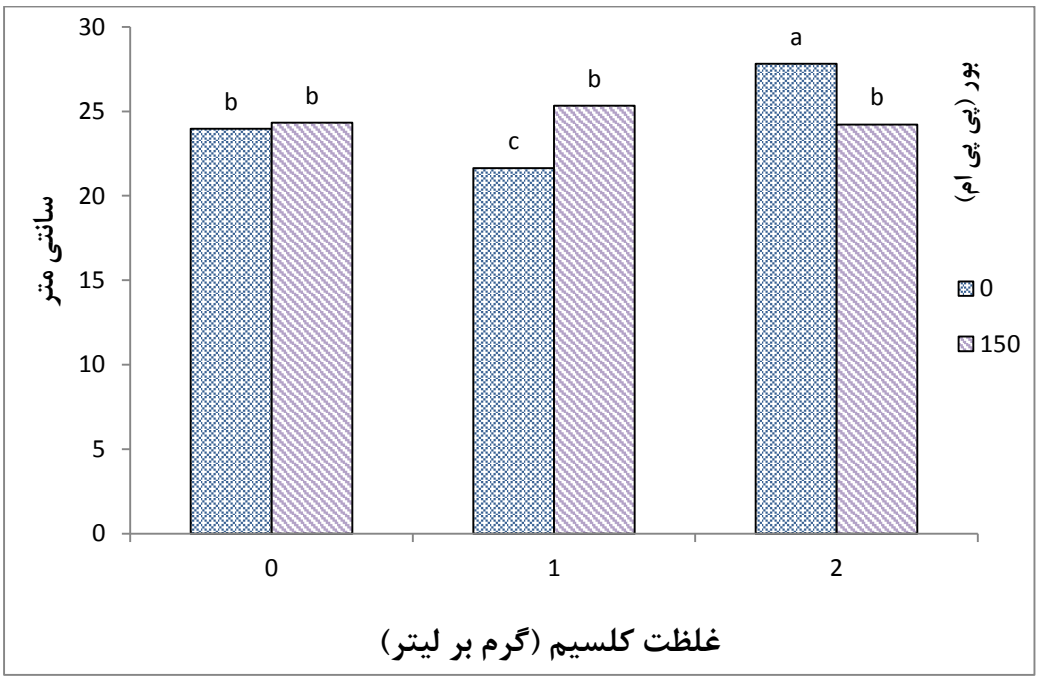
شکل (۷,۴) تاثیر تیمار کلسیم بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی



شکل (۸,۴) اثر متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی



شکل (۹,۴) اثر متقابل کود هیومیک اسید و بور بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی



شکل (۱۰,۴) اثر متقابل کلسیم و بور بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی

گزارش شده است کاربرد سه میلی گرم در لیتر هیومیک اسید موجب افزایش قطر ساقه، طول ساقه و عملکرد گیاه گوجه فرنگی شد (۳۱). افزایش ارتفاع و عملکرد گیاه گوجه فرنگی و فلفل با کاربرد کود بور در آزمایشات محققین نشان داده شده است (۵۷، ۱۲۶، ۱۲۸).

تحقیقات جدید نشان می دهد که هیومیک اسید می تواند به عنوان یک ماده تنظیم کننده رشد استفاده شود زیرا موجب افزایش اکسین، جیبرلین و سایتوکینین می شود که با افزایش این هورمون ها طول ساقه افزایش یافته و رشد گیاه بهبود می یابد (۳۱). مواد هیومیکی به وسیله افزایش جذب عناصر غذایی رشد و متابولیسم گیاه را تحت تاثیر قرار داده و باعث بهبود رشد گیاه شود (۱۰۰). کلسیم و بور جزو عناصر ضروری رشد و نمو گیاهان هستند. کلسیم با تقسیم سلولی باعث رشد و با تشکیل دیواره سلولی باعث استحکام ساقه گیاه می شود که اثر متقابل روی ژئوتروپیسم دارد و لذا باعث رشد ساقه می شود. بور در فرایندهای اصلی تقسیم و طویل شدن سلول یا سوخت و ساز نقش دارد (۲۵). بدلیل نقش بور در افزایش فتوسنتز و ساخت آسیمیلات ها می تواند باعث افزایش رشد رویشی که یکی از شاخص های آن طول ساقه گیاه است بشود.

۳,۱,۲,۴. قطر ساقه:

همه تیمارها باعث افزایش قطر ساقه شدند اما تنها اثر ساده ی کلسیم در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. بر اساس داده های شکل (۱۱,۴) کاربرد یک گرم در لیتر کود کلسیم توانست قطر ساقه را از مقدار ۱۳/۷۸ به ۱۵/۸۳ میلی متر افزایش دهد اما غلظت دو گرم بر لیتر این کود با شاهد اختلاف معنی داری نشان نداد. افزایش غلظت هیومیک اسید و کلسیم اثر منفی بر صفت مذکور داشت.

کمری شاه ملکی (۱۳۹۱) در پژوهش خود گزارش نمود بیشترین قطر طوقه گیاه گوجه فرنگی به میزان ۱۴/۴۴ میلی متر با کاربرد سه میلی گرم در لیتر هیومیک اسید بدست آمد. وی همچنین به نقل از پادم و اکال (۱۹۹۹) ذکر کرد محلول پاشی هیومیک اسید باعث افزایش قطر گیاهچه بادمجان و فلفل گردید (۳۱). یافته های آزمایش با این نتایج مطابقت دارد.

شکل (۱۱,۴). تغییرات قطر ساقه گوجه فرنگی رقم زمرد در اثر اعمال تیمار کلسیم

هیومیک اسید، کلسیم و بور از طریق افزایش سطح برگ باعث افزایش سطح غذاسازی و کلروفیل شده و لذا رشد و توسعه اندام های هوایی را بهبود می بخشند. نقش کلسیم در ساخت دیواره سلولی و اثرات آن بر لایه زاینده آوندی (کامبیوم) باعث افزایش قطر ساقه می شود.

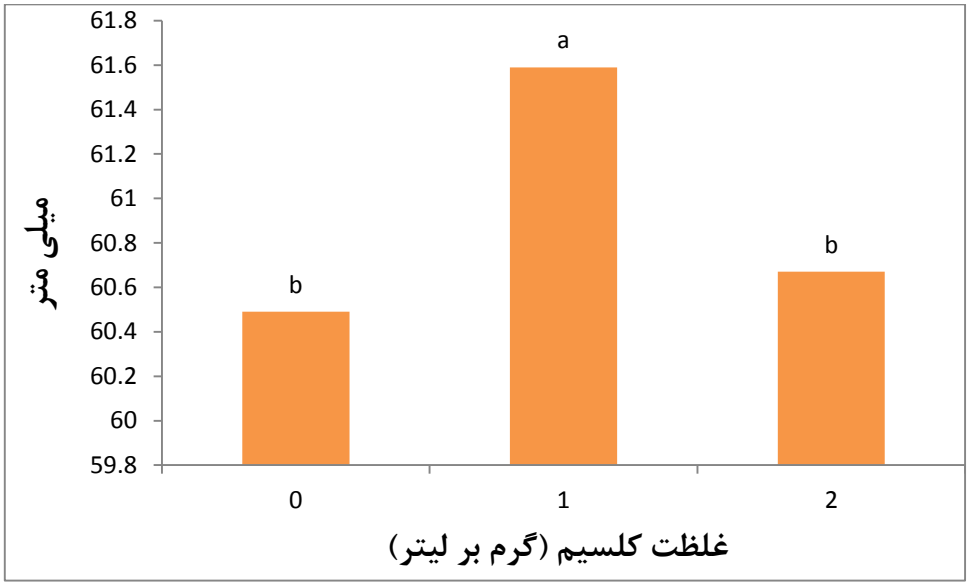
۲,۲,۴. صفات رویشی میوه:

۱,۲,۲,۴. طول میوه:

از بین تیمارهای کودی تنها اثر ساده ی کلسیم بر روی طول میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد و سایر کودها بر طول میوه اثر معنی داری نداشتند. اگرچه کاربرد کلسیم یک در هزار باعث افزایش قابل توجهی در طول میوه شد (طول میوه از ۶۰/۴۹ به ۶۱/۵۹ میلی متر افزایش یافت) ولی کلسیم دو در هزار با شاهد اختلاف معنی داری نشان نداد (شکل ۱۲,۴).

کلسیم به عنوان یک پیام بر ثانویه ی سیگنال های صادره از محرک های محیطی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد. نقش مهم کلسیم در رشد گیاه و جذب عناصر غذایی از راههای زیادی از جمله افزایش نشت مواد محلول با وزن مولکولی کم از سلول هایی که کمبود کلسیم دارند مورد تاکید می باشد (۸). کمبود کلسیم با توجه به نقشی که در تقسیم سلول ها و ساخت دیواره سلولی، بهبود رشد گیاه و

شاخص های رشدی نظیر سطح برگ، طول و قطر ساقه می تواند باعث کاهش عملکرد شود (۸۱) و اندازه میوه شامل طول و قطر آن است یکی از اجزاء عملکرد می باشد و لذا به نظر می رسد کاربرد غلظت متعادل کلسیم بتواند باعث افزایش طول میوه شود.

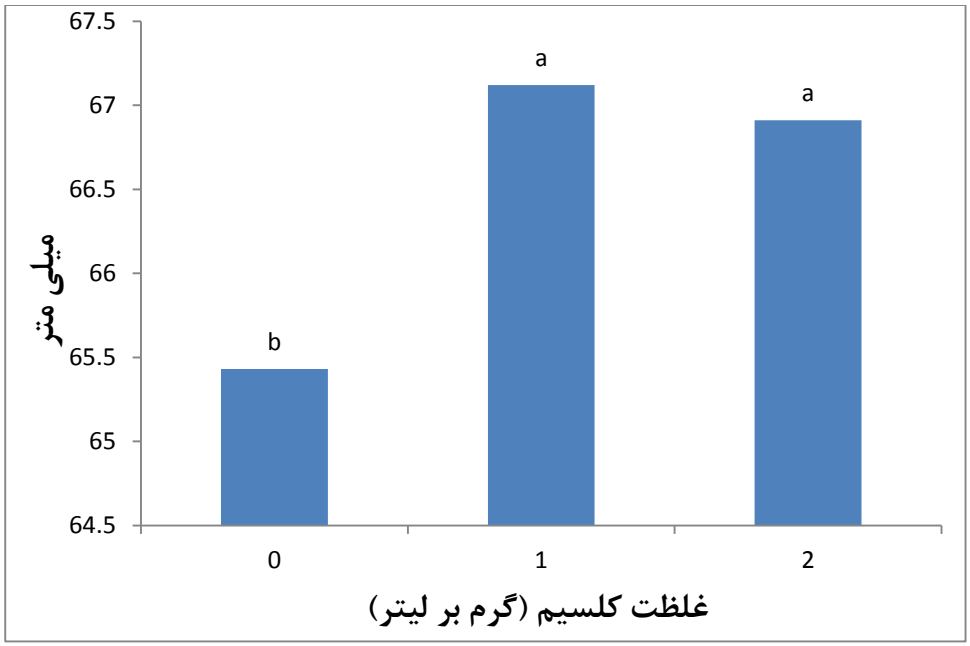


شکل (۱۲,۴) تاثیر محلول پاشی کلسیم بر طول میوه گوجه فرنگی

۲,۲,۲,۴. قطر میوه:

غلظت یک در هزار هیومیک اسید، کلسیم و بور توانست باعث افزایش قطر میوه شود اما در این میان تنها تاثیر کلسیم در سطح پنج درصد معنی دار شد به طوری که قطر میوه به ۶۷/۱۲ میلی متر افزایش یافت. غلظت بیشتر اثر منفی داشت اما همچنان نسبت به شاهد معنی دار باقی ماند (شکل ۱۳,۴). ایلدریم (۲۰۰۷) گزارش کرد مصرف خاکی هیومیک اسید همانند برگپاشی توانست بر قطر و طول میوه و عملکرد گوجه فرنگی تاثیر معنی دار بگذارد (۱۵۰). کمری شاهملکی و همکاران (۱۳۹۱) افزایش ارتفاع و قطر ساقه و طول و قطر میوه گوجه فرنگی را با کاربرد سه میلی گرم بر لیتر هیومیک اسید گزارش نمود (۳۱). بر اساس گزارش بداقی و همکاران (۱۳۸۶) به نقل از کین گزانان(۱۹۹۶) محلول پاشی بور موجب افزایش رشد لوله گرده، تشکیل میوه و اندازه میوه ها در مرکبات شد (۲). کاووسی و

حسینی فرهی (۱۳۸۷) نتایج مشابهی را روی انگور گزارش نمودند (۲۸). این گزارشات با یافته های آزمایش مطابقت دارد.



شکل (۱۳,۴) تاثیر کاربرد تیمار کلسیم بر قطر میوه گوجه فرنگی

بهبود شرایط رشد، فراهم بودن عناصر غذایی از جمله کلسیم و بور که با افزایش سطح برگ و تولید کربوهیدرات ها و انتقال و متابولیسم آن ها با کمک بور از عوامل افزایش اندازه میوه می باشند. در این آزمایش کاربرد هیومیک اسید اثر مثبت اما اندک بر صفت مورد نظر داشت و علت معنی دار نشدن اثر آن بر طول و قطر میوه می تواند به نوع کشت (خاکی)، ذخیره مواد آلی خاک، شرایط آب و هوایی و رقم گوجه فرنگی و منبع هیومیک اسید مرتبط باشد.

۳,۲,۲,۴. شکل میوه:

بمنظور بررسی اثر کودها بر شکل میوه از شاخص طول به قطر استفاده گردید. با توجه به اینکه شکل میوه در رقم زمرد کاملا گرد است لذا نسبت فوق با تقریب زیادی به عدد یک نزدیک بود. در تمامی

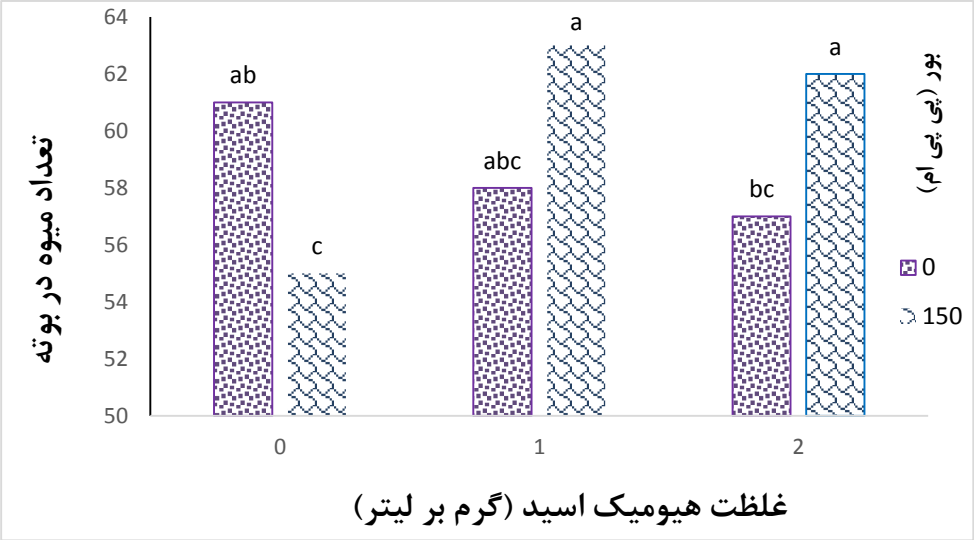
تیمارهای آزمایش به استثنای هیومیک اسید دو گرم در لیتر، اعمال تیمارها باعث افزایش قطر میوه و اصطلاحا پخ شدن میوه شد اما این تغییرات معنی دار نبود.

۳,۲,۴. صفات مربوط به عملکرد:

۱,۳,۲,۴. تعداد میوه در بوته:

کاربرد تمامی کودها توانست باعث بهبود تشکیل میوه شده و تعداد میوه در بوته را افزایش دهد. البته غلظت یک گرم در لیتر اثر بیشتری داشت و غلظت بالاتر اثر منفی بر گیاه داشت. در میان تیمارها اثر متقابل کاربرد هیومیک اسید و بور بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. شکل (۱۴,۴) نشان داد بیشترین اثر بر تعداد میوه با تولید ۶۳ عدد میوه در بوته از کاربرد توام هیومیک اسید و بور با غلظت یک در هزار حاصل شد. حسینی فرهی و همکاران (۲۰۱۳) تایید کردند برگپاشی هیومیک اسید با غلظت سه میلی گرم بر لیتر، خواص کمی و کیفی توت فرنگی را بهبود بخشیده و اثرات مثبتی بر تعداد میوه، عملکرد گیاه و عملکرد کل، محتوای مواد جامد محلول، کلروفیل و سفتی میوه دارد (۸۴). ایلدریم (۲۰۰۷) گزارش کرد محلول پاشی هیومیک اسید با غلظت ۲۰ میلی لیتر بر لیتر توانست بر افزایش متوسط وزن و تعداد میوه در بوته، زودرسی و عملکرد گوجه فرنگی تاثیر معنی دار بگذارد (۱۵۰). بر اساس گزارش معظم و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد دو کیلوگرم بور در هکتار موجب افزایش تشکیل میوه و عملکرد در گوجه فرنگی شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (۱۰۳).

هیومیک اسید از طریق افزایش فعالیت میکروبی خاک و بهبود شرایط فیزیکی بستر و افزایش جذب عناصر مغذی و اثرات شبه هورمونی می توانند باعث افزایش رشد و تولید میوه شوند (۸۷). افزایش تشکیل میوه و تعداد میوه در بوته با کاربرد کلسیم و بور را می توان به نقش کلسیم در ساخت دیواره سلولی و تقسیم سلولها و نقش بور در تسهیل انتقال و متابولیسم کلسیم و کربوهیدرات ها و نیز در رشد زایشی و تلقیح و تشکیل میوه نسبت داد که در مطالعات برخی محققین به آنها اشاره شده است (۱۶، ۱۰۳، ۱۱۸، ۱۴۹).



شکل (۱۴,۴) اثر محلول پاشی هیومیک اسید و بور بر تعداد میوه در بوته

۲,۳,۲,۴. میانگین وزن تک میوه:

اگرچه غلظت یک در هزار هیومیک اسید توانست باعث افزایش وزن میوه شود اما تفاوت حاصله با شاهد معنی دار نشد. کاربرد کلسیم و بور نیز تاثیری در وزن میوه نداشت و بلکه کاهش اندکی در وزن میوه را باعث شد. این احتمال وجود دارد چون محلول پاشی کودها باعث افزایش تشکیل میوه و افزایش تعداد میوه در بوته شد لذا رقابت بین میوه ها در جذب مواد غذایی باعث این امر شود. نقش هیومیک اسید در بهبود شرایط فیزیکی خاک، خواص شبه هورمونی و افزایش جذب و کارآیی عناصر مغذی می تواند دلیل افزایش تولید و رشد میوه در اثر کاربرد مواد هیومیکی باشد (۸۷).

۳,۳,۲,۴. وزن میوه در بوته:

کاربرد هر سه نوع کود باعث افزایش وزن میوه تولید شده در هر بوته گردید. اگر چه اثر تیمارهای کودی بر عملکرد بوته معنی دار نشد. غلظت یک گرم در لیتر موثرتر از غلظت بالاتر بود. به ویژه در مورد کلسیم که افزایش غلظت اثر منفی بر صفت مورد بررسی داشت. حسینی فرهی و همکاران (۲۰۱۳) تایید کردند برگپاشی هیومیک اسید خواص کمی و کیفی توت فرنگی را بهبود بخشیده و اثرات مثبتی بر تعداد میوه، عملکرد گیاه و عملکرد کل، محتوای کل مواد محلول، کلروفیل و سفتی میوه دارد (۸۴).

امان و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود روی گوجه فرنگی نتیجه گرفتند که بالاترین شاخصهای طول برگ، ارتفاع بوته، وزن میوه در بوته و عملکرد میوه با کاربرد هیومیک اسید تجاری حاصل گردید (۵۰). کاربرد خاکی هیومیک اسید تجاری به میزان پنج کیلوگرم در هکتار همراه با ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار ازت باعث بروز بالاترین طول برگ، ارتفاع بوته، وزن میوه و عملکرد میوه گوجه فرنگی گردید اما بر پوسیدگی گلگاه اثری نداشت (۱۱۰). افزایش عملکرد بوته در اثر کاربرد کلسیم و بور در نتایج برخی محققین گزارش شده است (۸۱، ۸۵، ۱۰۳).

مکانیزم عمل هیومیک اسید می تواند افزایش جذب عناصر ریزمغذی و افزایش کارایی کودها، افزایش فعالیت غشاء سلولی، فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد و افزایش مقاومت به تنش ها باشد (۳۱، ۷۲). کلسیم و بور نیز با افزایش سطح برگ و انتقال و متابولیسم قندها و افزایش تشکیل میوه می توانند باعث تولید میوه در بوته شوند.

۴،۳،۲،۴. عملکرد:

کاربرد غلظت یک در هزار کودهای هیومیک اسید، کلسیم و بور توانست باعث افزایش عملکرد در واحد سطح گردد هرچند افزایش حاصله معنی دار نبود. با افزایش غلظت، عملکرد کاهش یافت. نتیجه مشابهی با کاربرد هیومیک اسید بر افزایش عملکرد گوجه فرنگی و فلفل در آزمایش دیگر محققین گزارش شده است (۵۰ و ۸۷). روزبهانی و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد هیومیک و فولویک اسید شاهد افزایش عملکرد دانه جو بودند (۱۵). هانگ و همکاران (۲۰۰۴) با کاربرد کلسیم و بور باعث افزایش محصول بازارپسند گوجه فرنگی شدند (۸۵). دیویس و همکاران (۲۰۰۳) با محلول پاشی بور باعث افزایش ارتفاع بوته، درصد تشکیل میوه و عملکرد گوجه فرنگی شدند (۶۶). در پژوهش دیگری با کاربرد بترتیب ۳۰۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر کلسیم و منیزیم عملکرد بوته و مزرعه به بیشترین مقدار رسید (۸۱). تمامی این مطالعات نتایج این آزمایش را تایید می کند.

مشابه آن چه در مورد وزن میوه در بوته ذکر شد، نقش مواد آلی و عناصر غذایی در بهبود رشد، توسعه و سوخت و ساز گیاه، همچنین نقش بور در فرایند باروری و تشکیل میوه باعث افزایش عملکرد محصول

شده است (۲۵). به نظر می رسد دلیل عمده اینکه اثر افزایشی کاربرد کودهای هیومیکی، کلسیم و بور بر افزایش عملکرد معنی دار نگردید، کاربرد کود دامی قبل از کشت و برخی کودهای کامل مرکب (حاوی تعداد زیادی از عناصر مورد نیاز گیاه) همراه آب آبیاری بوده است. اگرچه مصرف کود در تمام تیمارها یکسان بوده اما اثر یک کود، زمانی به طور آشکار و معنی دار ظاهر می شود که مقدار آن عنصر کافی نبوده و محدود کننده باشد. لذا این احتمال وجود دارد که مقادیر کافی عناصر تغذیه ای در خاک و بافت گیاه مانع از ظهور نتایج آشکار در اثر محلول پاشی این مواد شده باشد.

۴,۲,۴. صفات شیمیایی:

۱,۴,۲,۴. : مواد جامد محلول

کاربرد غلظت دو در هزار هیومیک اسید و کلسیم منجر به افزایش میزان کل مواد جامد محلول میوه به بیشترین مقدار خود در بین تیمارها گردید اما اثر تیمارها بر این صفت معنی دار نشد. کاراکورت (۲۰۰۹) تایید نمود کاربرد برگپاشی و خاکی هیومیک اسید باعث افزایش مواد جامد محلول فلفل گردید (۸۷). عشقی و همکاران (۲۰۱۵) نیز به نتیجه مشابهی روی توت فرنگی دست یافتند (۲۰). گزارش شده است محلول پاشی هیومیک اسید با غلظت متعادل (دو میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش معنی دار مواد جامد محلول و ویتامین ث گوجه فرنگی گردید اما تاثیر قابل توجهی بر اسید کل نداشت (۸۶). امینی فرد و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند اگرچه غلظت پایین هیومیک اسید باعث کاهش مواد جامد محلول فلفل شد اما در غلظت بالاتر بیشترین مقدار (بریکس ۱۱/۲۵) حاصل شد (۵۳). کاربرد کلسیم و بور توانسته اند باعث افزایش مواد جامد محلول میوه گوجه فرنگی شوند (۷۲، ۸۱، ۹۲). نتیجه این آزمایش با یافته های این محققین مطابقت داشت.

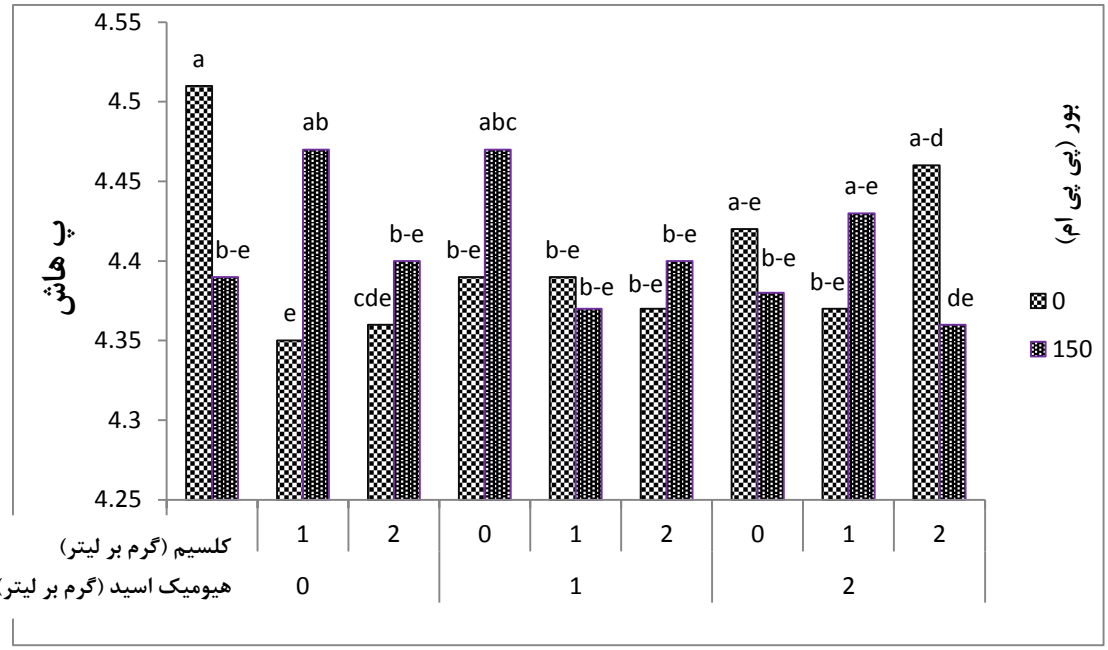
گزارش شده است مواد جامد محلول با محتوای کربوهیدرات در میوه توت فرنگی همبستگی مثبت دارد و قند و اسیدهای آلی برای ارزیابی حسی کیفیت میوه مهم هستند. به عنوان مثال میوه های با درصد قند پایین و اسید زیاد فاقد طعم و مزه هستند. بهبود کیفیت میوه ممکن است به رشد بهتر گیاه در کودهای آلی نسبت داده شود (۵۳). در مورد گوجه فرنگی اهمیت مواد جامد محلول، جنبه اقتصادی

دارد. چرا که برای فرآوری گوجه فرنگی و تولید رب، هر چه درجه بریکس میوه بیشتر باشد مقدار میوه کمتری برای تولید وزن واحدی از رب گوجه فرنگی مورد نیاز است. قندها و اسیدهای آلی مانند سیتریک اسید سهم زیادی از مواد جامد محلول را تشکیل می دهند. بدیهی است هرچه شرایط رشد گیاه مناسب تر باشد متابولیسم و انتقال مواد در گیاه بهتر انجام شده و سهم مواد محلول میوه ها افزایش می یابد.

۲,۴,۲,۴. پ هاش:

اثر متقابل کاربرد هر سه کود بر کاهش پ هاش در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. کاربرد تیمارهای هیومیک اسید و کلسیم توانست باعث کاهش واکنش عصاره گوجه فرنگی نسبت به شاهد گردد. بیشترین پ هاش به مقدار ۴/۵۱ مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین آن در تیمار کلسیم یک در هزار به تنهایی و کاربرد ترکیب سه نوع کود به ترتیب با مقدار ۴/۳۵ و ۴/۳۶ بود (شکل ۱۵,۴). امینی فرد و همکاران (۲۰۱۲) نیز به نتیجه مشابهی روی فلفل دست یافتند. وی مشاهده کرد با کاربرد غلظت کم هیومیک اسید، پ هاش میوه فلفل کاهش یافت (۵۳). اما کاربرد هیومیک اسید و کلسیم همیشه با تغییرات چشمگیر پ هاش همراه نبوده است (۲۱). کاربرد بور همراه با افزایش پ هاش بود. بداقی و همکاران (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند بالاترین میزان پ هاش از محلول پاشی بور بدست آمد (۲).

پ هاش میوه در ارتباط با اسیدیته و محتوای اسید است و سیتریک اسید اولین اسید آلی است که در بیشتر میوه ها یافت می شود. برعکس، میوه های با پ هاش پایین که با کودهای آلی پرورش یافته اند سیتریک اسید بیشتری نشان دادند که برای انسان نیز مفید است. بعلاوه میوه های با پ هاش پایین برای رسیدن مناسب تر هستند و عمر انباری بالاتری دارند (۵۳). کاهش پ هاش باعث کنترل میکروارگانیسم های ترموفیل، افزایش قوام و کاهش زمان فرآوری و در نتیجه افزایش کیفیت رب گوجه فرنگی می گردد (۳۷). بور با افزایش انتقال قندها و افزایش نسبت TSS/TA باعث افزایش پ هاش می شود (۲).

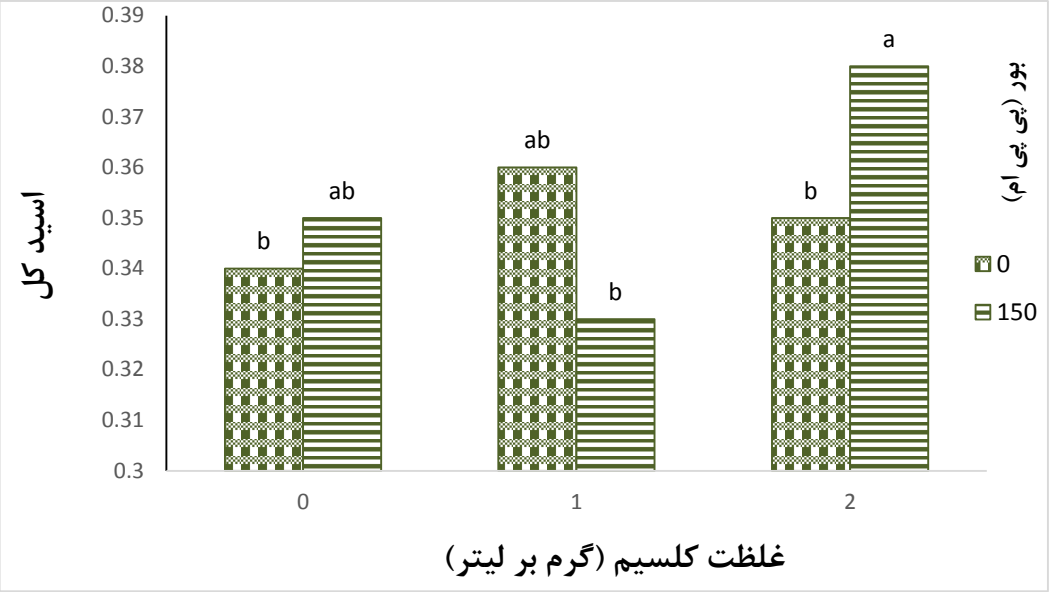


شکل (۱۵,۴) اثر متقابل تیمارهای کودی بر محتوای پ هاش میوه گوجه فرنگی

۳,۴,۲,۴. اسیدیته کل:

اثر متقابل کاربرد کلسیم و بور باعث افزایش معنی دار اسیدیته در سطح احتمال پنج درصد گردید. بر اساس شکل (۱۶,۴) بیشترین اسیدیته در تیمار کاربرد توام کلسیم دو گرم در لیتر و ۱۵۰ پی پی ام بور با مقدار ۰/۳۸ و کمترین آن در تیمار کلسیم یک گرم بر لیتر و بور و تیمار شاهد به ترتیب به مقدار ۰/۳۳ و ۰/۳۴ درصد به دست آمد. گزارش های زیادی شده است که کاربرد بور و روی بر محصول گوجه فرنگی باعث افزایش میزان اسید قابل تیتراسیون گردید (۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۷). اسیدیته قابل تیتر تحت تاثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت که با نتایج کمری شاه ملکی (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۸۶).

امینی فرد (۲۰۱۲) عنوان کرد این احتمال وجود دارد که بمنظور حفظ نسبت مناسب C:N در گیاهانی که با کودهای آلی تغذیه می شوند، کربن اضافی ممکن است برای سنتز اسیدهای آلی نظیر سیتریک اسید و مالیک اسید بکار رفته باشد که اسیدیته میوه را تامین می نمایند (۵۳). افزایش اسیدیته قابل تیتر (بر حسب سیتریک اسید) تاثیر مثبتی روی ویژگیهای طعم و ماندگاری رب گوجه فرنگی دارد (۳۷).



شکل (۱۶،۴). اثر متقابل تیمارهای کودی کلسیم و بور بر میزان اسید کل میوه گوجه فرنگی

۴،۴،۲،۴. آسکوربیک اسید:

کاربرد یک در هزار هیومیک اسید باعث افزایش ویتامین ث عصاره میوه گوجه فرنگی گردید. اگرچه بیشترین میزان آسکوربیک اسید از کاربرد یک در هزار هیومیک اسید حاصل شد ولی افزایش حاصله معنی دار نبود. افزایش غلظت کود، باعث کاهش فاکتور مورد بررسی گردید. کاربرد کلسیم و بور باعث کاهش ویتامین ث گوجه فرنگی شد.

ایلدریم (۲۰۰۷) در مطالعه اثر هیومیک اسید بر میزان ویتامین ث فلفل و گوجه فرنگی به نتیجه مشابهی دست یافت (۸۶). در گزارشی آمده است گوجه فرنگی کشت شده در بستر مواد آلی میزان کلسیم و ویتامین ث بیشتری از بستر هیدروپونیک داشتند (۸۶). فتاحی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) نتیجه گرفتند کلرید کلسیم اثر منفی روی میزان اسکوربیک اسید عصاره کیوی دارد (۲۴).

در خصوص نقش بور بر میزان ویتامین ث یافته های برخی دانشمندان مانند Kumari,(2012) و Singh and Kumar Tiwari, (2013) (۹۲ و ۱۲۷) حاکی از تاثیر فزاینده بور بر میزان ویتامین ث است که با نتایج آزمایش مطابقت ندارد. لازم به ذکر است که میزان ویتامین ث در سبزیجات به عوامل متعددی از قبیل رقم، تغذیه گیاهی، عملیات زراعی و بلوغ بستگی دارد (۵۳).

۵,۴,۲,۴. محتوای لیکوپن:

کاربرد کلسیم توانست محتوای لیکوپن میوه گوجه فرنگی را افزایش دهد و غلظت دو در هزار بهتر از یک در هزار تاثیر نموده است. با این حال هیچ کدام از تیمارها بر این صفت اثر معنی داری نشان ندادند. کاهش لیکوپن در اثر کاربرد هیومیک اسید برخلاف یافته امینی فرد و همکاران (۲۰۱۲) است که گزارش نمودند کاربرد مقادیر پایین هیومیک اسید محتوای لیکوپن و بتاکاروتن میوه فلفل را افزایش می دهد (۵۳). سلام و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند کاربرد بور و روی باعث افزایش معنی دار اسیدیته قابل تیتر، مواد جامد محلول، لیکوپن، ویتامین ث و کلروفیل در گوجه فرنگی گردید (۱۱۹). تجمع کاروتنوئید در بافت گیاه تحت اثر خصوصیات فیزیولوژیکی، ژنتیکی و بیوشیمی گونه های گیاهی و همچنین فاکتورهای محیطی رشد نظیر نور، دما و حاصلخیزی خاک می باشد (۵۳).

۶,۴,۲,۴. ارزیابی رنگ پوست میوه:

برای اندازه گیری رنگ پوست سه شاخص L*, a*, b* و بر اساس آنها شاخص های کروما و زاویه هیو محاسبه گردید. کاربرد کودها تغییرات معنی داری در هیچ یک از شاخص های فوق ایجاد ننمود. با این وجود کاربرد هیومیک اسید و کلسیم باعث افزایش شاخص a* (معرف قرمزی رنگ پوست) شد. مصرف بور کاهش شاخص a* را بدنبال داشت. حاتمی (۱۳۹۲) عنوان نمود شاخص a* یک پارامتر خوب برای توسعه رنگ قرمز و درجه رسیدگی گوجه فرنگی می باشد (۷). لذا کاربرد هیومیک اسید در بهبود این شاخص نقش داشته است.

کاهش شاخص b* (معرف میزان زردی رنگ پوست) با کاربرد غلظت یک گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده گردید. با افزایش a* و کاهش b* درصد قرمزی رنگ پوست افزایش یافت. کاربرد یک در هزار کلسیم باعث افزایش مقدار b* شد. نقش کلسیم در افزایش b* را می توان با تأخیر در رسیدگی میوه و تشکیل رنگ قرمز تیره مرتبط دانست. کاربرد بور علاوه بر کاهش شاخص قرمزی باعث افزایش شاخص زردی رنگ گردید.

بیشترین میزان درخشندگی رنگ پوست میوه گوجه فرنگی از کاربرد یک گرم در لیتر کلسیم حاصل شد. در اثر کاربرد کلسیم بدنبال افزایش شاخص*b که معرف زردی رنگ است درخشندگی رنگ افزایش یافت.

با کاربرد هیومیک اسید مقدار کروما (درجه اشباع و غلظت رنگ) افزایش یافت و زاویه هیو (شدت رنگ) دچار کاهش گردید. هر چه رنگ به قرمزی نزدیک شود مقدار زاویه هیو کمتر می شود. از آنجا که در این آزمایش ارزیابی رنگ میوه ها در مرحله رسیدن کامل انجام شد طبیعی است که مقدار عددی زاویه هیو بسیار پایین بود که نشانگر شدت قرمزی رنگ بود. تاثیر کلسیم در مورد کروما افزایشی بود و در غلظت دو گرم در لیتر اثر بازدارندگی داشت.

کاربرد کلسیم در غلظت یک گرم در لیتر اندکی باعث افزایش زاویه هیو شد که معرف دور شدن از رنگ قرمز است. کاربرد بور این اثر را تشدید نمود.

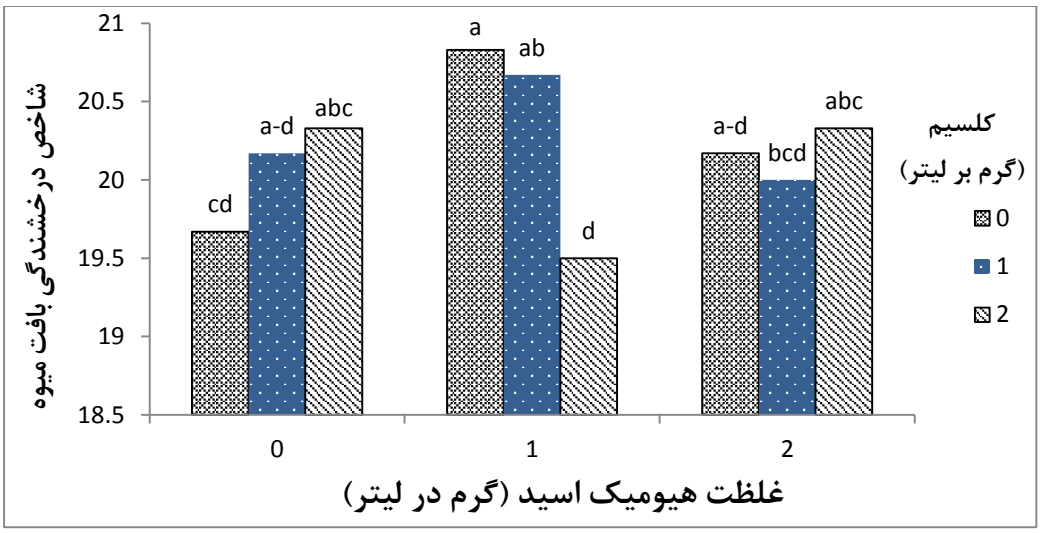
فتاحی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) گزارش نمودند کاربرد کلرید کلسیم در غلظت های ۲، ۴ و ۸ درصد باعث افزایش درخشندگی سطح پوست کیوی گردید. وی همچنین بین افزایش درخشندگی و سفتی بافت رابطه مثبت گزارش نمود (۲۴). نتایج این آزمایش با تحقیق وی مطابقت دارد. تاثیر بور در تشدید اثر کلسیم بر افزایش زاویه هیو را می توان با نقش آن در متابولیسم کلسیم در گیاه مرتبط دانست.

۷,۴,۲,۴. ارزیابی رنگ بافت میوه:

اثر بور بر کاهش درخشندگی رنگ بافت و افزایش زاویه هیو در سطح پنج درصد معنی دار شد. اثرات ساده سایر تیمارها بر شاخص های اندازه گیری شده مربوط به رنگ بافت میوه معنی دار نگردید. ولی در برخی موارد اثر متقابل تیمارها معنی دار شد.

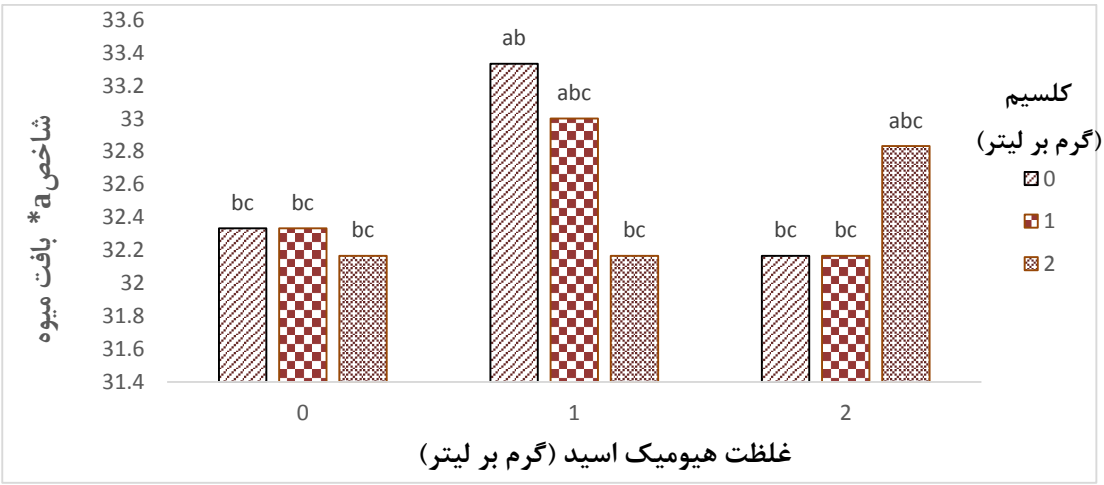
اثر متقابل کاربرد هیومیک اسید و کلسیم بر کاهش شاخص *L در سطح یک درصد معنی دار گردید (شکل ۱۷,۴). به طوری که کمترین مقدار فاکتور *L مربوط به کاربرد یک در هزار هیومیک اسید و دو

در هزار کلسیم به مقدار ۱۹/۵ و بیشترین مقدار آن مربوط به کاربرد غلظت یک در هزار هیومیک اسید و کلسیم بدون حضور بور به مقدار ۲۰/۸۳ بوده است.



شکل (۱۷,۴). اثر متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر شاخص درخشندگی بافت میوه

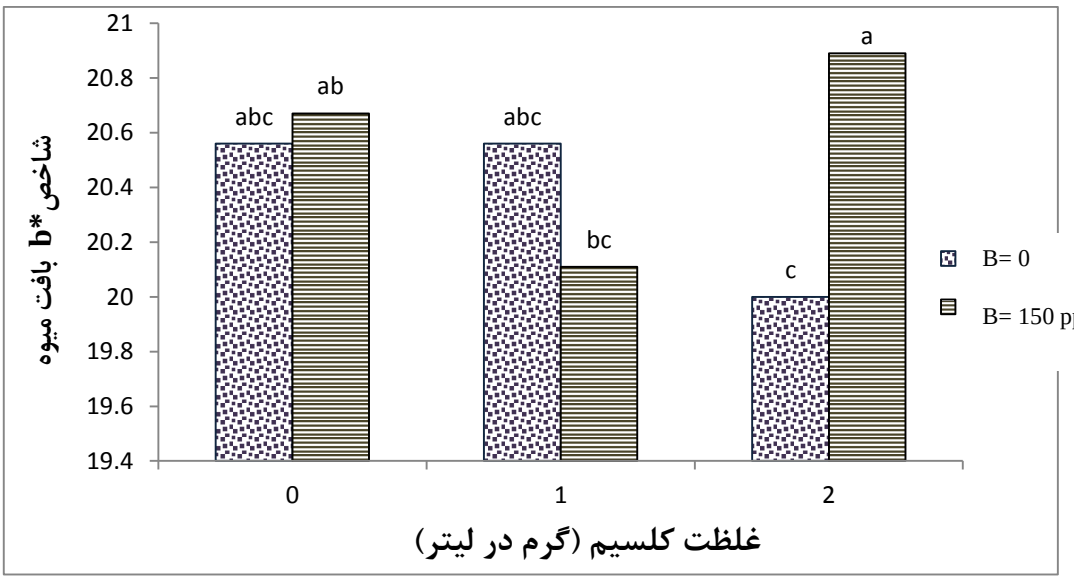
همچنین اثر متقابل کاربرد هیومیک اسید و کلسیم بر تغییرات شاخص a* در سطح پنج درصد معنی دار گردید. بیشترین مقدار فاکتور قرمزی رنگ بافت معادل ۳۳/۳۳ و مربوط به کاربرد غلظت یک گرم بر لیتر هیومیک اسید بدون کلسیم و بور و کمترین مقدار آن معادل ۳۲/۱۷ و مربوط به تیمار فقدان مصرف کود هیومیک همراه با کاربرد ترکیبات کودی حاوی بور و نیز غلظت بالای کلسیم بوده است.



شکل (۱۸,۴) اثرات متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر شاخص a* بافت میوه گوجه فرنگی

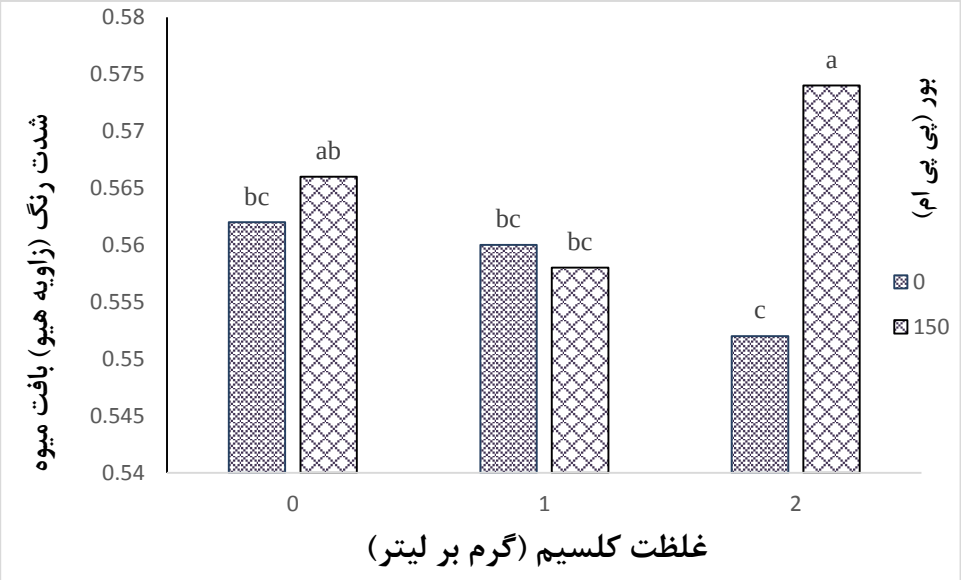
همانطور که در مورد رنگ پوست توضیح داده شد در بافت میوه نیز افزایش a* به عنوان یک مولفه نشان دهنده افزایش رنگ و درجه رسیدگی میوه (۱۴۷)، معرف تاثیر مثبت مصرف هیومیک اسید می باشد. در حالی که کاربرد کلسیم و یا بور که متابولیسم کلسیم را بهبود می بخشد باعث کاهش شاخص a* شد. این نتیجه همسو با یافته های فتاحی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) می باشد (۲۴).

در مورد شاخص b* نیز اثر متقابل کاربرد کلسیم و بور افزایش معنی داری را در سطح پنج درصد نشان داد. بیشترین مقدار b* با کاربرد کلسیم دو گرم در لیتر و بور به مقدار ۲۰/۸۹ و کمترین مقدار آن با کاربرد کلسیم و در غیاب بور به مقدار ۲۰/۰۰ بوده است (شکل ۱۹,۴).



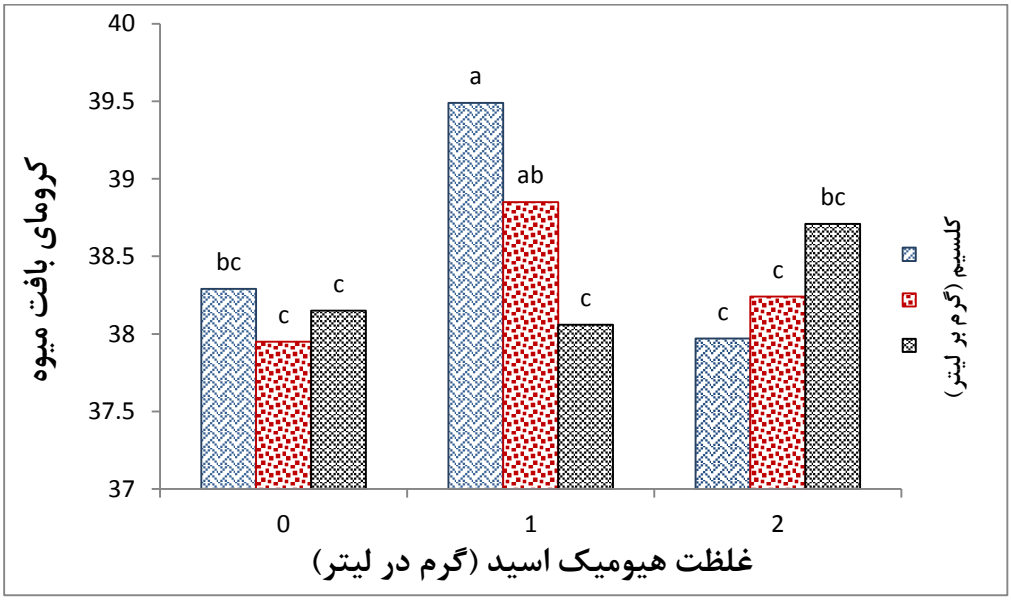
شکل (۱۹,۴) اثرات متقابل کود کلسیم و بور بر شاخص b* بافت میوه گوجه فرنگی

اثر متقابل کاربرد کلسیم و بور بر شدت رنگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. کاربرد کلسیم دو در هزار همراه بور بیشترین و در غیاب بور کمترین مقدار هیوی بافت را حاصل نمود که این مقادیر به ترتیب ۰/۵۷۴ و ۰/۵۵۲ بودند (شکل ۲۰,۴).



شکل (۲۰,۴) اثرات متقابل کود کلسیم و بور بر زاویه هیوی بافت میوه گوجه فرنگی

اثر متقابل کاربرد هیومیک اسید و کلسیم بر افزایش غلظت رنگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. بطوری که بیشترین مقدار آن معادل ۳۹/۴۹ در تیمار هیومیک اسید یک در هزار و در فقدان کلسیم مشاهده شد. به استثنای این تیمار که بیشترین غلظت رنگ بافت میوه را تولید کرد، سایر تیمار ها با یکدیگر و با شاهد اختلاف معنی داری نشان ندادند (شکل ۲۱,۴).



شکل (۲۱,۴) اثرات متقابل کود هیومیک اسید و کلسیم بر غلظت رنگ بافت میوه گوجه فرنگی

بررسی اجمالی نقش تیمارهای کودی بر شاخص های رنگ بافت میوه گوجه فرنگی نشان می دهد که هیومیک اسید باعث افزایش درصد قرمزی بافت و کلسیم مانع آن می شود. همواره بور تاثیر کلسیم را دوچندان می نماید که این موضوع در تحقیقات بسیاری دانشمندان نیز آمده است که بور از طریق متابولیسم کلسیم نقش آن را تشدید می نماید (۱۰۰). از آنجا که رسیدگی میوه با شاخص a* در ارتباط است لذا می توان نتیجه گرفت که هیومیک اسید باعث تسریع در رسیدگی میوه و تشکیل رنگ قرمز می شود و کلسیم و بور با افزایش شاخص b* بافت میوه که مرتبط با زردی رنگ است تشکیل رنگ قرمز و رسیدن میوه را به تاخیر می اندازند. پیش تر ذکر شد کلسیم از طریق ممانعت از ساخت اتیلن رسیدن و تشکیل رنگ را به تاخیر می اندازد.

میزان سنتز رنگیزه ها ارتباط بسیار زیادی با دو فاکتور غلظت مواد قندی و کربوهیدرات ها و وجود برخی عناصر ریزمغذی مانند بور، روی و آهن و مس دارد.

فاکتورهای محیطی زیادی از جمله نور، دما، کودهای شیمیایی و از همه مهمتر شرایط محیطی خاک مانند پ هاش برای جذب عناصر غذایی و فراهم آوردن عناصر ریزمغذی مورد نیاز و ساخت آسیمیلات ها در تشکیل رنگیزه ها تاثیرگزارند. مثلا دمای بالا فتوسنتز را کاهش می دهد و پ هاش بالا جذب مواد فتوسنتزی را کاهش می دهد. هرچه غشاء سلول فعالیت بیشتری داشته باشد در سنتز رنگیزه ها موثرتر است. هیومیک اسید باعث افزایش فعالیت غشاء سلولی، افزایش جذب عناصر ریزمغذی، کاهش پ هاش و بهبود تشکیل رنگ، افزایش فتوسنتز و ساخت آسیمیلات ها و کربوهیدرات و سنتز رنگدانه ها می شود. بلوغ زودتر باعث سنتز سریع تر رنگیزه ها و رنگ گرفتن سریع تر میوه می شود. هیومیک اسید باعث تسریع در رسیدن و کلسیم باعث تاخیر در رسیدن میوه گوجه فرنگی می شود.

فصل پنجم

نتیجه گیری کلی

در یک نگاه کلی نتایج پژوهش انجام شده شامل موارد زیر می باشند:

کاربرد کودهای هیومیکی، کلسیم و بور باعث افزایش سطح برگ گوجه فرنگی رقم زمرد شد.

محلول پاشی کلسیم ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و قطر میوه گوجه فرنگی را افزایش داد.

کاربرد هیومیک اسید و بور باعث افزایش تشکیل میوه شد.

کاربرد هیومیک اسید، کلسیم و بور تا اندازه ای باعث بهبود عملکرد محصول شد.

اثر متقابل کاربرد کودها باعث افزایش معنی دار اسیدیته و کاهش پ هاش عصاره میوه شد.

در هیچ یک از تیمارهای کودی پوسیدگی گلگاه مشاهده نگردید.

تیمارهای کودی فوق بر صفات کیفی مانند شاخص های رنگ بافت میوه گوجه فرنگی رقم زمرد اثرات مثبتی داشتند.

محلول پاشی هیومیک اسید باعث تسریع در بلوغ میوه و رسیدن آن و تشکیل رنگ قرمز پوست و بافت میوه شد.

هیومیک اسید میزان ویتامین ث و کلسیم محتوای لیکوپن را تا اندازه ای افزایش داد اما تغییرات حاصله معنی دار نگردید.

کودهای دامی نقش مهمی در اصلاح فیزیکی خاک داشته و به دلیل دارا بودن مواد هیومیکی بر خصوصیات شیمیایی خاک و رشد و نمو گیاه نیز تاثیرگذارند لکن به دلیل محدودیت منابع کود دامی کاربرد مواد هیومیکی مکمل مناسبی برای تامین مواد آلی خاک می باشد و محلول پاشی هیومیک اسید، کلسیم و بور با غلظت مناسب و متعادل (در غلظت های بالا اثر منفی بر اکثر صفات داشتند) توصیه می شود. در این آزمایش یکی از دلایل معنی دار نشدن تیمار کاربرد ترکیبات هیومیکی این بود که در زمین مورد نظر از کودهای دامی هم استفاده شده بود که عملا حاوی هیومیک اسید بودند و لذا محلول پاشی این اسید آلی نتوانست تفاوت بارزی بین برخی تیمارها ایجاد نماید. این مسئله می تواند نویدبخش این موضوع باشد که در شرایط موجود که خاک حاوی مقدار کافی ماده آلی نمی باشد مصرف این مواد می تواند تاثیر شگرفی بر صفات رویشی و عملکردی و شیمیایی گیاه بگذارد. از طرفی به دلیل

محدودیت دسترسی کودهای دامی بر اساس نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه به نظر می رسد ترکیبات هیومیکی در شرایط فقدان کودهای آلی جایگزین مناسبی برای تامین ماده آلی خاک های فقیر بوده و می توانند نقش ارزنده‌ای در افزایش تولید و کیفیت محصول داشته باشند.

فصل ششم

پیشنهادات:

در راستای اهداف پایان نامه پیشنهاد می گردد:

علاوه بر بررسی عناصر کلسیم و بور، مطالعه روی سایر عناصر مثل روی و آهن انجام شود

مطالعه روی سایر ارقام گوجه فرنگی که سازگار با اقلیم های هر منطقه است انجام شود.

در خصوص اثر کودهای آلی و معدنی بر روی خواص انباری و پس از برداشت گوجه فرنگی مطالعه صورت گیرد.

مطالعه روی اثرات آنتاگونستی و سینرژیستی عناصر بر صفات گیاه انجام شود.

بر روی اثر هیومیک اسید بر روی جذب عناصر در گیاه بررسی انجام شود.

کاربرد هیومیک اسید در شرایطی مطالعه گردد که خاک ماده آلی بالایی نداشته باشد.

با انجام آزمایش بافت گیاهی در زمان کاربرد کودها از محتوای ذخیره عناصر مورد مصرف در گیاه اطلاع حاصل شود چرا که در بسیاری موارد معنی دار نشدن تیمارها می تواند به دلیل وجود مقادیر کافی از این عناصر در گیاه باشد.

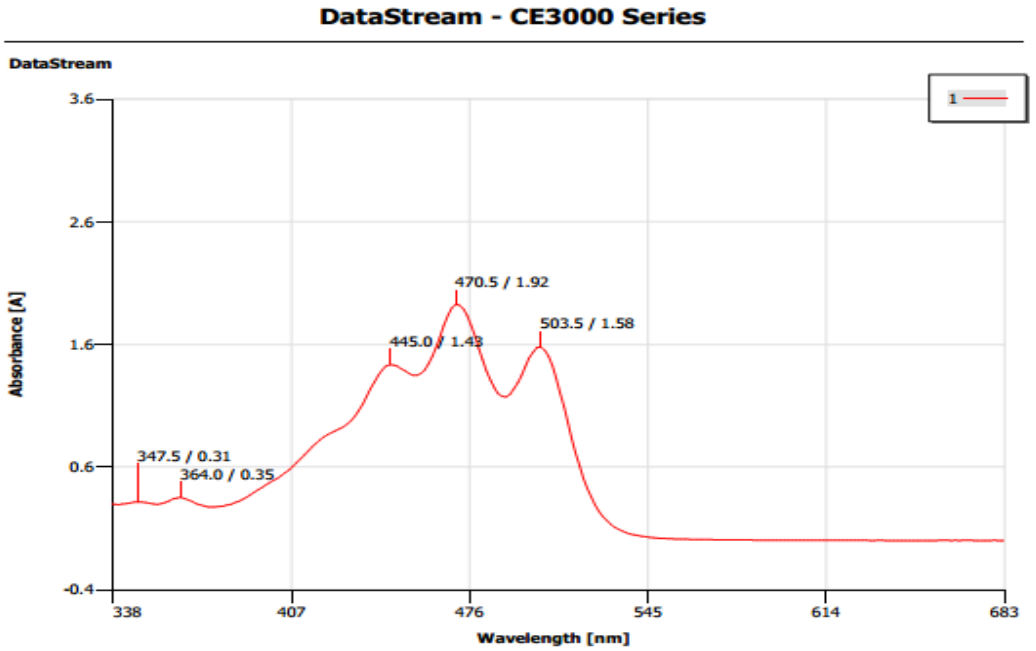
فصل هفتم

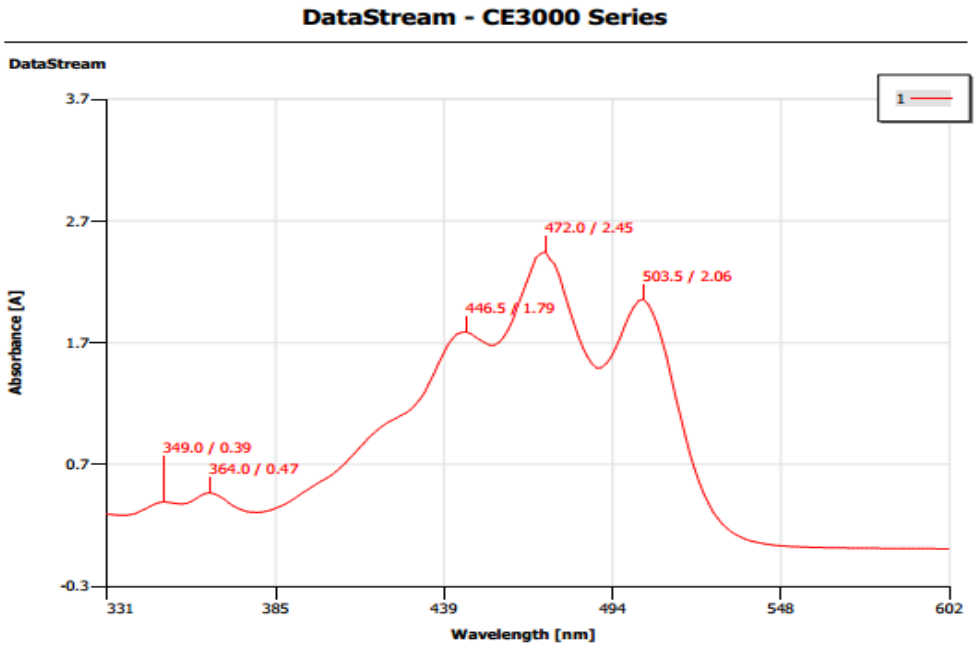
پیوست ها:

۱,۷. آزمایش خاک:

Texture	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	OC (%)	K (Mg/kg)	P (Mg/kg)	N (%)	TNV (%)	SP (%)	EC (ms/cm)	pH	عمق نمونه	عنوان
Loam	42	18	40	0.75	265	13	0.060	16.8	39.9	1.68	7.82	0-30	مقادیر
سنگین	-	-	-	خیلی کم	کافی	متوسط	خیلی کم	-	-	بدون محدودیت	قلیایی ضعیف	-	تفسیر
محدودیت خاصی ندارد. مصرف ۱۵ تن کود ماده آلی و ۷۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار توصیه می شود.													توصیه
برای گوجه فرنگی ۶۵ تن در هکتار													پیش بینی تولید

۲,۷. نمونه منحنی جذب لیکوپن در دستگاه اسپکتروفتومتری:





۳,۷. گواهی پذیرش مقالات:

فصل هشتم

منابع:

۱. ایاسه ع، علیزاده م، اسمعیلی م، مهرداد ع و جوادزاده ی، (۱۳۹۳)، "تأثیر فرایند فراصوت با حرارت روی فعالیت آنزیم پراکسیداز و شاخص های رنگی آب هویج"، *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی* ، جلد ۳، شماره ۳، ص ۲۸۲- ۲۶۷.

۲. بداقی ح، ناظمیه ع، مستوفی ی و اصغرزاده ن ع، (۱۳۸۶)، "تاثیر حلقه برداری و تغذیه برگی با بوریک اسید بر ویژگی های کیفی انگور رقم کشمشی بی دانه"، *مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۸*، شماره ۱، ص ۵۵-۶۴ .

۳. بهروج ع، افشارمنش غ، شیرزادی م ح، (۱۳۹۰)، "بررسی اثر کود مرغی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گوجه فرنگی زیر پوشش پلاستیک در جیرفت". *هفتمین کنگره علوم باغبانی*، ص ۱۲۶۳-۱۲۶۰، اصفهان.

۴. پیش بین ا، (۱۳۸۴)، "*سبزیکاری در ویلا*"، انتشارات آییژ، چاپ اول، ۱۲۸ ص.

۵. پیوست غ، (۱۳۸۱)، "*سبزیکاری*"، نشر علوم کشاورزی، چاپ دوم، ۳۸۴ ص.

۶. پیوست غ و برزگر ر، (۱۳۸۴)، "*پرورش سبزی های گلخانه ای در کشت خاکی و بدون خاک*"، انتشارات دانش پذیر، گیلان، چاپ اول، ۲۴۸ ص.

۷. حاتمی م، کلانتری س و دلشاد م، (۱۳۹۲)، "پاسخ مراحل مختلف رسیدن میوه گوجه فرنگی به شرایط انباری"، *نشریه فناوری تولیدات گیاهی، جلد سیزدهم*، شماره ۱، ص ۳۲- ۱۹.

۸. حدادی م، کاشی ع و نجاتیان م ع، (۱۳۹۰)، " بررسی اثر محلولپاشی عناصر ماکرو و میکرو بر عملکرد و مقدار عناصر برگ در خیار گلخانه ای"، *هفتمین کنگره علوم باغبانی*، ص ۱۰۴۵-۱۰۴۳، اصفهان.

۹. حسنی ا، راهنمایی ر و ملکوتی م ج، (۱۳۸۹)، "اثر کربنات کلسیم و قدرت یونی بر جذب سطحی بور در خاکهای آهکی"، *مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)*، الف، جلد۲۴، شماره۲، ص ۱۱۷-۱۲۶ .

۱۰. حیدری ن، مشایخی ک، موحدی نایینی ع و کامکار ب، (۱۳۹۰)، "بررسی اثر محلول پاشی عنصر بر بر روی برخی از خصوصیات بیوشیمیایی گوجه فرنگی رقم سوپر آ"، *هفتمین کنگره علوم باغبانی*، ص ۱۰۱۳-۱۰۱۱، اصفهان.

۱۱. خیاوی م، خورشیدی بنام م ب، اسماعیلی آفتابدری م، آذرآبادی س، فرامرزی ع و عمارت پرداز ج، (۱۳۸۹)، "تأثیر محلولپاشی سولفات روی و بور بر عملکرد و برخی صفات کیفی دانهٔ دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.)"، *مجله دانش آب و خاک*، جلد ۲۰,۱، شماره ۳، ص ۳۱-۴۵.

۱۲. داعی م ع و سرداری مهرآباد م، (۱۳۸۹)، "هیومیک اسید و نقش آن درکشاورزی پایدار"، *اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم*، اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

۱۳. دولتی ح و زمردی ش، (۱۳۸۳)، "*بررسی اثر محلول پاشی کلرور کلسیم بر روی کیفیت و صفات انباری دو رقم انگور ریش بابا و قزل اوزوم*"، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی.

۱۴. رنجبر آ، مقصودلو ی، قربانی م، صادقی ماهونک ع، (۱۳۹۱)، "نقش تیمار اتانولی و آنزیم پکتیناز بر راندمان استخراج لیکوپن از ضایعات صنایع تبدیلی گوجه فرنگی"، *نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۸، شماره ۱، ص ۱۵-۹.

۱۵. روزبهانی آ، قربانی ص، میرزایی م م و عروج نیا س، (۱۳۹۲)، "بررسی اثر کاربرد خاکی اسید هیومیک و اسید فولویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو"، *مجله زارعت و اصلاح نباتات*، جلد ۹، شماره ۲.

۱۶. صفاری م، مددیزاده م و شریعتی نیا ف، (۱۳۹۰)، "بررسی آثار تغذیه ای عناصر نیتروژن، بور و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ"، *مجله علوم گیاهان زراعی ایران*، دوره ۴۲، شماره ۱، ص ۱۳۳-۱۴۱.

۱۷. صیفی س، نعمتی ح، شور م و عابدی ب، (۱۳۹۰)، "بررسی اثر تراکم و هرس بوته بر خصوصیات کیفی میوه در دو رقم فلفل شیرین"، *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۵، شماره ۲، ص ۲۰۰- ۱۹۴.

۱۸. طهماسب پور ا، طباطبایی ج، بلندنظر ص و رحمن پورآذر م، (۱۳۹۰)، "تاثیر محلول پاشی نمکهای مختلف کلسیم بر خصوصیات کیفی هندوانه مکعبی"، *هفتمین کنگره علوم باغبانی*، ص ۱۲۱۹-۲۱۷، اصفهان.

۱۹. عارف ف، (۱۳۸۷)، "تأثیر عناصر روی و بور بر عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه ذرت"، *فصلنامه دانش کشاورزی ایران*، جلد ۵، شماره ۲، ص ۱۳۳-۱۵۳.

۲۰. عشقی س، گاراژیان م، "بهبود رشد رویشی و زایشی توت فرنگی رقم پاروس با محلول پاشی و کاربرد خاکی هیومیک اسید (انگلیسی)، (۲۰۱۵)، *دو فصلنامه تحقیقات کشاورزی ایران*، سال سی و چهارم، شماره ۱، ص ۱۴-۲۰.

۲۱. عطری م، غلامی م و کرمی ف، (۱۳۸۷)، "اثر محلول پاشی برگی با کلرید کلسیم بر افزایش ماندگاری توت فرنگی رقم کردستان"، *مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی*، جلد ۸، شماره اول (الف)، ص ۴۷-۵۵ .

۲۲. غلامپور مرزونی ف، سعادت م، اردکانی م ر، کاشانی ع، پاک نژاد ف و نجفی ا، (۱۳۸۸)، "تاثیر تراکم بوته و مقادیر مختلف برخی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و برخی صفات مورفولوژیکی ذرت سینگل‌کراس ۷۰۰"، *پژوهش‌نامه کشاورزی*، جلد ۱، شماره ۲، ص ۶۷-۷۷.

۲۳. فاوست م، (۱۳۸۵)، "*فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله*"، ترجمه غلامی م و کیمیایی طلب م، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۴۸۶ ص.

۲۴. فتاحی مقدم ج، حلاجی ثانی م ف، فقیه نصیری م و طاهری ح، (۱۳۹۱)، "اثر تیمار غوطه وری کلرید کلسیم در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر انباری میوه کیوی"، *مجله علوم باغبانی ایران*، دوره ۴۳، شماره ۱، ص ۴۱-۳۳.

۲۵. فرزانه ن، گلچین ا و هاشمی مجد ک، (۱۳۸۹)، "تأثیر نیتروژن و بور بر رشد، عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گوجه فرنگی"، *مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای*. سال اول، شماره دوم، ص ۱۹-۲۸ .

۲۶. قادری ر و رضایی ر ، (۱۳۸۹)، "*راهنمای جامع و مصور کشت و پرورش گوجه فرنگی، کشت خاکی و هیدروپونیک*"، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۴۱۰ ص.

۲۷. قربانی ص، خزاعی ح ر، کافی م و بنایان اول م، (۱۳۸۹)، "اثر کاربرد هیومیک اسید در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاءعملکرد ذرت (*Zea mays* L.)"، *نشریه بوم شناسی کشاورزی*، جلد ۲، شماره ۱، ص. ۱۱۱-۱۱۸ .

۲۸. کاووسی ب و حسینی فرهی م، (۱۳۸۷)، "زمان گل انگیزی و اثرهای محلول پاشی با عناصر ازت، روی و بور بر ویژگی های کیفی و عملکرد انگور (*Vitis vinifera* L.) رقم سیاه در سی سخت"، *مجله پژوهش در علوم کشاورزی*، جلد چهارم، شماره اول، ص ۷۳-۸۲ .

۲۹. کرامتی م ت، صالحی ر، کاشی ع و شافعی س، (۱۳۹۰)، "اثر غلظتهای مختلف اسید هومیک روی عملکرد و کیفیت میوه هندوانه"، *هفتمین کنگره علوم باغبانی* ، ص ۱۱۰۶-۱۱۰۴، اصفهان.

۳۰. کریمی و، حاتم زاده ع، حسن پور اصیل م و سمیع زاده ح، (۱۳۹۱)، " بررسی تاثیر تغذیه نیترات کلسیم و تنظیم کننده رشد IBA بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سوسن"، *مجله علوم باغبانی ایران*، دوره ۴۳، شماره ۱، ص ۸۹-۷۹.

۳۱. کمری شاه ملکی س، پیوست غ و قاسم نژاد م، (۱۳۹۱)، "تاثیر اسید هیومیک بر صفات رویشی و عملکرد گوجه فرنگی رقم آیزابلا"، *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۶، شماره ۴، ص ۳۶۳-۳۵۸.

۳۲. مبلی م و پیراسته ب، (۱۳۷۷)، "*تولید سبزی*"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ دوم، ۸۷۷ ص.

۳۳. محسنی ح، قنبری ا، رمضان پور م ر و محسنی م، (۱۳۸۵)، "بررسی تاثیر مقادیر و روشهای مصرف سولفات روی و اسید بوریک بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر غذایی در دو رقم ذرت دانه ای"، *مجله علوم کشاورزی ایران*، جلد (۱-۳۷)، شماره ۱، ص ۳۱-۳۸.

۳۴. مختاری ا، ابریشم چی پ و گنجعلی ع، (۱۳۸۷)، "بررسی تاثیر کلسیم در بهبود آسیب های ناشی از تنش شوری بر جوانه زنی بذور گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.)"، *مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی*، جلد ۲۲، شماره ۱، ص ۸۹-۱۰۰.

۳۵. مشبکی اصفهانی ف، (۱۳۹۰)، "تاثیر کودهای بیولوژیک بر میزان جذب عناصر میکرو و ماکرو در اندام هوایی خیار". *هفتمین کنگره علوم باغبانی*، ص۱۳۰۷-۱۳۰۴، اصفهان.

۳۶. مصباحی غ، عباسی ا، جمالیان ج و فرحناکی ع، (۱۳۸۸)، "افزودن پوست و دانه گوجه فرنگی به سس کچاپ به منظور بهبود ارزش غذایی و خصوصیات رئولوژیک آن"، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، سال سیزدهم، شماره ۴۷ (الف)، ص ۸۲- ۶۹.

۳۷. مظاهری تهرانی م، مرتضوی ع، شهیدی ف و نصیری محلاتی م، (۱۳۸۷)، "اثر واریته و زمان برداشت روی ویژگیهای کیفی رب گوجه فرنگی"، *اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه فرنگی*، مشهد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ص ۹.

۳۸. ملکوتی م ج و رضایی ح، (۱۳۸۰)، "*نقش گوگرد کلسیم و منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی*"، نشر آموزش کشاورزی، تهران، ۱۸۱ ص.

۳۹. منعم ر، پازکی ع ر، شیرانی راد ا، حبیبی د، پاک نژاد ف و مهیمنی م، (۱۳۸۹)، "مقادیر کلروفیل، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ ارقام پاییزه کلزا(*Brassica napus* L.) در اثر مصرف اسید بوریک"، *فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم*، سال ۶، شماره ۲۳، ص ۵۲-۳۹.

۴۰. مهدی زاده ر، فاضلی م، نژاد ستاری ط، توفیقی ح، جمالی فر ح و میرزایی س، (۱۳۸۹)، "کاربرد حلالهای آلی، روشهای طیف سنجی مرئی- فرابنفش و HPLC در بهینه کردن استخراج و تعیین غلظت لیکوپن هندوانه"، *مجله زیست شناسی ایران*، جلد ۲۳، شماره ۵، ص ۷۲۶- ۷۱۸.

۴۱. میرسالاری ا، (۱۳۹۲)، "*جزوه سمینار علمی گوجه فرنگی*"، جهاد دانشگاهی کاشمر، اینترنت.

۴۲. نعمتی ح، (۱۳۹۳)، "*جزوه درسی اصلاح سبزی*"، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴۳. هناره م، رضایی ح ژ، دولتی ح و مطلبی ع، (۱۳۸۹)، "تأثیر محلول پاشی کلرور کلسیم و نوع رقم بر کیفیت گوجه فرنگی طی انبارمانی"، *مجله پژوهشهای صنایع غذایی*، جلد ۳، ۲۰ شماره ۱، ص ۵۶-۴۷.

۴۴. یارنیا م، (۱۳۸۵)، "بررسی امکان افزایش تولید علوفه سورگوم در شرایط شور با استفاده از کربنات کلسیم"، *مجله دانش نوین کشاورزی*، سال دوم، شماره ۵، ص ۹۱-۷۷.

۴۵. یارنیا م، حیدری شریف آباد ح و رحیم زاده خویی ف، (۱۳۸۴)، "تاثیر کربنات کلسیم بر مقاومت به شوری ارقام یونجه"، *مجله دانش نوین کشاورزی*، سال اول، شماره ۲، ص ۹-۲۱.

46. Abdel-Samad S. Ismail E. A. M. El-Beltagy A. S. and Abou-Hadid A. F. (1996a), "Tomato growth in calcareous soils in relation to forms and levels of some macro- and micronutrients", *Acta Hort*., 434, 85-94.
47. Adani F. Gerevini P. and Zocchi G. (1998), "The effect of commercial Humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition", *J. Plant Nutr*. 21, 561-575
48. Aiken G. R. McKnight D. M. Wershaw R. L. and Mac Carthy P. (1985) "*Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation, and Characterization*", New York. USA: Wiley InterScience, 708 pp.

49. Allison F. E. (1973), "*Soil organic matter and its role in crop production*", Elsevier Company, Amsterdam, 637 pp.
50. Aman S. and Rab A. (2013), "Response of tomato to nitrogen levels with or without humic acid", *Sarhad J. Agric*. 29, 2, 181-186.
51. Amanat A. Al-Belushi B. Khan I. A. and Al-Said F. A. (2009), "Nutritional quality and lycopene content of nine tomato accessions grown in Oman", *Acta. Hort*., 841, 635-640.
52. Ameri A. and Tehranifar A. (2012). "Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var: Camarosa", *J. Biol. Environ. Sci*., 6, 77-79.
53. Aminifard M. H. Aroiee H. Azizi M. Nemati H. Hawa Z and Jaafar E. (2012), "Effect of humic acid on antioxidant activities and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.)", *J. Herbs Spices Med Plants*, 18, 360-369.
54. Atherton J. G. and Rudich J. (1986), p. 661, In: "*Tomato crop*", Chapman and Hall, London, New York.
55. Bagal S. D. Sheikh G. A. and Adsule R. N. (1989), "Influence of different levels of N, P and K fertilizers on the yield and quality of tomato", *J. Maharashtra Agric. Univ*. 14, 158-160.
56. Bakry Ahmed B. Hamed Taha M. Ahmed Abdelgawad Z. and Shater Abdallah M. M. (2014), "The role of humic acid and proline on growth, chemical constituents and yield quantity and quality of three flax cultivars grown under saline soil conditions", *Agri. Sci.*, 5, 1566-1575.
57. Basavarajeshwari CP, Hosamani RM, Ajjappalavara PS, Naik BH, Smitha RP and Ukkund KC, (2008), "Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)", *Karn. J. Agr. Sci.*, 21, 3, 428-430.
58. Bowyzys T and Krauz A, (2000), "Effect of boron fertilizers yield content and uptake of boron by spring oilseed rap variety star", *Rosliny Olest*, 21, 3, 813-817.
59. Brennan E. G. Shive J. W. (1948), "Effect of calcium and boron nutrition of the tomato on the relation between these elements in the tissues", *Soil Sci.*, 66, 1, 65-76.
60. Brownell J. R. Nordstrom G. Marihart J. and Jorgensen G. (1987), "Crop responses from two new leonardite extracts", *Sci. Total Environ*, 62, 491-499.

61. Chaiprasart P. Hansawasdi C. and Pipattanawong N. (2006) "The effect of chitosan coating and calcium chloride treatment on postharvest qualities of strawberry fruit (*Fragaria ananassa*)", *Acta Hort*, 708, 337-342.
62. Chen Y. and Aviad T. (1990), Effects of humic substances on plant growth, pp. 161-186, In: "*humic substances in soil and crop science",* Selected Readinds, Amer. Soc. of Agron. and Soil Sci., Society of America, Madison.
63. Cheour F. Willemot C. Arul J. Desjardins Y. Makhlouf J. Charest P. M. and Gosselin A. (1990), "Foliar application of calcium chloride delays post harvest ripening of strawberry*", J. Amer. Soc. for Hort. Sci.*, 115, 789-792.
64. David P. P. Nelson P. V. and Sanders D. C. (1994), "A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture", *J. of Plant Nutr.*, 17, 1, 173- 184.
65. Davis A. R. Fish W. W. and Perkins-Veazie P. (2009), "*A Rapid Spectrophotometric Method to Determine β-Carotene Content in Cucumis melogermplasm*", Cucurbit Genetics Cooperative Report, 31-32, 5-7.
66. Davis J. M. Sanders D. C. Nelson P. V. Lengnick L. and Sperry W. J. (2003), "Boron improves growth, yield, quality and nutrient content of Tomato", *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 128, 3, 441-446.
67. Delfine S. Tognetti R. Desiderio E. and Alvino A. (2005), "Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat", *Agr. Sust.*, 25, 183-191.
68. Dixon B. sagar G. R. and Shorrocks V. M. (1973), "Effect of calcium and boron on incident of tree and storage pit in apples of cultivar Egremont Russet", *J. Hort. Sci.*, 48, 403-411.
69. Doran I., Akinci C. and Yildirim M., (2003), Effects of delta humate applied with different doses and methods on yield and yield components of diyarbakir-81 wheat cultivar, pp. 530-534, In: *"5th Field Crops Cong.*", 2, Diyarbakir, Turkey.
70. Dorais M. Ehret D. L. and Papadopoulos A.P. (2008), "Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer". *Phytochem. Rev.*, 7, 231 -250.
71. Edwards C. A. Neuhauser E. F. (1988), "*Earthworms in Waste and Environmental Management"*, SPB Academic Press, The Hague, The Netherlands, 392 pp.
72. Ekinci M. Esringu A. Dursun A. Yildirim E. Turan M. Karaman M. R. and Arjumend T. (2014), "*Growth, yield and calcium and boron uptake of tomato*

(Lycopersicon esculentum L.) and cucumber (Cucumis sativus L.*): as affected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions*", http://*online.journals.tubitak.gov.tr/openAcceptedDocument.htm?fileID=502517 &no=105353*.

73. El-Ghamry A. M. Hai E. and Ghoneem K.M. (2009), "Amino and Humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil", *Aust. J. Basic Applied Sci*. 3, 731-739.
74. Fagbenro J. A. and Agboola A. A. (1993), "Effect of different levels of humic acids on growth and nutrient uptake of teak seedlings", *J. Plant Nutr*., 16, 1465-1483.
75. FAO, (2013), food and agricultural organization state, crop production, (2013), Available online: *http://faostat.fao.org*
76. Fernandez V. H. (1968), "The action of humic acids of differentsources on the development of plants and their effect on increasing concentration of the nutrient solution", *Pont. Acad. Sci. Scrip. Varia*, 32, 805-850.
77. Ferrara G. and Brunetti G. (2010), "Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) CV. Italia", *Span. J. of Agri. Res.*, 8, 3, 817-822.
78. Fish W. W. Perkins-Veaziea P. Collins J. K. (2002), "Quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents", *J. Food Comp. Anal*., 15, 3, 309-317**.**
79. Gallgher P. A. (1972), Potassium nutrition of tomatoes, p. 13-18, In: "*Proc. Provisional Glasshouse Conf."*, Dublin, England.
80. Ginzburg B. Z. (1961), "Evidence for a protein gel structure cross-linked by metal cation in the intercellular cement of plant tissue", *J. Expt. Bot*., 12, 85-107.
81. Hao X. and Papadopoulos A. P. (2004), "Effect of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning and fruit yield of winter greenhouse tomato", *Hortsci.* 39, 3, 512-515.
82. Hartz T. K. Bottoms T. G. (2010), "Humic Substances Generally Ineffective in Improving Vegetable Crop Nutrient Uptake or Productivity", *ASHS j. Hort. Sci*., 45, 6, 906-910.
83. Heng L. C. (1989), "Influence of humic substances on Psorption in Malaysian soils under rubber", *J. Natural Rubber Res*., 4, 3, 186-194.

84. Hosseini Farahi M. Aboutalebi A. H. Eshghi S. Dastyaran M. And Yosefi F. (2013), “Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of 'Aromas' strawberry in soilless culture”, *Agric. Commun.*, 1, 1, 13-16.
85. Hung J. S. and Snapp S. S. (2004), “The effect of boron, calcium, and surface moisture on shoulder check, a quality defect in fresh-market tomato”, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 129, 4, 599-607.
86. Kamari Shahmaleki S. Peyvast G. A. Ghasemnezhad M. (2014), “Acid humic foliar application affects fruit quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum cv. Izabella*)”, *Agric. sci. dev.*, 3, 10, 312-316.
87. Karakurt Y. Unlu H. u. Unlu H. a. and Padem H. (2009), “The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper”, *Acta Agric. Scand.*, Section B, Soil and Plant Science, 59, 233-237.
88. Kazemi M. (2013), “Effect of foliar application of humic acid and potassium nitrate on cucumber growth”, *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci*., 2, 11, 03-06.
89. Kocevsky G. J. V. Jakimov N. D. Kekic M. M. and Koleva R. L. (1996), “The effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, and boron on the yield, morphological, and quality characteristics of industrial tomatoes”, *Acta Hort*., 462, 183-186.
90. Krishnamoorthy R. V. Vajranabhiah S. N. (1986), Biological activity of earthworm casts: An assessment of plant growth promotor levels in casts, p. 341–351, In: “*Proc. of the Indian Acad. of Sci. (Animal Sci.)”,* 95.
91. Kucuk O. (2001), “Phase II randomized clinical trial of lycopene supplementation before radical prostatectomy”. *Cancer Epidem. Biom. Prev*. 10:861-868.
92. Kumari S. (2012), “Effect of micronutrients on quality of fruit and seed in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Seed”, *Int. J. of Farm Sci.*, 2, 1, 43-46.
93. Kunkel R. and Holstad N. (1968), “Effect of adding humates to the fertilizer on the yield and quality of russet burbank potatoes”, *Potato J.*, 45, 449-457.
94. Latifi N. and Mohammad dust H. (1998), ”Effect of time and amount of nitrogen fertilizer on grain yield of three cultivars of wheat in dry conditions”, *J. Agric. Sci. and Natural Res*., 1 & 2, 82-88.
95. Lee Y. S. and Bartlett R. J. (1976), “Stimulation of plant growth by humic substances”, *Soil Sci. Sec. Am. J.*, 40, 876-879.

96. Liu C. and Cooper R. J. (2000), “Humic substances influence creeping bentgrass growth”, *Golf Course Management*, pp.49-53.
97. Liu Z. H. Hsiao I. C. and Pan Y. W. (1996), “Effect of naphthaleneacetic acid on endogenous indole- 3- acetic acid peroxidase and auxin oxidase in hypocotyls cuttings of soybean during root formation”, *Bot. Bull. of Acad. Sinica*. 37, 4, 247-253.
98. Maccarthy P. (2001), “The principles of humic substances”, *Soil Sci.*, 166, 738–751.
99. Malcolm R. E. and Vaughan D. (1979), "Humic substances and phosphatase activities in plant tissues." *Soil Biol. and Biochem.*, 11, 3, 253-259.
100. Marschner H. (2002), “*Mineral Nutrition of Higher Plants*”, Academic Press, London, 889 p.
101. McDonnell R. Holden N. M. Ward S. M. Collins J. F. Farrell E. P. and Hayes M. H. B. (2001), “Characteristics of Humic substances in healthland and forested peat soils of the Wicklow mountains”, *Bio. Environ*. 101, 187-197.
102. Mengel K. and Kirby E. A. (1987), “*Principles of Plant Nutrition*”, International potas. Anistitues Bern. Switzerland. 687pp.
103. Muazzam Naz R. M. Sher M. Abdul H. and Farida B. (2012), “Effect of boron on the flowering and fruiting of tomato”, *Sarhad J. Agric*., 28, 1, pp. 37-40.
104. Munoz P. H. Almenar E. Ocib M. J. and Gavara R. (2006), “Effect of calcium dips and chitosan coating on postharvest life of strawberries”, *Postharvest Biol. and Tech.*, 39, 247-253.
105. Mylonas V. A. and Mccants C. B. (1980), “Effects of humic and fulvic acids on growth of tobacco”, I. Root initiation and elongation, *Plant and Soil*, 54, 485–490.
106. Navarro J. M. Martinez V. and Carvajal M. (2000), “Ammonium bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions”, *Plant Sci.*, 157, 89– 96.
107. Needham P. (1973), Nutritional disorders, In: “*The U.K. Tomato Manual”,* Kingham, H. G. (Ed.), Grower Books, London, 209 pp.
108. Nonnecke I. N. (1989), “*Vegetable Production*”, Van Nostrand Reinhold, NewYork, 756 pp.

109. Nyamah E. Y., (2011), "*Influence of different soil amendments and cultivar types on postharvest performance of three (3) commercial tomatoes* (*Lycopersicon esculentum*, Mill)", Kwame nkrumah university of science and technology, Kumasi-Ghana College of agriculture and natural resources faculty of agriculture department of horticulture.

110. Olaniyi J. O. Akanbi W. B. Adejumo T. A. and Akande O.G. (2010), "Growth, fruit yield and nutritional quality of tomato varieties". *Afr. J. Food Sci*. 4, 398-402.

111. Olives Barba A. I. Sanchez C.H. Tejada M. L. (2005), "Application of a UV–vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β-carotene in vegetables", *Food Chem*., 1032, 1125-1132.

112. Ordookhani K. Khavazi K. Moezzi A. and Rejali F. (2010), "Influence of PGPR and AMF on antioxidant acti vity, lycopene and potassium contents in tomato", *Afr. J. of Agr. Res.*, 5, 10, 1108-1116.

113. Ozdamar Unlu H. Unlu H. Karakurt Y. and Padem H. (2011), "Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber", *Scient. Res. and Essays*, 6, 13, 2800-2803.

114. Piccolo A. and Mbagwu J. S. C. (1990), "Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances", *Plant Soil,* 123, 27-37.

115. Pilbeam D. J. and Kirkby E. A. (1983), "The physiological role of boron in plants", *J. Plant Nutr*., 6, 563-582.

116. Rao V. Waseem Z. and Agarwal S. (1998), "Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene", *Food Res. Int.*, 31, 10, 737-741.

117. Rorabaugh P. A. (2012), "*Plant nutrition basics*", The University of Arizona Controlled Environment Agriculture Center, GH Crop Production & Engineering Design Short Course.

118. Sainju U. M. Dris R. and Singh B. (2003), "Mineral nutrition of tomato", *Food, Agric. & Environ.*, 1, 2, 176-183.

119. Salam M. A. Siddique M. A. Rahim M. A. Rahman M. A. and Goffar M. A. (2011), "Quality of tomato as influenced by boron and zinc in presence of different doses of cowdung", *Bang. J. Agric. Res*., 36, 1, 151-163.

120. Salam M. A. Siddique M. A., Rahim M. A. Rahman MA and Saha MG, (2010), "Quality of tomato (*lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by boron and zinc under different levels of NPK fertilizers", *Bang. J. Agri. Res*. 35, 3, 475-488.

121. Saltveit M. E. (2005), Postharvest biology and handling, pp. 305-324, In: Heuvelink, E. (Ed.), *"Tomatoes",* CAB International, Wallingford.

122. Santiago A. Jose M. Carmona E. and Delgado A. (2008), "Humic substances increase the effectiveness of iron sulfate and Vivianite preventing iron chlorosis in white lupin", *Biol. and Fertil. of Soils*, 44, 6, 875-883.

123. Sarwar M. Ehsan Akhtar S. I. H. and Zameer Khan M. (2012), "Effect of biostimulant (humic acid) on yield, phosphorus, potassium and boron use efficiency in peas", *Persian Gulf Crop Protection*, 1, 4, 11-16.

124. Serenella N. Pizzeghelloa D. A. Muscolob N. and Vianello A. (2002), "Physiological effects of humic substances on higherplants", *Soil Biol. Biochem*., 34, 1527-1536.

125. Shehata S. A. Gharib A. A. El-Mogy M. M. Abdel Gawad K. F. and Shalaby E. A. (2011), "Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries", *J. of Medic. Plants Res.,* 5, 11, 2304-2308.

126. Shil N. C., Naser H. M. Brahma S. Yousuf M. N. and MH Rashid, (2013), "Response of chilli (*capsium annuum*) to Zinc and Boron application", *Bang. J. Agr. Res.* 38, 1, 49-59.

127. Singh H. M. and Kumar Tiwari J. (2013), "Impact of micronutrient spray on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill*)", Hort. Flora. Res. Spect.,* 2, 1, 87-89.

128. Sperry W. J. Davis J. M. Sanders D. C. and Nelson P. V., (1995), Foliar-applied Boron and root-applied Potassium Affect Growth, yield, Quality and Nutrient Content of Tomato, Dept. of Horticultural Science, North CarolinaState Univ., Raleigh, NC 27695-7609. "*Hort. Sci.",* 30, 4, 769.

129. Srinivasan, R. (Ed.) (2010), "*Safer tomato production methods*" A field guide for fertility and pest management. AVRDC- The world vegetable center, Shanhua, Taiwan. AVRDC publication No. 10-740, 97 pp.

130. Stevenson F. J. (1991), “Organic matter – micronutrient reactions in soil”, In: J.J. Mortvedt *et al* (Ed.),Micronutrients in agriculture, *Soil Sci. Soc. Amer.*, pp. 145-186, Madison, W. I.

131. Stevenson F. J. and He X. (1990), “Nitrogen in humic substances as related to soil fertility”, In: P. MacCarthy *et al*. (Ed.), Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. *Amer. Soc.Agron.*, pp. 91-109, Madison, W. I.

132. Tan K. H. (2003), “*Humic Matter in Soil and the Environment, Principles and Controversies*”, first edition, CRC Press, ISBN: 0203912543, 9780203912546, 408 pp.

133. Tan K. H. and Nopamornbodi V. (1979), “Effect if Different levels of humic acid on nutrient content and growth of Corn (*Zea mays*)”, *Plant and Soil*, 51, 283-287.

134. Tarafdar J. C. and Jungk A. (1987), “Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphoru”, *Biol. Fertil. Soils,* 3, 199-204.

135. Tattini M. Bertoni P. Landi A. and Traversim M. L. (1991), “Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container grown olive plants”, *Acta Hort.,* 294, 75–80.

136. Tomati U. and Galli E. (1995), “Earthworms, soil fertility and plant productivity”, *Acta Zoologica Fennica*, 196, 11–14.

137. Tomati U. Galli E. Grappelli A. and Dihena G. (1990), “Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (Lactuca sativa) seedlings”, *Biol. and Fertil. of Soils,* 9, 288–289.

138. Tomati U. Grappelli A. and Galli E. (1983), Fertility factors in earthworm humus, pp. 49–56, In: “*Proc. Int. Symp. Agric. Environ”*. Prospects in Earthworm Farming. Publication Ministero della Ricerca Scientifica e Technologia, Rome.

139. Tomati U. Grappelli A. and Galli E. (1988), “The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth”, *Biol. and Fertil. of Soils*, 5, 288–294.

140. Turkmen O. Demir S. Sensoy S. and Dursun A. (2005), “Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions”, *J. of boil. Sci.*, 5, 5, 568- 574.

141. Turkmen O. Dursun A. Turan M. and Erdinc C. (2004), "Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions", *Soil and Plant Sci*., 54, 168-174.

142. United State Department of Agriculture (USDA), (1963), "*Composition of Foods*", USDA Agricultural Handbook No. 7.

143. Valdrighi M. M. Pear A. Agnolucci M. Frassinetti S. Lunardi D. and Vallini G. (1996), "Effects of compostderived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system a comparative study", *Agr. Ecosys. and Environ.*, 58, 133–144.

144. Vaughan D. Malcolm R. E. and Ord B. G. (1985), "Influence of humic substances on biochemical processes in plants", In: D. Vaughan and R.E. Malcom (Ed.), *Soil org. mat. and boil. Act.*, p. 77-108, Martin Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands.

145. Virgine Tenshia J. S. and Singaram P., (2011), "*Influence of humic acid on yield, nutrient availability and uptake by tomato*", Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, p. 670-676.

146. Wang S. Q. Si Y. B. and Chen H. M. (1999), "Review and prospects of soil environmental protection in China", *Soils*, 31, 5, 255-260.

147. Wiersum L. K. (1966), "Calcium content of fruits and storage tissues in relation to mode of water supply", *Acta Bot*., 15, 406-418.

148. Winsor G. W. (1973), Nutrition, In: "*The U.K. Tomato Manual"*, Kingham H. G. (Ed.), Grower Books, London, 223 pp.

149. Yamauchi T. Hara T. and Sonoda Y. (1986), "Effect of boron defficiency and calcium supply on the calcium metabolism in tomato plant", *Plant and Soil,* 93, 233-230.

150. Yildirim E, (2007), "Foliar and soil fertilization of humicacid affect productivity and quality of tomato", *Acta Agric. Scand.*, Section B – Plant soil science, 57, 2, 182- 186.

Abstract

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is one of the vegetable fruit crops which highly consumed in the world. ،Therefore the improvement of tomato fruit quality is important for human health. Humic acid (HA), Calcium (Ca) and Boron (B) foliar application were used to study their effects on some physical and chemical characteristics and fruit quality and crop yield of Tomato (CV. Zomorrod) in 2014. Tomato plants were treated 3 times by Humic acid and Calcium each in three levels (0 or control, 1 $g.L^{-1}$ and 2 $g.L^{-1}$) and Boron in two levels (0 or control and 150 ppm). Analysis of variance showed that either fertilizers or their interaction effects significantly increased leaf area. Calcium application in 2 $g.L^{-1}$ greatly increased plant height and 1 $g.L^{-1}$ of calcium improved sharply stem diameter and fruit size.

Fruit set (fruit number per plant) were increased by H.A and B interaction significantly, but Fruit weight per plant were reduced by treatments. Plant yield were enhanced slightly by all treatments. In more traits higher concentration of fertilizers had negative effects. The interaction effects of treatments was significant on TA, pH and fruit pulp color. HA and Ca increased TSS and decreased pH. B, Ca interaction increased TA significantly. HA application increased vitamin C and Ca application increased lycopene content of fruits. Inspite of texture, skin color of fruits was not affected by fertilizers, however H.A had a slight increase on a* index and Ca and B on L* index.

Keywords: Humic acid, Calcium, Boron, Tomato, quantitative characterisrics, qualitative characteristics