بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه باغبانی گیاهپزشکی و صنایع غذایی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر کاربرد نیتروژن و بُر، بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه خربزه تلخ در شرایط آب و هوایی شاهرود

اساتید راهنما

دکتر حسن خوش قلب

دکتر مصطفی حیدری

استاد مشاور

مهندس حسن قربانی قوژدی

علی حسن زاده

دی ماه ۱۳۹۳

تـقـديـم بـه

پدر و مادر عزیزم که در رشد و اعتلای من از هیچ زحمتی فروگذار نبودند.

و

به همسر عزیزم که استوارترین تکیه گاه زندگی‌ام است.

سپاسگزاری

ضمن سپاس و ستایش به درگاه ایزد منان که به من توانایی داد که با استعانت از او بتوانم این پژوهش را انجام دهم، بر خود لازم می بینم از دلگرمی و تشویق اساتید و دوستانی که در نگارش این مجموعه مرا یاری نمودند، قدردانی نمایم:

از جناب آقای دکتر حسن خوش قلب، استاد راهنما، که در طول نگارش این مجموعه با راهنمایی های عالمانه و بجایشان، سکاندار شایسته‌ای در هدایت این پایان نامه بوده اند.

از جناب آقای دکتر مصطفی حیدری، استاد راهنما، که در تمامی مراحل انجام این پایان نامه پیوسته راهنما و مشوق من بودند و بخصوص در کارهای آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل آماری نتایج این تحقیق کمک های فراوانی نمودند.

از جناب آقای مهندس حسن قربانی قوژدی، استاد مشاور، که با سعه صدر مشاوره این تحقیق را پذیرفتند و در طول نگارش این مجموعه همواره از نظرات کارشناسانه شان، بهره جستم.

از خانم دکتر زیبا قسیمی‌حق و آقای دکتر علی عباس‌پور به خاطر داوری این پایان‌نامه و از آقای دکتر احمد رجائی به عنوان نماینده تحصیلات کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از اساتید معزز گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، آقایان دکتر حجت اله بداقی، دکتر مهدی رضایی و خانم دکتر زیبا قسیمی حق که در طول دو سال گذشته در خدمت آن‌ها بوده‌ام و از محضرشان بهره‌مند شدم، نهایت تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورم.

و در خاتمه از دوستان ارجمندم آقایان حبیب ا... کرمی، محمد عیدی، اسماعیل هدایتی، هادی قاسمی و مسعود یوسفی داز و دیگر دوستانی که مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند، قدردانی و تشکر می نمایم.

چکیده

به منظور مطالعه اثر کوددهی نیتروژن (از منبع اوره) و محلول پاشی عنصر بور (از منبع بوریک اسید) بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه خربزه تلخ، آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در تابستان سال ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل سه سطح نیتروژن: ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اول و چهار سطح بور (۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار) به عنوان عامل دوم لحاظ شد.

نتایج نشان داد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه نسبت به تیمار ۷۵ کیلوگرم شد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش معنی‌دار گل‌دهی، تعداد بذر، رشد ساقه‌ها، وزن خشک و عملکرد، کلروفیل برگ، آنزیم نیترات ردوکتاز و عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در گیاه کارلا شد. اما با افزایش نیتروژن به میزان ۲۲۵ کیلوگرم در اکثر ویژگی‌های مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم مشاهده نشد و یا حتی اثرات منفی داشت. نتایج حاصله نشان داد محلول پاشی اسیدبوریک نیز تاثیر معنی‌داری بر اکثر ویژگی‌های مورد مطالعه داشت و به خصوص تیمار دو در هزار موجب بهبود ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاهان نسبت به تیمارهای دیگر شد، اما با افزایش غلظت محلول‌پاشی به میزان سه در هزار باعث اثرات منفی شد که احتمالا به دلیل اثر سمیت بور بود. همچنین مشخص شد اثر متقابل سطح دوم نیتروژن و سطح سوم بور (دو در هزار) بیشترین اثر را در وزن هزار دانه، طول ساقه‌های فرعی، عملکرد، نیترات برگ و فسفر میوه دارد.

واژه‌های کلیدی: کارلا، نیتروژن، بور، عملکرد، ویژگی‌های کیفی

مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- تأثیر نیتروژن و بُر بر ویژگی‌های گل دهی گیاه کدوی تلخ (Momordica charantia L.)

تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و بُر بر خصوصیات رشدی و عمکلرد میوه گیاه کدوی تلخ

فهرست

فصل اول؛ مقدمه ۱

فصل دوم؛ بررسی منابع ۵

۲-۱-کارلا ۶

۲-۱-۱-گیاه‌شناسی ۶

۲-۱-۲-ویژگی‌های زراعی ۷

۲-۱-۳-کاربرد و خواص دارویی ۸

۲-۲-نیتروژن ۱۰

۲-۲-۱-کودهای نیتروژنه و علائم کمبود ۱۰

۲-۲-۲-جذب و متابولیسم ۱۲

۲-۲-۳-کلروفیل و فتوسنتز ۱۳

۲-۲-۴-رشد و عملکرد ۱۵

۲-۲-۵-گل، میوه و بذر ۱۶

۲-۲-۶-آنزیم نیترات ردوکتاز، نیتروژن، نیترات و عناصر دیگر ۱۸

۲-۳-بور ۲۲

۲-۳-۱-بور در خاک، تغذیه، کمبود و سمیت ۲۲

۲-۳-۲-ترکیب با ساختارهای آلی ۲۴

۲-۳-۳- طویل شدن و تقسیم سلولی و متابولیسم اسید نوکلئیک ۲۴

۲-۳-۴-اکسینها، متابولیسم قندها و پروتئین‌ها ۲۶

۲-۳-۵-بور و تراوایی غشاء ۲۸
۲-۳-۶- نقش بور در جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده ۲۸
۲-۳-۷-نقش بور در تشکیل گل، میوه و دانه ۲۹
فصل سوم؛ مواد و روشها ۳۳
۳-۱-موقعیت و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش ۳۴
۳-۲-خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قطعه آزمایشی ۳۶
۳-۳-عملیات اجرایی در مزرعه ۳۷
۳-۳-۱-آماده‌سازی زمین جهت کاشت ۳۷
۳-۳-۲- نوع و قالب طرح آزمایشی ۳۷
۳-۳-۳-کاشت ۳۸
۳-۳-۴-داشت ۳۸
۳-۳-۵-برداشت ۳۹
۳-۳-۶-اعمال تیمارهای آزمایشی ۳۹
۳-۴- صفات اندازه‌گیری شده و روش اندازه‌گیری ۴۰
۳-۴-۱-صفات زایشی ۴۰
۳-۴-۱-۱-تعداد روزهای ظهور اولین گل ۴۰
۳-۴-۱-۲-تعداد گل‌های نر و ماده ۴۰
۳-۴-۲-عملکرد و اجزای عملکرد ۴۰
۳-۴-۲-۱-ساقه ۴۰
۳-۴-۲-۲-میوه ۴۰

۳-۴-۲-۳-نسبت وزن‌تر به خشک ۴۱
۳-۴-۲-۴-بذر ۴۱
۳-۴-۳-عناصر غذایی ۴۱
۳-۴-۳-۱-نیتروژن ۴۲
۳-۴-۳-۲-فسفر ۴۴
۳-۴-۳-۳-پتاسیم ۴۴
۳-۴-۳-۴-بور ۴۵
۳-۴-۳-۵-نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز ۴۶
۳-۴-۴-قند، کلروفیل و کاروتنوئید ۴۸
۳-۴-۴-۱-قند ۴۸
۳-۴-۴-۲-کلروفیل و کاروتنوئید ۴۸
۳-۵- تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها ۴۹
فصل چهارم؛ نتایج و بحث ۵۱
۴-۱-صفات گلدهی و بذر ۵۲
۴-۱-۱-تعداد گلهای نر و ماده و نسبت آنها ۵۲
۴-۱-۲-تعداد بذر پوک (تخمک‌های بارور نشده) در میوه ۵۵
۴-۱-۳-تعداد بذر سالم در میوه ۵۶
۴-۱-۴-وزن هزار دانه ۵۸
۴-۲-صفات رویشی و عملکرد ۶۱
۴-۲-۱-طول ساقه اصلی ۶۱

۴-۲-۲-میانگین طول ساقه‌های فرعی ۶۱
۴-۲-۳-تعداد ساقه‌های فرعی ۶۳
۴-۲-۴-نسبت وزن تر به خشک برگ‌ها و میوه‌ها ۶۳
۴-۲-۵-تعداد میوه در بوته ۶۴
۴-۲-۶-طول و قطر میوه ۶۶
۴-۲-۷-عملکرد میوه در سطح هکتار ۶۷
۴-۳-صفات کیفی برگ و میوه ۷۳
۴-۳-۱- کلروفیل a و b ۷۳
۴-۳-۲- کاروتنوئید ۷۵
۴-۳-۵-نیترات برگ ۷۶
۴-۳-۷- آنزیم نیترات ردوکتاز ۷۸
۴-۳-۳- قند ۸۰
۴-۳-۴-نیتروژن ۸۱
۴-۳-۶-نیترات میوه ۸۲
۴-۳-۸-فسفر ۸۳
۴-۳-۹-پتاسیم ۸۴
۴-۳-۱۰-بور ۸۶
۴-۴- نتیجه‌گیری کلی ۹۰
۴-۵- پیشنهادها ۹۲

فصل اول؛ مقدمه

گیاهان نقش مهمی را در حفظ سلامتی انسان ایفا می‌کنند و ازاین‌رو در طول تاریخ توسط انسان‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) عصاره‌های گیاهی به‌عنوان دارو در طب سنتی اقوام گوناگون در ۸۰ درصد از مردم دنیا مورداستفاده قرار می‌گیرند و بیش از ۳۰ درصد از کل گونه‌های گیاهی با اهداف دارویی مورداستفاده قرار می‌گیرند (Baker *et al.*, 1995; Joy *et al.*, 1998). داروهای گیاهی اکثراً حتی زمانی که ترکیبات بیولوژیکی آن‌ها شناخته نشده باشد به دلیل سودمند بودن، اثرات جانبی کم و قیمت اندکشان تجویز می‌شوند (Ajayi *et al.*, 2011).

بقراط حکیم بنیان‌گذار طب یونان باستان و شاگرد وی ارسطو برای استفاده از گیاهان در درمان بیماری‌ها ارزش زیادی قائل بوده‌اند. طی قرون هشتم تا دهم میلادی، بوعلی سینا، محمد زکریای رازی و دیگر دانشمندان، به دانش «درمان با گیاه» رونق زیادی بخشیدند. پیشرفت اروپاییان در استفاده دارویی از گیاهان در طی قرون ۱۷ و ۱۸ میلادی ابعاد وسیعی یافت و از قرن نوزدهم کوشش‌های همه‌جانبه برای استخراج مواد مؤثره از گیاهان آغاز شد و تا به امروز ادامه یافته و با سرعت چشمگیری به‌پیش می‌رود (امیدبیگی ۱۳۸۴).

یکی از گروه‌های بسیار پرطرفدار در بین سبزی و صیفی‌ها خانواده کدوئیان است و کارلا جزء مهم‌ترین گیاهان این خانواده به شمار می‌آید. از کارلا به‌طور سنتی جهت غذا و دارو استفاده می‌شود. به نظر نمی‌رسد، در مناطقی که کشت و کار می‌شود، یک غذای عمده باشد؛ اما در طول فصل زراعی ممکن است چند بار در هفته ازآن‌جهت خوراک استفاده شود. در طب سنتی از آن برای درمان فشارخون بالا، دیابت‌ها، اسهال، تب، عفونت‌های قارچی پوست و ... و همچنین برای سقط‌جنین استفاده می‌شود (Tori Hudson, 2007).

اگرچه تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی با هدایت فرایندهای ژنتیکی است، ولی به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، عطرمایه‌ها و امثال آن‌ها می‌گردد (امیدبیگی، ۱۳۸۴) همچنین با توجه به جمعیت رو به رشد جهان، تأمین نیازهای غذایی و دارویی انسان از فرآورده‌های گیاهی بسیار حائز اهمیت است. به‌منظور رشد مطلوب گیاه، مواد غذایی باید به‌صورت متعادل و کافی در دسترس باشد و خاک، حاوی منابع طبیعی مواد غذایی موردنیاز برای گیاه باشد، اما بیشتر این منابع به شکل غیرقابل‌دسترس هستند و هرساله تنها بخش کمی از آن از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی و فرآیندهای شیمیایی آزاد می‌شود. بنابراین به‌منظور افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح کودهای شیمیایی مصرف می‌گردد. نتیجه این فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر بحران آلودگی‌های زیست‌محیطی و به‌ویژه آلودگی منابع آب‌وخاک است که زنجیره‌وار به منابع غذایی انسان‌ها راه‌یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار می‌دهد (Chen, 2006).

منابع هندی و دیگر کشورهای جنوب آسیا میزان عملکرد این گیاه را ۱۰ تا ۱۲ میوه در یک بوته و یا ۱۲ تا ۱۷ تن در هکتار گزارش کرده‌اند درحالی‌که در ایالت کالیفرنیا، عملکرد ۱۷ تن در هکتار توسط تولیدکنندگان گزارش شده است (Myers, 1998). درحالی‌که کاشت این گیاه در ایران محدود به مناطقی در استان سیستان و بلوچستان بوده و تقریباً در سایر مناطق کاشت نمی‌شود و گزارش دقیقی نیز از عملکرد آن در واحد سطح ارائه نشده است. اخیراً در دانشگاه زابل، تعدادی از دانشجویان دوره‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری به تحقیق در مورد این گیاه پرداخته و مقالات معدودی نیز منتشر شده است.

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر کاربرد غلظت‌های مختلف عنصر بور به‌صورت محلول‌پاشی با بوریک اسید و همچنین کوددهی نیتروژن (اوره) در سه نوبت بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی

کارلا و همچنین تعیین غلظت بهینه کوددهی این عناصر، جهت افزایش رشد و نمو و خصوصیات کمی، کیفی و رویشی و زایشی آن است.

شکل ۱-۱- نمونه‌هایی از خوراکی‌ها، نوشیدنی‌ها و داروهای ساخته‌شده از گیاه کارلا

فصل دوم؛ بررسی منابع

۲-۱-کارلا[1]

۲-۱-۱-گیاه‌شناسی

کارلا گیاهی از خانواده کدوئیان[2]، جنس *Momordica* و گونه *Charantia* است. کارلا نام هندی این گیاه بوده و دارای اسامی دیگری مانند Bitter gourd, Bitter Melon, Balsam pear (انگلیسی)، Fukwa (چینی)، Nigai uri (ژاپنی) و Ampalaya (فیلیپینی) می‌باشد اما نام کارلا کاربرد بیشتری دارد. این گیاه بومی مناطق مرطوب آسیا با گستره وسیعی در چین، ژاپن و هند می‌باشد. گیاهی است یک‌ساله، یک‌پایه، دارای عادت رشدی رونده، ساقه‌های شیاردار و تا طول ۵ متر رشد می‌کنند و به‌وسیله پیچک‌های خود دور اجسام می‌پیچند. برگ‌ها بافاصله ۵-۳ سانتی‌متری با دم‌برگ طویل بر روی طول ساقه ظاهر می‌شوند و طول برگ‌ها ۵-۴ سانتی‌متر است، برگ‌ها پنجه‌ای و دارای ۹-۵ لوب هستند. شاخه و برگ‌ها پس از خرد شدن دارای بوی نامطبوع هستند (Zafar, 1991).

گل‌های نر و ماده، ۳۵-۳۰ روز پس از کاشت، به‌طور جداگانه بر روی بوته در زاویه برگ و ساقه ظاهر می‌شوند و زردرنگ هستند. همیشه گل‌های نر زودتر از گل‌های ماده در گره‌های پایین‌تر ظاهر شده و تعداد آن‌ها نیز بیشتر است. گل‌ها با دم‌گل ۱۰-۲ سانتی‌متری به ساقه متصل می‌شوند. در قسمت نزدیک به پایه بر روی دم برگ، برگچه‌ای وجود دارد که آن را احاطه می‌کند. میوه این گیاه ظاهری شبیه خیار داشته و دارای اشکال متفاوت از استوانه‌ای تا تخم‌مرغی است و روی سطح آن زگیل فراوان وجود دارد. طول میوه‌ها متغیر بوده و مانند میوه خربزه سه ردیف بذر در درون میوه وجود دارد. میوه‌ها پس از رسیدن به رنگ زرد و نارنجی درآمده و با شکاف خوردن در طول میوه و یا انتهای آن باز می‌شوند در این هنگام گلوله‌های ژله‌ای قرمزرنگ (آریل) درون میوه ظاهر می‌شوند که بذر را در برگرفته‌اند. بذرهای

[1]. Karela
[2]. Cucurbitaceae

مسطح چوبی به طول ۹-۵ میلی‌متر بوده و حفره‌های ریزی بر روی آن وجود دارد (Quamruzzaman *et al.*, 2009; Ram *et al.*, 2002).

۲-۱-۲-ویژگی‌های زراعی

کارلا گیاهی استوایی بوده و طالب هوای گرم و رطوبت بالا است و به‌طور گسترده در بعضی از نقاط جهان از قبیل آمازون، آمریکای جنوبی، شرق آفریقا، آسیا و جزایر کارائیب کشت می‌شود. بهترین دمای جوانه‌زنی آن ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد است و در دمای کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی آن متوقف می‌شود. معمولاً بذور ۶ تا ۸ روز پس از کاشت جوانه می‌زنند. سبز شدن کند بذور از مشکلات کشت و کار کارلا است به‌خصوص زمانی که بذور به‌طور مستقیم کشت می‌شوند (Kumar and Singh, 2013).

کارلا در انواع خاک‌ها رشد می‌کند، اما خاک شنی لومی به‌خوبی زهکشی شده برای کشت در هوای آزاد مناسب است. مناسب‌ترین pH خاک برای کاشت کارلا بین ۶ تا ۶/۷ است، اما تا pH ۸ را نیز تحمل می‌کند. از شبکه فوقانی و قیم به‌منظور بالا رفتن تاک‌های خزنده این گیاه استفاده می‌شود. کارلا همچون گیاهان دیگر دارای مشکلاتی زراعی ازجمله؛ جوانه‌زنی پایین بذرها، میوه‌های کوچک و نافرم، عملکرد پایین، عدم گل‌دهی هم‌زمان و بیماری‌ها می‌باشد. متوسط عملکرد این گیاه ۱۳/۸۴ تن در هکتار گزارش شده است که به نظر می‌رسد کم باشد (Akter and Rahman, 2013; Byuro, 2005).

کارلا دارای انواع واریته‌های با گرده‌افشانی باز و هیبرید می‌باشد. واریته‌های هیبرید دارای عملکرد بالایی هستند اما بذر آن‌ها گران بوده و برای هر بار کاشت باید خریداری شوند. ازآنجایی‌که واریته‌های با گرده‌افشانی باز نسبت به هیبریدها ارزان بوده و می‌توان آن‌ها را جهت کشت‌های بعدی ذخیره کرد، دارای مزیت می‌باشند (Palada and Chang, 2003).

۲-۱-۳-کاربرد و خواص دارویی

تمام قسمت‌های گیاه به‌ویژه ریشه، برگ، میوه و بذور کاربرد خوراکی-دارویی داشته و به دلیل وجود ماده مومورديسين[1] تلخ‌مزه می‌باشند. از کلیه ارقام کارلا هم به‌صورت خام در سالاد و هم به‌صورت پخته در مناطق مختلف دنیا ازجمله آسیا، آفریقا و اروپا استفاده می‌شود، میوه‌ها دارای مزه بسیار تلخ هستند مگر این‌که سفید شوند[2] یا در آب‌شور خوابانده شوند. در طب سنتی از آن برای درمان عفونت‌های میکربی، مالاریا، روماتیسم، هضم کند و گاز روده، تحریک قاعدگی، بهبود ضخم، کاهش تب، التهاب، فشارخون بالا و ملین و سقط‌جنین استفاده می‌شود. برگ و میوه‌های این گیاه برای درمان بواسیر، جذام، یرقان و نیش مار مفید بوده و خواص ضد کرم و آنتی‌اکسیدانی و ضد اضطرابی آن ثابت‌شده است. در حال حاضر به‌خصوص از عصاره میوه آن برای درمان دیابت، Dyslipidemia، عفونت‌های میکربی و درمان بعضی از سرطان‌ها، استفاده می‌شود (Hafizur *et al.*, 2011; Shetty *et al.*, 2005).

تحقیقات نشان می‌دهد که میوه این گیاه دارای خواص ضد سرطان و همچنین ضدویروس HIV می‌باشد. مشخص‌شده دو پروتئین آلفا و بتا-مومورکارین موجود در میوه، بذر و برگ‌های کارلا دارای خاصیت ضد HIV هستند (F Fang and B Ng, 2011). ریشه گیاه به دلیل افزایش‌دهنده توان جنسی مشهور است. از برگ آن در درمان درد معده، تب، سرماخوردگی و تهیه نوعی چای استفاده می‌شود. از میوه‌های نارس، برگ و ساقه‌های جوان به‌عنوان سبزی، سالاد و ترشی استفاده می‌گردد. (نورزایی، ۱۳۸۸). میوه‌های سبز و نابالغ منبع خوبی از ویتامین C، ویتامین A، بتاکاروتن[3]، پتاسیم، فسفر و آهن می‌باشد (جدول ۱-۲). تحقیقات نشان می‌دهد ترکیبات اولیه‌ای که دارای خواص کاهندگی قند خون در این گیاه

[1]. Momordicin
[2]. Blanching
[3]. Beta-carotene

هستند، شامل کارانتین[1]، پپتیدهای شبه‌انسولینی[2] (انسولین گیاهی)، کوکوربوتانئیدها[3]، مومورديسین و اسید اولئنولیک‌ها[4] می‌باشد. کارلا همچنین دارای موادی مانند پروتئین، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها و مواد معدنی می‌باشد (Abascal and Yarnell, 2005).

جدول ۲-۱- ارزش غذایی در ۱۰۰ گرم میوه سبز کارلا

Constituent	**Content**	Constituent	**Content**
Energy	79 KJ (19 Kcal)	**Carbohydrates** Sugars Dietary fiber	4.32 g 1.95 g 2 g
Protein	0.84 g	**Fat**	0.18 g
Vitamins Vitamin A equiv beta-carotene lutein zeaxanthin Thiamine (B1) Riboflavin (B2) Niacin (B3) Pantothenic acid (B5) Vitamin B6 Folate (B9) Vitamin C Vitamin E Vitamin K	 6 µg 68 µg 1323 µg 0.051 mg 0.053 mg 0.28 mg 0.193 mg 0.041 mg 51 µg 33 mg 0.14 mg 4.8 µg	**Trace metals** Calcium Iron Magnesium Manganese Phosphorus Potassium Sodium Zinc	 9 mg 0.38 mg 16 mg 0.086 mg 36 mg 319 mg 6 mg 0.77 mg
		Other constituents Water	 93.95 g

[1]. Charantin
[2]. Insulin-like Peptide
[3]. Cucurbutanoids
[4]. Oleanolic acids

۲-۲-نیتروژن

نیتروژن از عناصر شیمیایی غیرفلزی جدول تناوبی با عدد اتمی ۷، نماد N(Nitrogen) و اکثراً به‌صورت گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. تقریباً ۸۰ درصد گازهای اتمسفر، نیتروژن است ولی نیتروژن اتمسفر تقریباً دو درصد نیتروژن کل کره زمین را تشکیل می‌دهد و بقیه در سنگ‌های اولیه زمین جمع شده است. بااین‌حال مقدار نیتروژن سنگ‌های اولیه بسیار کم می‌باشد و تنها به علت مقدار فراوان این سنگ‌ها در قشر زمین مقدار کل نیتروژن به میزان قابل‌توجهی می‌رسد (Shectman, 2003). نیتروژن پس از آب مهم‌ترین عامل مؤثر در رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۸۴)(Marschner and Marschner, 2012).

۲-۲-۱-کودهای نیتروژنه و علائم کمبود

منبع اصلی تقریباً تمام کودهای شیمیایی نیتروژن دار که در صنعت تولید می‌شوند نیتروژن هوا می‌باشد. روش تثبیت صنعتی نیتروژن هوا مطابق رابطه زیر است:

$$[N_2 + 3H_2 \longrightarrow \text{فشار، حرارت و کاتالیست مناسب} \longrightarrow 2NH_3 \text{ آمونیاک}]$$

اوره [$CH4N2O$]: اوره کود نیتروژنه آلی است که از ترکیب آمونیاک و گازکربنیک تولید می‌شود. این کود در خاک هیدرولیز شده و تولید کربنات آمونیوم می‌کند. آمونیوم حاصل می‌تواند مستقیماً جذب گیاه شود و یا توسط موجودات ذره‌بینی خاک به نیترات تبدیل‌شده و سپس به مصرف گیاه برسد. درنتیجه نیتراتی شدن نیتروژن اوره، واکنش خاک به‌طرف اسیدی میل می‌کند ولی قدرت اسیدزایی این کود به‌اندازه سولفات آمونیوم نیست. طی فرآیند هیدرولیز ممکن است نیتروژن به‌صورت گاز آمونیاک از دسترس گیاه خارج شود که با تدابیر زراعی مناسب می‌توان این عمل را کاهش داد. از مزایای

اوره می‌توان به ارزان بودن قیمت واحد نیتروژن آن، خاصیت اسیدزایی، عرضه عنصر نیتروژن به شکل آمونیوم و درصد زیاد نیتروژن آن اشاره کرد. میزان نیتروژن اوره ۴۶ درصد بوده و ۹۰ درصد کود نیتروژنه که در ایران مصرف می‌شود به‌صورت اوره است (سالاردینی، ۱۳۸۴)(Cat and Yes, 2005).

با توجه به محلولیت بالای کود اوره می‌توان آن را به‌صورت سرک در طی فصل رشد به خاک داد، همچنین می‌توان در آب حل کرده و به‌صورت کودآبیاری و یا محلول‌پاشی بر روی شاخ و برگ به کاربرد که در مورد اخیر احتمالاً نیتروژن آن به‌سرعت جذب برگ‌های گیاه خواهد شد. اوره به‌راحتی به‌وسیله آب باران و آبیاری در خاک حرکت کرده و به‌راحتی وارد هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و موجب آلوده شدن آن‌ها می‌شود. درنتیجه باید از مصرف بیش‌ازحد این کود اجتناب کرد. در صورت مدیریت مناسب اوره از منابع غنی و عالی نیتروژن برای گیاهان است (Overdahl *et al.*, 1991).

اولین نشانه کمبود نیتروژن به‌صورت زرد شدن برگ‌ها یا رنگ‌پریدگی (کلروز)، به‌ویژه در برگ‌های پیر پایین گیاه مشاهده می‌شود. در شرایط کمبود شدید نیتروژن، این‌گونه برگ‌ها به‌طور کامل زرد و سپس از گیاه جدا می‌شوند. برگ‌های جوان‌تر در ابتدا علائم کمبود نشان نداده، زیرا نیتروژن از برگ‌های پیرتر به‌طرف آن‌ها منتقل می‌شود. کمبود نیتروژن در گیاه می‌تواند منجر به باریک شدن و اغلب چوبی شدن ساقه شود. این چوبی شدن ممکن است ناشی از ساخت بیش‌ازحد کربوهیدرات‌ها باشد. زیرا این مواد دیگر نمی‌توانند در ساخت اسیدهای آمینه یا سایر ترکیبات نیتروژن مورداستفاده قرار گیرند. کمبود نیتروژن در برگ‌ها موجب افزایش گل‌دهی خواهد شد؛ اما در عوض میوه دهی و عملکرد کاهش می‌یابد (Hord *et al.*, 2009).

کاربرد بیش‌ازحد نیتروژن باعث افزایش تجمع نیترات در گیاه، رشد رویشی بیش‌ازحد، کاهش و تأخیر در میوه دهی و درنتیجه کاهش عملکرد خواهد شد (Ahmadi *et al.*, 2010).

۲-۲-۲-جذب و متابولیسم

نیتروژن عمدتاً به‌صورت نیترات (NO_3^-) و در شرایط احیایی مقداری نیز به شکل آمونیوم (NH_4^+) جذب گیاه می‌گردد. نیترات جذب شده توسط گیاه با مصرف انرژی حاصل از فتوسنتز و با دخالت آنزیم‌های احیاکننده به نیتروژن آمونیاکی تبدیل می‌گردد. نیتروژن آمونیاکی با کربن پایه‌ای ترکیب و اسیدگلوتامیک[1] را می‌سازد. این اسید نیز به‌نوبه خود به بیش از ۱۰۰ نوع اسیدآمینه تبدیل می‌گردد. اسیدهای آمینه مختلف از طریق زنجیره پپتیدی با یکدیگر پیوند حاصل کرده و پروتئین‌ها را می‌سازند (Galloway *et al.*, 2003) (ملکوتی ۱۳۷۳).

بیشتر مواد آلی موجود در کره زمین به‌وسیله گیاهان تولید می‌شود. این عمل با جذب کربن و نیتروژن غیر آلی از محیط و تبدیل آن به مولکول‌های آلی، با استفاده از انرژی نور انجام می‌شود. فرآیند فتوسنتز و جذب نیتروژن نه‌تنها برای گیاهان بلکه تقریباً برای تمام موجودات ضروری است؛ زیرا اکثر موجودات کربن و نیتروژن موردنیاز خود را فقط از منابع آلی گیاهی تأمین می‌کنند (Riederer and Muller, 2008). پروتئین اساس فرآیندهای متابولیکی می‌باشد که منجر به افزایش رشد رویشی، زایشی و عملکرد در گیاه می‌شوند و تمام این‌ها کاملاً وابسته به جذب نیتروژن به‌اندازه کافی هستند. نیتروژن در قسمتی از تمام ترکیبات پروتئینی، تمام آنزیم‌ها، ترکیبات حدفاصل متابولیسمی، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی نقش دارند موجود است. همچنین از عناصر اصلی پروتئین‌های حیوانی و مواد ژنتیکی DNA و RNA در گیاهان و جانوران بوده و در دوره رشد سریع گیاهان بسیار ضروری هستند. بیشتر نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه جهت ساخت پروتئین (اکثراً آنزیم) و اسید نوکلوئیک استفاده می‌شود. نیتروژن به‌سرعت از بافت‌های پیر به بافت‌های جوان گیاهی منتقل می‌شود (Lawlor, 2002). اولویت

[1] . Glotamic acid

برای جذب نیتروژن به‌صورت نیترات (NO_3^-) یا آمونیوم (NH_4^+) در بین انواع گیاهان متفاوت است. برای مثال گیاهانی مانند برنج و مخروطیان[1] جذب نیتروژن آمونیومی را به نیترات ترجیح می‌دهند. در مقابل گیاهانی مانند خیار، گوجه‌فرنگی، بادنجان، ذرت، گندم و جو فرم نیتراتی نیتروژن را به آمونیوم ترجیح می‌دهند (Britto and Kronzucker, 2004; Roosta and Schjoerring, 2007).

۲-۲-۳-کلروفیل و فتوسنتز

میزان کلروفیل در واحد سطح برگ شاخص مناسبی از فتوسنتز و تولید در گیاه می‌باشد. بهبود ویژگی‌های رویشی (طول ریشه، قطر ساقه، تعداد برگ و...) با افزایش میزان کود نیتروژن را می‌توان به افزایش جذب نیتروژن و نقش آن در سنتز کلروفیل و ازاین‌رو فرآیند فتوسنتز و جذب دی‌اکسید کربن نسبت داد (Jasso-Chaverria *et al.*, 2005). میزان کلروفیل در گیاه ارتباط مستقیم با میزان نیتروژن دارد؛ زیرا نیتروژن از عناصر سازنده مولکول‌های کلروفیل و پروتئین است و بنابراین در تشکیل کلروپلاست و تجمع کلروفیل در آن نقش دارد. ازآنجایی‌که تأمین نیتروژن باعث افزایش سطح برگ می‌شود در رشد برگ تأثیر زیادی داشته و درنتیجه منجر به افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود (Almaliotis *et al.*, 1996; Daughtry *et al.*, 2000).

میزان کلروفیل و کاروتنوئید بافت‌های گیاهی کشت‌های با نیتروژن بالا بیشتر از کشت‌های با نیتروژن کم است. به‌طوری‌که محلول‌پاشی ۱۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر نسبت به شاهد موجب افزایش کلروفیل به مقدار ۱۰ میلی‌گرم در گرم و کاروتنوئید به مقدار ۱۶ میلی‌گرم در گرم در بافت تازه گیاهی برگ آناناس می‌شود. همچنین نیتروژن موجب افزایش اسید آسکوربیک[2]، قند و نشاسته بخش‌های

[1]. Conifer
[2]. Ascorbic acid

کلروفیل دار برگ شد. میزان هر دو رنگ‌دانه در بخش‌های مختلف برگ (از دم برگ تا نوک) با تیمار نیتروژن به مقدار زیاد افزایش می‌یابد. در آناناس و همچنین تمام گیاهان دیگر، کلروفیل برای ساختار مولکولی و گرانا[1] و استروما[2]ی پروتئین دار کلروپلاست‌ها به نیتروژن وابسته است و با افزایش کوددهی نیتروژن مقدار آن افزایش می‌یابد. اگرچه نیتروژن در ترکیب مولکولی کاروتنوئید و گزانتوفیل[3] وجود ندارد اما میزان کاروتنوئید در بخش‌های مختلف برگ وابسته به میزان کلروفیل است (Sideris and Young, 1947).

با تغذیه بیشتر نیتروژن گیاهان آفتابگردان جذب دی‌اکسید کربن فتوسنتزی افزایش فراوانی می‌یابد. اگرچه نیتروژن به‌طور معنی‌داری موجب تغییر در هدایت روزنه‌ای نمی‌شود؛ گیاهان رشد کرده در محیط با نیتروژن بیشتر دارای غلظت کمتری دی‌اکسید کربن داخل سلولی نسبت به گیاهان با نیتروژن کمتر هستند. تا ۷۵ درصد نیتروژن برگ در کلروپلاست‌ها یافت می‌شود و بیشتر این مقدار جهت ریبلوز بی فسفات کربوکسیلاز صرف می‌شود. درنتیجه مقدار کم فتوسنتز در اثر کمبود نیتروژن، مربوط به کاهش حجم کلروفیل و فعالیت رابیسکو می‌باشد (Cechin and de Fátima Fumis, 2004).

در آزمایشی جهت بررسی اثر نیتروژن بر گیاه برنج مشخص شد، گیاهان با تغذیه نیتروژن بیشتر نه‌تنها دارای مقدار بیشتری کلروفیل هستند بلکه ضخیم‌تر، کشیده‌تر و دارای برگ‌های شاداب‌تر هستند که باعث افزایش جذب نور مرئی می‌شوند، درحالی‌که انعکاس نور قرمز نزدیک را افزایش می‌دهند (Lee *et al.*, 2011).

[1]. Granum
[2]. Stroma
[3]. Xanthophyll

۲-۲-۴-رشد و عملکرد

به‌طورکلی حدود یک تا چهار درصد از ماده خشک گیاهی را نیتروژن تشکیل می‌دهد و این مقدار در خانواده لگومینوز[1] تا پنج درصد می‌رسد. این مقدار در بافت سبز گیاهی به دلیل وجود نیتروژن پروتئینی بیشتر می‌شود و این در گیاهانی که به‌منظور برداشت قسمت پروتئینی کشت می‌شوند دارای اهمیت است (Hofman *et al.*, 2004).

رشد گیاه بستگی به فراهم بودن نیتروژن در خاک دارد زیرا این عنصر در تشکیل آمینواسیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و دیگر ترکیبات سلولی نقش دارد. محدودیت جذب نیتروژن، تبدیل نیتروژن، تبدیل NO_3^-_N به NO_2^-_N را که به‌وسیله آنزیم نیترات ردوکتاز (NR) صورت می‌گیرد، کاهش می‌دهد. رویز و رومرو در بررسی خود مشاهده کردند که اگر مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به خیار داده شود، فعالیت آنزیم NR در حد مطلوب خواهد بود. این در حالی است که ۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث کاهش فعالیت آنزیم و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن فعالیت این آنزیم را به‌شدت افزایش خواهد داد. همچنین ایشان مشاهده کردند که تیمار ۱۰۰ و به‌خصوص ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بیشترین میزان ترکیبات نیتروژن دار آلی (آمینواسیدها) را به‌سوی میوه‌های خیار سبز سوق می‌دهد و این امر باعث افزایش عملکرد محصول خواهد شد (Ruiz and Romero, 2002).

خلید گزارش کرد ۹۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در افزایش ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن‌تر و خشک شاخساره، تولید ماده خشک، عملکرد سبزینه و عطرمایه گیاه *Artemisia pallens Wall* تأثیرگذار است و همچنین موجب افزایش وزن تر و خشک گیاه به بیشترین مقدار می‌شود (khalid, 2013). در آزمایش دیگری مشخص شد افزایش کوددهی نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار طول ساقه‌ها، تعداد برگ‌ها، سطح برگ و تعداد ساقه‌های جانبی در خیار می‌شود (Lawal, 2000).

[1]. Leguminous

کاهش عملکرد در مقادیر بالای نیتروژن احتمالاً به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی در اثر افزایش محلول نیتروژن در خاک اطراف ریشه باشد که منجر به کاهش جذب آب توسط ریشه خواهد شد (Onyango, 2004).

۲-۲-۵-گل، میوه و بذر

به نظر می‌رسد عدم تعادل در تغذیه گیاهی، به‌ویژه کمبود نیتروژن (N)، بور (B) و منیزیم (Mg) منجر به عقیمی مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاهان می‌شود. حجم گل بستگی به میزان هردوی نیتروژن و نشاسته (کربوهیدرات) دارد. احتمالاً نیتروژن و نشاسته دارای اثر مستقیم نبوده، بلکه به‌عنوان سوبسترا برای سنتز متابولیت‌های کلیدی استفاده می‌شوند که به شکل مستقل و یا از طریق تحریک هورمون‌های گیاهی برای شروع فرآیند گل‌دهی در سطح ژنتیکی عمل می‌کنند؛ بنابراین برای حصول تعداد زیادی جوانه گل، حفظ تعادل بین سطوح بالای کربوهیدرات و تغذیه نیتروژن (نسبت C/N) ضروری است (Lovatt *et al.*, 1988; Nogueira, 1985).

به‌طورکلی غلظت‌های بالای نیتروژن در شرایط بالا بودن دمای هوا منجر به افزایش تعداد گل‌های نر و کاهش تعداد گل‌های ماده یا کامل می‌شود که باعث کاهش تشکیل میوه می‌شود. برای افزایش میوه دهی در کدو، افزایش تعداد گل‌های ماده لازم است و این می‌تواند با کاربرد محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی بعلاوه کوددهی بهینه نیتروژن حاصل گردد که موجب افزایش میوه دهی خواهد شد (Chadha, 2001).

کاشی و غیور باغبانی (۱۳۸۳) گزارش کردند افزایش تعداد میوه در اثر تغذیه نیتروژن در خیار در ارتباط مستقیم با تعداد گل‌های ماده قرار دارد که متناسب با افزایش میزان مصرف نیتروژن، افزایش

یافته بودند و در تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ۱۴/۸ و ۱۵/۴ گل ماده در هر بوته رسید. نسبت گل‌های نر به ماده که در تیمار شاهد (بدون نیتروژن) ۱/۴۲ بود. در تیمارهای نیتروژن به سود گل‌های ماده تغییر یافت و در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به ۰/۷۳ رسید.

در یک تحقیق مزرعه‌ای به‌منظور تعیین میزان بهینه نیتروژن (به‌صورت کود اوره در مقادیر ۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) برای به دست آوردن حداکثر عملکرد در گیاه کدوی سبز مشخص شد حداکثر عملکرد بیوماس، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ با ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل می‌شود. بیشترین تعداد گل‌های نر و ماده با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به دست می‌آید این مقدار نسبت به شاهد به ترتیب ۱۳/۹ تا ۳۰/۸ در صد گل نر و ۷/۵ تا ۶۳/۵ درصد گل ماده افزایش داشت. همچنین حداکثر عملکرد میوه با متوسط ۱۱ تن در هکتار مربوط به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به شاهد دارای افزایش ۶۸ درصدی می‌باشد. ازاین‌رو بهترین میزان کوددهی نیتروژن برای کدوی سبز ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود (Niyokuri *et al.*, 2013).

در آزمایشی به‌منظور بررسی اثر تیمار نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کدوی خاردار (*Momordica dioica* **Roxb**.) مشخص شد تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ترکیب این دو موجب حداکثر تعداد گره تا ظهور اولین گل ماده، تعداد میوه در هر بوته، قطر میوه و طول ساقه شد (Vishwakarma *et al.*, 2007b).

الویدی و همکاران در بررسی تأثیر کوددهی نیتروژن، فسفر و پتاس بر گل‌دهی کدوی طبی گزارش کردند با افزایش سطح نیتروژن، تعداد روزهای تشکیل اولین گل بیشتر می‌شود. روزهای تشکیل اولین گل در شاهد و ۵۰ کیلوگرم در هکتار ۴۵ تا ۴۶ روز پس از کاشت بود که با تیمار ۱۰۰ و ۱۵۰

کیلوگرم ۱ تا ۲ روز و با تیمار ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم ۳ تا ۴ روز به تعداد روزها افزوده شد (Oloyede *et al.*, 2013b).

۲-۲-۶-آنزیم نیترات ردوکتاز، نیتروژن، نیترات و عناصر دیگر

در گیاهان نیترات توسط آنزیم نیترات ردوکتاز به نیتریت احیا شده و نیتریت نیز بلافاصله توسط آنزیم نیتریت ردوکتاز به آمونیم احیا شده و می‌تواند وارد مسیر تولید اسیدهای آمینه گردد. در گیاهان آنزیم نیترات ردوکتاز نقش کلیدی در سلسله فرآیندهای مربوط به مصرف نیترات دارد. شواهد متعدد نشان‌دهنده از پیچیدگی تنظیم این آنزیم می‌باشد. نقصان در فعالیت این آنزیم یا عوامل مؤثر بر چرخه‌های مربوط به آن سبب تجمع نیترات در اندام‌های مختلف گیاهان می‌گردد. هم‌چنین گزارش گردیده است گیاهان رشد یافته در شرایط بدون نیترات، میزان دریافت نیترات کم و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز پایین دارند ولی پس از قرارگیری در معرض نیترات، سرعت فعالیت این فرآیندها افزایش‌یافته تا به یک نقطه حداکثر رسیده و سپس به‌تدریج کاهش می‌یابد تا این‌که به یک میزان ثابت می‌رسد. اگرچه این الگو در میان بیشتر گیاهان عمومی است، ولی بسته به گونه تفاوت‌هایی در زمان وقوع هر یک از مراحل فوق وجود دارد و پیشنهاد گردیده است این تفاوت‌ها ژنتیکی است (Campbell, 1999; Huber *et al.*, 1992).

نیترات جذب شده به‌وسیله گیاه یا در واکوئل‌ها ذخیره می‌شود و یا توسط جریان انتقالی آوند چوبی به برگ‌ها منتقل و قسمت عمده آن در واکوئل‌ها ذخیره می‌شود تا زمانی که برای احیاء به سیتوسول آزاد شود. آنزیم نیترات ردوکتاز نیز در سیتوسول می‌باشد، ازاین‌رو نیترات موجود در سیتوسول، "مخزن متابولیکی نیترات" و نیترات موجود در واکوئل، "مخزن ذخیره‌ای نیترات" نامیده می‌شود.

ازآنجاکه آنزیم نیترات ردوکتاز موجب کاهش تجمع نیترات می‌شود و نیترات ردوکتاز یک آنزیم قابل‌تحریک می‌باشد، بین غلظت نیترات و فعالیت آنزیم این آنزیم رابطه نزدیکی وجود دارد. بعلاوه نیترات هردوی سیستم جذب و احیاء را تحریک می‌کند؛ بنابراین مشاهده می‌شود که تجمع نیترات توسط عوامل متعددی ازجمله رشد گیاه، نیترات درون‌زا و جذب و احیاء آن تنظیم می‌شود (Anjana and Iqbal, 2007; Bussi *et al.*, 1997; Cárdenas-Navarro *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2007; Sivasankar *et al.*, 1997).

در بررسی انواع نمک‌های نیترات (نیترات آمونیوم، نیترات سدیم و نیترات پتاسیم) بر فعالیت و القای آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ‌های گیاه رازیانه مشخص شد، هر سه نوع نمک اثر معنی‌داری بر فعالیت و القای آنزیم نیترات ردوکتاز داشتند. همچنین ال هایروندل و همکاران گزارش کردند کوددهی نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در برگ و ریشه دانهال‌های نوعی نوئل ندارد اما مه پاشی نیترات، ۱۸ مرحله پس از سبز شدن دانهال‌ها، فعالیت نیترات ردوکتاز را افزایش داد. حداکثر فعالیت آنزیم در کلیه تیمارها در ریشه‌ها مشاهده شد (L'hirondelle *et al.*, 1992; Sharifi Rad *et al.*, 2013).

نیتروژن در فراهمی پتاسیم (K)، فسفر (P) و سایر عناصر برای استفاده گیاهان تأثیرگذار است و اگر گیاه کمبود نیتروژن داشته باشد حتی باوجود میزان بهینه این عناصر (K و P) در خاک، گیاه قادر به استفاده از آن‌ها نخواهد بود. در آزمایشی به‌منظور بررسی اثر نیتروژن (۰، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) و بور (۰، ۱/۵ و ۳ کیلوگرم در هکتار) در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی مشخص شد افزایش نیتروژن تا سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌طور نه‌چندان معنی‌دار باعث افزایش عملکرد دانه شد و نیتروژن بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بور برگ تأثیری نداشت. بور باعث کاهش عملکرد دانه شد. بور نیز مانند نیتروژن

بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ اثری نداشت اما تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان بور برگ داشت (Agbenin *et al.*, 1990).

در آزمایشی گزارش شد میزان عملکرد سر کلم بروکلی از مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱/۷ کیلوگرم بور در هکتار به دست آمد و مصرف بیشتر نیتروژن به دلیل افزایش پوسیدگی سر و مصرف بیشتر بور به دلیل ایجاد مسمومیت در گیاه، عملکرد سر را کاهش داد. بیشترین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و منیزیم سر در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱/۷ کیلوگرم بور در هکتار اندازه‌گیری گردید (رخش و گلچین، ۱۳۹۱).

ثابت شده است کاربرد نیتروژن در تاکستان می‌تواند جذب سایر عناصر را توسط درخت انگور تغییر دهد. مقادیر بیش‌ازحد نیتروژن فراهمی برخی از عناصر مانند بور، پتاسیم و نیتروژن را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر با افزایش سطح نیتروژن، تقاضا برای جذب منیزیم افزایش می‌یابد (Bell and Robson, 1999). همچنین کوددهی خاک‌ها با نیتروژن می‌تواند بر فراهمی زیستی عناصر کم‌مصرف اثر بگزارد. کوددهی نیتروژن باعث بعضی از تغییرات مستقیم و غیرمستقیم می‌شود که بر پویایی فراهمی فلزات در خاک تأثیر می‌گزارد (Diatta and Grzebisz, 2006).

کمیته علمی اتحادیه اروپا، استفاده روزانه میزان ۳/۷-۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم وزن بدن و ۰/۰۶-۰ میلی‌گرم نیتریت در کیلوگرم وزن بدن، موجود در غذاها را مجاز شمرده است. جذب و ساخت نیترات به نیتروژن آلی نیاز به شرکت چندین پروتئین دارد. نیترات به‌وسیله آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز به آمونیوم تبدیل می‌شود. سپس آمونیوم توسط گلوتامین سنتتاز وارد آمینواسیدها، گلوتامین و آمینواسیدهای دیگر می‌شود. نیتروژن نیتراتی پس از جذب توسط آنزیم نیترات ردوکتاز که می‌تواند وابسته به فتوسنتز یا تنفس باشد به نیتریت تبدیل می‌شود. در ادامه نیتریت طی مراحلی در

سیتوپلاسم یا کلروپلاست به آمونیوم تبدیل می‌گردد و سپس با اسکلت کربنی (اسید آلفا کتوگلوتامیک) ترکیب و نخستین اسیدآمینه یعنی اسید گلوتامیک ساخته می‌شود. نقصان در فعالیت هرکدام از آنزیم‌ها یا عوامل مؤثر برای چرخه‌ها سبب تجمع نیترات می‌گردد، عواملی چون فعال نبودن آنزیم نیترات ردوکتاز، خشکی، تگرگ، سرما، سموم، استفاده بیش‌ازحد از کودهای نیتروژنی، کمبود مولیبدن و منگنز، نور کم و شوری می‌توانند سبب تجمع نیترات شوند. نیترات تجمع یافته طی فرآیندی تبدیل به ماده سرطان‌زای نیتروزآمین[1] می‌شود. (Guvenc, 2002; Hord *et al.*, 2009; Santamaria, 2006; Vos, 2000).

پژوهش‌های زیادی در زمینه تأثیر نوع و میزان مصرف نیتروژن بر تجمع نیترات در گیاهان شده است. برای مثال گزارش‌شده که عملکرد، رشد، نیتروژن کل و مقدار نیترات در ریشه‌های تربچه با افزایش مصرف کود نیترات آمونیوم، افزایش می‌یابد، همچنین مشخص‌شده با افزایش کود اوره میزان نیترات در برگ‌های اسفناج و کلم افزایش می‌یابد (Guvenc, 2002; Wang and Li, 2004).

در آزمایشی به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به‌صورت اوره روی رشد و عملکرد و تجمع نیترات در خیار رقم دامینوس، مشخص شد تیمارهای ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر ازنظر عملکرد کل میوه برتری داشتند. میزان نیترات میوه با افزایش نیتروژن افزایش یافت و در ۲۵۰ کیلوگرم به بالاترین حد رسید. در کلیه تیمارها، میوه‌های برداشت‌شده در صبح نسبت به میوه‌های برداشت‌شده در بعدازظهر دارای نیترات بیشتری بودند. میزان نیترات در میوه‌های برداشت صبح، تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و میوه‌های برداشت بعدازظهر، تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، در آستانه سمیت قرار دارد (کاشی و غیور باغبانی، ۱۳۸۳).

[1]. Nitrosamine

۲-۳-بـور

عنصر بور (Boron) با نماد شیمیایی B نام یک عنصر شیمیایی با عدد اتمی ۵ است. این عنصر از شبه‌فلزها است و چون در اثر دگرگونی‌های هسته‌ای ستارگان ایجاد نمی‌شود، فراوانی کمی در پوسته زمین و منظومه خورشیدی دارد.

۲-۳-۱-بور در خاک، تغذیه، کمبود و سمیت

مقدار متوسط بور در پوسته زمین بالغبر ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و مقدار آن در سنگ‌های اسیدی بیشتر از سنگ‌های بازی است. بور از عناصر ضروری اما کم‌مصرف گیاهان می‌باشد و به یکی از اشکال آنیونی آن جذب گیاه می‌شود. گرچه غلظت بور در خاک‌های آهکی بیشتر از خاک‌های اسیدی است اما میزان بور قابل‌دسترس برای گیاهان در خاک‌های آهکی کمتر است. میزان بهینه بور در بافت خشک گیاهی حدود ۲۰ میکروگرم در گرم می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۸۴).

مهم‌ترین نهاده‌ها در بخش کشاورزی کودهای شیمیایی می‌باشند که به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و ارتقاء سطح سلامت جامعه مورداستفاده قرار می‌گیرند و استفاده بهینه و متعادل از کودهای شیمیایی و مهم‌تر از همه کودهای ریزمغذی از اهمیت بالایی برخوردار است (Kabata-Pendias, 2010). بور به‌طور عمده به‌صورت بوریک اسید در محلول‌های خاکی وجود دارد. در pH (pH) کمتر از ۸، بوریک اسید به‌صورت تجزیه نشده در خاک یا محلول غذایی وجود دارد. این شکلی است که ترجیحاً به‌وسیله ریشه‌ها جذب می‌شود. همچنین

گیاهان می‌توانند بور را به شکل یون بورات (BO_3)، جذب کنند؛ اما قابلیت حل شدن آن با افزایش PH کاهش می‌یابد (Mengel *et al.*, 2001).

بور در محیط خاک با عناصر دیگر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آلومینیوم و روی) برهمکنش (مثبت یا منفی) دارد و این برهمکنش‌ها گاهی در فراهمی بور برای گیاهان در محیط خاک تأثیر می‌گزارد. ثابت شده با کوددهی بور، استفاده از عنصر نیتروژن، به دلیل انتقال مواد نیتروژن دار به درون غوزه، در گیاه کتان بهبود می‌یابد. محققان گزارش کردند، هنگامی‌که گیاه کتان دارای کمبود بور باشد با کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش عملکرد مشاهده نمی‌شود اما زمانی که کود بور استفاده شود همین میزان نیتروژن موجب افزایش عملکرد زیست‌توده گیاه می‌شود (Miley *et al.*, 1969; Smithson and Heathcote, 1976)

میزان بحرانی کمبود بور بین گیاهان مختلف متفاوت می‌باشد. نشانه‌های کمبود بور را در جوانه‌های انتهایی و یا جوان‌ترین برگ‌ها می‌توان دید که اغلب رنگ خود را از دست می‌دهند و ممکن است از بین بروند. میانگره‌ها کوتاه‌تر شده و به گیاه ظاهر بوته مانند می‌دهند. زردی میان رگبرگی در برگ‌های بالغ و بدشکل شدن آن‌ها ممکن است رخ دهد. همچنین ریزش جوانه‌ها، گل‌ها و میوه‌های در حال رشد نیز از نشانه‌های کمبود بور است. اثر کمبود بور در کاهش و حتی تشکیل نشدن بذر و میوه، کاملاً شناخته‌شده است (Marschner and Marschner, 2012; Shorrocks, 1997).

سمیت بور باعث فرآیندهای خاصی در گیاهان می‌شود. تغییر متابولیسم گیاهی، کاهش تقسیم سلولی در ریشه، کاهش کلروفیل برگ و میزان فتوسنتز و کاهش لیگنین و سوبرین، از اثرات سمیت بور در گیاهان می‌باشد. نشانه‌های سمیت بور در برگ‌ها بالغ، زرد شدن حاشیه و یا نوک برگ و یا هردو آن‌ها و از میان رفتن بافت است (Ahmed *et al.*, 2008; Goldberg, 1997; Reid, 2007).

۲-۳-۲-ترکیب با ساختارهای آلی

بوریک اسید با کربوهیدرات‌هایی که دارای شکل سیس- دیول[1] هستند، ترکیبات پایدار منو و دی استر را تشکیل می‌دهد. ترکیباتی که پلی هیدروکسیل[2] و دارای ساختمان سیس-دیول هستند، برای تشکیل چنین ترکیبات پیچیده‌ای لازم هستند؛ این قبیل ترکیبات عبارت‌اند از: شماری از قندها و فرآورده‌های آن‌ها (برای نمونه، الکل‌های قندی و اسید یورونیک[3]). به‌ویژه مانیتول[4] و اسید پلی مانورونیک[5]، این ترکیبات به‌عنوان اجزای بخش همی سلولز دیواره‌های سلول به کار می‌روند. ولی کربوهیدرات‌هایی از قبیل گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز و فراورده‌های آن‌ها (ساکارز)، سیس- دیول نیستند؛ و بنابراین ترکیبات پایدار و پیچیده بورات را تشکیل نمی‌دهند. برخی ارتو دی فنول‌ها، مانند اسید کافئیک[6] و اسید دی هیدروکسی فرولیک که از ترکیبات مهم برای ساختمان لیگنین در دولپه‌ای‌ها هستند، دارای ساختمان سیس-دیول بوده و بنابراین با بوریک اسید ترکیبات پایدار و پیچیده را تشکیل می‌دهند (Goldbach, 2002; Hunt, 2012)

۲-۳-۳- طویل شدن و تقسیم سلولی و متابولیسم اسید نوکلئیک

[1] . Cis_diol
[2] . Polyhidroxyl
[3] . Uronic acid
[4] . Monnitol
[5] . Polymannuronic acid
[6] . Caffeic acid

یکی از سریع‌ترین پاسخ‌هایی که به کمبود بور داده می‌شود، جلوگیری یا توقف رشد طولی ریشه‌های اولیه (آغازین) و ریشه‌های فرعی است که به ریشه ظاهری کوتاه و بوته مانند می‌دهد (Marschner and Marschner, 2012).

کمبود بور خیلی سریع از رشد طولی ریشه‌ها جلوگیری می‌کند. طویل شدن دانهال‌های کدو در حدود سه ساعت پس از برداشتن بور از محلول غذایی کاهش می‌یابد و پس از ۲۴ ساعت کاملاً متوقف می‌شود. اگر تغذیه بور بعد از ۱۲ ساعت مجدداً از سر گرفته شود، نسبت طویل شدن ریشه‌ها در حدود ۱۲ تا ۱۸ ساعت بعد به حالت طبیعی برمی‌گردد. تسریع تقسیم سلولی در جهت شعاعی همراه با تکثیر مشخصی از سلول‌های کامبیومی و توقف تمایز آوند چوبی در بافت زیر نوک شاخه نیز از علائم کمبود بور در گیاهان است. زمانی که گیاه با کمبود بور روبرو است همواره طویل شدن سلول متوقف می‌شود و سنتز اسید ریبونوکلئیک (RNA) کاهش می‌یابد (Goldbach, 2002).

لویس در غلات مشاهده نمود که بساک‌ها به کمبود بور حساس هستند. به دلیل متوقف شدن تقسیم سلولی، هسته‌ها به‌طور غیرطبیعی ادغام شده و تشکیل دیواره سلولی در اوایل تقسیم متوقف می‌شود، شکل سلول‌ها نامنظم گردیده، غالباً طویل شده و درنهایت تحلیل می‌روند و تولید دانه گرده نامنظم می‌گردد. در اثر کمبود بور مقدار اسیدهای نوکلئیک کاهش می‌یابد. درباره DNA احتمالاً یک اثر ثانویه است، زیرا ساختن DNA برای چندین ساعت پس از توقف طویل شدن، در اثر کمبود بور ادامه می‌یابد. از سوی دیگر RNA، به‌شدت و با سرعت تحت تأثیر کمبود بور قرار می‌گیرد به نظر می‌رسد که سنتز اوراسیل[1] به‌طور خاصی به‌هم‌ریخته می‌شود. این نوکلئوتید، جزء عمدهٔ RNA است و برای ساخت فسفات‌های پرانرژی نیز به کار می‌رود (Lewis, 1980; Marschner and Marschner, 2012).

[1]. Uracil

۲-۳-۴-اکسین‌ها، متابولیسم قندها و پروتئین‌ها

بین اکسین‌ها (IAA) و بور برهمکنش‌های شدیدی وجود دارد. روابط میان تغذیه بور، میزان اکسین و تمایز و چوبی شدن، هنوز به‌خوبی درک نشده است. در گیاهان با کمبود بور، میزان اکسین غالباً بیشتر از گیاهان طبیعی است. مصرف برون‌زای ایندول استیک اسید، باعث تحریک تغییرات ساختمانی در انتهای ریشه‌ها می‌شود، همانند آنچه که در مورد کمبود بور رخ می‌دهد. این امر به این صورت تفسیر شده است که نشانه‌های کمبود بور، بازتابی از افزایش میزان اکسین است. بااین‌وجود تغییرات میکروسکوپی که با کمبود بور و میزان بسیار زیاد اکسین (IAA) به دست می‌آید، کاملاً متفاوت هستند (Hirsch and Torrey, 1980).

در بررسی گونه‌های مختلف گیاهی و یا اندام‌های گیاهی، همبستگی‌های معنی‌داری میان میزان اکسین و نشانه‌های کمبود بور مشاهده نشده است. ممکن است، میزان زیاد اکسین تنها در شماری از گونه‌های گیاهی رخ دهد که در واکنش به کمبود بور، برخی ترکیبات فنولی مانند کافئیک اسید که بازدارندهٔ مؤثر آنزیم IAA-اکسیداز است، در آن‌ها انباشته شود. برخی ترکیبات فنولی، نه‌تنها بازدارنده مؤثر در رشد طولی ریشه هستند، بلکه همزمان باعث سرعت بخشی در تقسیم سلولی می‌شوند. به‌بیان‌دیگر، بور باعث تغییرات ساختمانی همانند آنچه که در مورد اکسین رخ می‌دهد، می‌شود (Blevins and Lukaszewski, 1998; Wang *et al.*, 2006).

درباره نقش بور در متابولیسم قند، دو نگرش کلی بر دو رویکرد متمرکز است: یکی متابولیسم مواد دیواره سلولی و دیگری انتقال قندها می‌باشد. در گیاهانی که کمبود بور دارند، غلظت ترکیبات پکتیکی بیشتر می‌باشد و بخش زیادی از گلوکز به ساختمان بتا ۱ و ۳ گلوکان[1] وارد می‌شود که جزو عمده کالوز است در چنین شرایطی، کالوز در آوندهای آبکش انباشته می‌شود. همچنین افزایش کالوز در

[1] . β-1,3-glucan

دیواره سلول‌های بافت هادی لوله گرده و یا به عبارتی بافت مسیر حرکت لوله گرده در اندام ماده گل، موجب افزایش ضخامت دیواره سلول‌های این بافت می‌شود؛ که درنتیجه موجب کاهش انتقال مواد غذایی برای رشد لوله گرده و درنهایت سقط آن می‌شود (Dugger and Palmer, 1980)(عبادی ۱۳۸۱).

بور در گیاهان عالی، با تشکیل ترکیب پیچیدهٔ بورات-قند، نقش کلیدی در جابجایی قند در مسافت‌های دور و نزدیک بازی می‌کند. بور باعث می‌شود که برگ‌ها به‌راحتی مواد قندی و کربوهیدرات‌های حاصل از فتوسنتز را به میوه‌ها انتقال دهند (Goldbach, 2002; Mengel *et al.*, 2001).

در شرایط کمبود شدید بور، میزان پروتئین برگ‌های جوان کاهش می‌یابد و ترکیبات محلول نیتروژن به‌ویژه نیترات، انباشته می‌شوند. کاهش میزان پروتئین به سیتوپلاسم محدود می‌شود، درحالی‌که میزان پروتئین کلروپلاست، تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. درنتیجه، با این حقیقت که زردی برگ (کلروز) از نشانه‌های متداول کمبود بور نیست هم‌خوانی دارد. کمبود بور اغلب باعث تجمع نیتروژن آمینه‌ای، نیتروژن آلی قابل‌حل، اسیدهای آمینه و آمیدها در قسمت بالغ اکثر گیاهان می‌شود، ولی در عوض میزان پروتئین‌ها کاهش می‌یابد. اگرچه کربوهیدرات به مقدار کافی جهت تولید اسیدهای آمینه موجود است ولی متابولیسم پروتئین‌ها مختل می‌گردد (Marschner and Rimmington, 1996; Mengel *et al.*, 2001).

ملهی و همکاران گزارش کردند که میزان پروتئین بذرهای کلزا به‌طور معنی‌داری در اثر تیمار با بور افزایش می‌یابد. درحالی‌که میزان روغن دانه‌ها تحت تأثیر تغذیه با بور قرار نمی‌گیرد. سارکر و همکاران اظهار داشتند که کاربرد سطوح مختلف بور، بر روی محتوای پروتئین و روغن دانه‌های سویا اثر معنی‌داری می‌گذارد (Malhi *et al.*, 2003; Sarker *et al.*, 2002).

۲-۳-۵-بور و تراوایی غشاء

تحقیقات نشان می‌دهد که بور باعث افزایش جذب فسفات می‌شود که دلیل بر نفوذپذیری غشاء توسط بور است. کمبود بور باعث ناقص شدن وظایف غشاء می‌شود علائم اولیه کمبود بور تشکیل اسیدها و فنول‌ها و افزایش فعالیت آنزیم RNAase است. علائم ثانویه، کاهش توانایی انتقال عناصر ضروری و متابولیت‌ها از طریق غشاء می‌باشد. غشاهای سلول در اثر کمبود بور نرم و آبکی می‌شوند. غشاء سلولی عناصر ضروری را جذب می‌کند و درصورتی‌که کمبود بور وجود داشته باشد این عمل صورت نمی‌گیرد (Bolaños *et al.*, 2004; Goldbach, 2002; Mengel *et al.*, 2001).

کمبود بور نفوذپذیری غشاها را نسبت به گلوکز، پروتئین و IAA تغییر می‌دهد درمجموع بر فعالیت اکسیدازها اثر می‌کند. بور در حرکت پروتئین‌ها به داخل غشاء لوله گرده دخالت دارد. جذب پتاسیم زمانی که کمبود بور وجود دارد به‌خوبی انجام نمی‌شود. بور نقش مهمی در انتقال فسفات از عرض غشاء دارد. در اثر کمبود بور ظرفیت انتقال تنوپلاست تحت تأثیر قرار می‌گیرد و فعالیت آنزیم‌های ATPase و NADPH کاهش می‌یابد. کمبود و سمیت بور، بر روی H^+-ATPase اثر بازدارنده دارد. کمپلکس قند-بورات در انتقال قندها از میان غشاهای سلولی نقش مؤثری دارد. به همین دلیل در شرایط کمبود بور عرضه کربوهیدرات‌ها به نواحی مریستمی کاهش یافته و درنتیجه بافت‌ها تجزیه می‌شوند و می‌میرند. به نظر می‌رسد بور اثر محرکی در جذب اکسیژن و قند توسط دانه گرده جوانه‌زده دارد (Bolaños *et al.*, 2004; Mengel *et al.*, 2001; Power and Woods, 1997).

۲-۳-۶- نقش بور در جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده

نیاز گیاهان به بور برای تولید دانه گرده و بذر، معمولاً بیشتر از میزانی است که تنها برای رشد رویشی لازم است. بور دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر روی باروری است. اثرات غیرمستقیم آن، احتمالاً به تغییرات مرتبط با میزان و ترکیب قند شهد می‌باشد. بور رشد دانه گرده و به‌ویژه لوله گرده را تحریک می‌کند و سرانجام با افزایش غلظت بیرونی بور نشت قندها از دانه گرده کاهش می‌یابد. برای رشد دانه گرده و باروری در ذرت، دست‌کم به سه میلی‌گرم بور در گرم وزن خشک نیاز است. در انگور که به میزان زیاد بور نیاز دارد، هنگامی‌که بور به‌اندازه کافی وجود داشته باشد، میزان آن در کلاله برابر با ۵۰ تا ۶۰ میکروگرم در گرم وزن خشک است. حتی در میزان‌های بین ۸ تا ۲۰ میکروگرم در گرم وزن خشک، باروری مختل می‌شود (Goldbach, 2002; Gupta, 1993).

میزان زیاد بور در کلاله و خامه، برای تشکیل ترکیبات پیچیدهٔ بورات-کالوز در غیرفعال کردن فیزیولوژیک کالوز در دیواره‌های لوله گرده لازم است. هنگامی‌که میزان بور پایین است، مقدار کالوز افزایش می‌یابد و ساختمان فیتوآلکسین‌ها (مانند فنول‌ها) همانند سازوکار دفاع در برابر آلودگی‌های میکروبی، تحریک می‌شود. عقیمی اندام‌های نر توسط کمبود بور افزایش می‌یابد و رشد بعضی از تخمک‌ها و کیسه‌های جنینی در گل‌های گیاهانی که کمبود بور داشته باشند متوقف می‌شود. در زمان شکوفایی گل‌ها ممکن است بساک‌ها سالم ولی خالی باشند، یا ممکن است طبیعی باشند ولی عاری از مواد ذخیره‌ای مانند نشاسته باشند (Goldbach, 2002; Gupta, 1993; Lewis, 1980).

۲-۳-۷-نقش بور در تشکیل گل، میوه و دانه

کمبود بور در گل‌ها باعث کاهش تبدیل آن‌ها به میوه و باقی ماندن آن‌ها بر روی گیاه شده و رشد و نمو میوه را کاهش می‌دهد. گل‌ها از نظر بور بسیار غنی هستند. هرگاه میزان این عنصر در گیاه

کافی نباشد، گل‌ها پژمرده شده و سپس می‌ریزند. بور از طریق تقسیم یاخته‌ای و نیز سنتز اسیدهای نوکلئیک در حین نمو، روی تشکیل میوه تأثیر می‌گذارد (طلایی، ۱۳۷۷).

مارشنر گزارش کرد که کمبود متناوب بور باعث کاهش انتقال قندها به گل‌ها جهت رشد و نمو آن‌ها می‌شود و درنتیجه از میزان نوش حاصل از گل‌ها کاسته شده و به‌طور غیرمستقیم در تشکیل میوه تأثیر می‌گذارد. کمبود بور موجب کاهش رشد و فتوسنتز و افزایش نشاسته و هگزوزها[1] در برگ‌های درختان جوان مرکبات می‌شود. بور میزان فلاونوئیدهای دانه گرده را افزایش داده و این باعث می‌شود که دانه‌های گرده قوه‌نامیه و قدرت جوانه‌زنی بالای خود را حفظ نمایند. تعداد گل‌های تشکیل شده به‌وسیله گیاه ممکن است با تغذیه بور افزایش یابد. این مورد در خردل و کلزا مشاهده شده است. درحالی‌که در بادام‌زمینی تعداد گل‌های تشکیل شده، تحت تأثیر کمبود بور قرار نمی‌گیرد (Gupta, 1993; Han *et al.*, 2008; Marschner and Marschner, 2012).

علائم کمبود بور در نخودفرنگی، ابتدا به شکل کلروز برگی و سپس علائم نکروتیک و به دنبال آن ریزش برگ‌ها مشاهده می‌شود. تیمار ۰/۳۳ میلی‌گرم بور در لیتر موجب افزایش وزن خشک نیام‌ها و بذرها شد. تیمار ۰/۶۶ میلی‌گرم بور در لیتر موجب بروز علائم مسمومیت به‌صورت حالت نکروتیک شدید، خشک شدن و سرانجام ریزش برگ‌ها مشاهده می‌شود. وقتی‌که میزان بور در برگ‌ها کم بود، فعالیت آنزیم‌های اسید فسفاتاز، فسفریلاز نشاسته و ریبونوکلئاز افزایش یافت. ولی فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز کاهش یافت. وقتی‌که مقدار بور در حالت سمی قرار داشت، فعالیت آنزیم‌های فسفریلاز نشاسته و اسید فسفاتاز افزایش یافت اما فعالیت آنزیم‌های ریبونوکلئاز و پلی فنل اکسیداز در برگ‌های نخودفرنگی کاهش یافت. کمبود بور موجب کاهش کیفیت دانه‌ها، عملکرد بذر، غلظت پروتئین و نشاسته دانه‌ها،

[1]. Hexoses

افزایش تجمع فنول‌ها و قندها در بذرها شد. تیمار نخودفرنگی با بور موجب افزایش غلظت بور در برگ‌ها و بذرها گردید (Chatterjee *et al.*, 2005).

بن-گال و شانی بیان کردند که کمبود بور موجب کاهش رشد رویشی و عملکرد میوه در گوجه‌فرنگی می‌شود. از طرف دیگر وقتی‌که غلظت بور افزایش می‌یابد، رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین مشاهده شد وقتی‌که سطح شوری افزایش می‌یابد تجمع بور در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد. عدم تشکیل میوه کافی در گوجه‌فرنگی ممکن است درنتیجه زیر سطح بهینه بور در محلول‌های غذایی باشد. چهار محلول غذایی با غلظت متفاوت بور (۰/۰۲، ۰/۱۶، ۰/۳۲، ۰/۶۴ میلی‌گرم در لیتر) جهت تغذیه گیاهان بکار برده شد. تجزیه برگ نشان داد که جذب کلسیم، منیزیم، سدیم، روی و بور، با افزایش غلظت بور در محلول غذایی، بیشتر می‌شود. کمبود بور منجر به شکننده شدن و زرد شدن برگ‌ها، افزایش درصد ریزش برگ‌ها و کاهش سفتی میوه (مؤثر در طول دوره نگهداری) شد. تیمار ۰/۱۶ میلی‌گرم بور در لیتر باعث نزدیک شدن به حد بهینه تشکیل میوه، نمو میوه، رنگ، غلظت کل مواد جامد محلول و سفتی میوه شد (Ben-Gal and Shani, 2002).

در یک تحقیق اثر بور بر روی بوته‌های زغال‌اخته به‌صورت محلول‌پاشی و روش افزودن بور به خاک مورد مقایسه قرار گرفت. در این آزمایش رشد بوته‌ها، وزن ۱۰۰ حبه، غلظت مواد جامد محلول و pH قابل‌اندازه‌گیری در میوه‌ها تحت تأثیر تغذیه با بور قرار نگرفت. محلول‌پاشی با بور موجب افزایش غلظت بور در گل‌ها و همچنین افزایش درصد تشکیل میوه شد. افزون بور به خاک موجب افزایش غلظت بور در برگ‌ها شد ولی تأثیر بر روی سطح بور در گل‌ها و عملکرد نداشت؛ بنابراین تغذیه برگی بوته‌های زغال‌اخته با بور طی دوران گل‌دهی، جهت افزایش عملکرد در گیاهانی که میزان بور در گل‌های آن‌ها کافی نیست، توصیه می‌شود. محلول‌پاشی با بور موجب افزایش سطح غلظت بور در گل‌ها و برگ‌های بلوبری شد. تیمار بور اثری بر روی رشد رویشی بوته‌ها، تعداد گل‌ها، تشکیل میوه، میانگین وزن میوه‌ها،

سفتی حبه و عملکرد نداشت. میوه‌هایی که از بوته‌های تیمار شده با بور برداشت شدند دارای بیشترین غلظت مواد جامد محلول نسبت به میوه‌های بوته‌های شاهد بودند. درنتیجه نیاز بوته‌های بلوبری به بور در مقایسه با بیشتر محصولات میوه‌های نسبتاً کم می‌باشد و غلظت بحرانی بور در برگ‌های بلوبری ۱۵ پی پی ام است (Wojcik, 2005).

نتایج یک تحقیق نشان می‌دهد کاربرد بور به همراه نیتروژن، فسفر و روی موجب افزایش ۲۵-۱۵ درصدی عملکرد دانه و افزایش قابل‌توجهی در کیفیت دانه و پخت‌وپز آن در برنج می‌شود (Rashid *et al.*, 2009).

نسبت تعداد گل‌های نر و ماده در کدوئیان به‌طور متفاوتی تحت تأثیر تغذیه با بور قرار می‌گیرد. برای مثال در کدوی قلیانی تغذیه بور تأثیری بر روی تعداد گل‌های نر نمی‌گذارد، اما به‌طور معنی‌داری تعداد گل‌های ماده و میوه تشکیل‌شده بر روی هر گیاه را افزایش می‌دهد خیساندن بذرهای کدوی خورشتی در محلول حاوی بور منجر به افزایش ۱۸۰ درصدی در تعداد گل‌های ماده تشکیل‌شده بر روی هر گیاه و همچنین باعث افزایش ۶۹ درصدی در عملکرد کل شد (Gupta, 1993).

فصل سوم؛ مواد و روش‌ها

۳-۱-موقعیت و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش

این آزمایش در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در منطقه بسطام با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۰۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۵ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۵ میلی‌متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک به شمار می‌رود.

جدول ۳-۱- آمار هواشناسی منطقه شاهرود در فصل انجام آزمایش

سال 1392	درجه حرارت (سانتیگراد)					رطوبت نسبی (درصد)							میزان بارندگی (میلیمتر)	حداکثر بارندگی در یک	تعداد روزهای یخبندان	میزان تبخیر به میلیمتر	ساعات آفتابی	حداکثر سرعت باد	
	معدل حداکثر	معدل حداقل	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	متوسط	معدل حداکثر	معدل حداقل	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	متوسط	معدل ساعت 6,30	معدل ساعت 12,30						سرعت متر بر ثانیه	مسیر (درجه)
فروردین	21.4	7.7	25.8	1.2	14.5	57	22	88	11	40	60	49	4.9	4	0	204.1	273.0	16	200
اردیبهشت	23.9	11.6	29.4	4.2	17.8	61	25	94	10	43	53	29	13.5	5.8	0	251.6	308.9	15	310
خرداد	30.9	17.9	38.4	12.2	24.4	52	20	84	8	36	41	22	2.4	2	0	378.8	344.1	14	360
تیر	33.2	20.1	38.6	16.2	26.6	56	24	68	16	40	47	30	0	0	0	397.9	360.5	0	0
مرداد	32.6	20.1	40.8	14.2	26.4	62	28	82	16	45	53	32	0	0	0	387.7	331.4	13	350
شهریور	32.1	18.8	35.6	15.0	25.5	57	25	79	10	41	51	30	0	0	0	328	316.8	12	30
مهر	25.8	13	32.4	5.4	19.4	62	29	86	14	46	56	31	0	0	0	224.6	296.9	14	320

۳-۲-خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قطعه آزمایشی

به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایش قبل از کاشت از پنج نقطه در عمق ۳۰-۰ نمونه‌برداری به عمل آمد. نمونه‌ها باهم ترکیب و یک نمونه مرکب تهیه شد. نمونه به‌دست‌آمده به آزمایشگاه منتقل و تجزیه شیمیایی و فیزیکی روی آن انجام گرفت (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
هدایت الکتریکی (EC) (دسی زیمنس)	**۱/۸۱**
pH خاک	**۷/۶۷**
نیتروژن (درصد)	**۰/۱۱**
فسفر (ppm)	**۱۹**
پتاسیم (ppm)	**۲۰۱**
بور (ppm)	**۷**
بافت خاک	**لوم رسی**

EC و pH از عصاره گل اشباع خاک، نیتروژن با استفاده از دستگاه کجلدال، فسفر (قابل دسترس) با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم با دستگاه فلم فتومتر و بور به روش کورکومین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

۳-۳-عملیات اجرایی در مزرعه

۳-۳-۱-آماده‌سازی زمین جهت کاشت

قطعه زمین موردنظر به مدت یک سال کشت نشده و به‌صورت آیش رها شده بود. قبل از کاشت در خردادماه زمین با گاوآهن شخم زده شد. میزان ۱۲۰ کیلوگرم کود فسفات و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس به زمین داده شد و سپس جهت مخلوط شدن کودها با خاک، نرم شدن کلوخه‌ها و تسطیح، دو مرتبه دیسک زده شد. با استفاده از متر زمین خط‌کشی شد و نهرهای اصلی و فرعی با استفاده از فاروئر تعبیه شدند نهرهای اصلی با استفاده از بیل تمیز و مرتب‌شده و پته بندی شدند. نهرهای فرعی با عرض نیم متر، عرض پشته‌های هر کرت آزمایشی دو و نیم متر و فاصله بین دو کرت از هم یک متر در نظر گرفته شد. طول نهرهای فرعی ۴ متر در نظر گرفته شد.

۳-۳-۲- نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتورهای به‌کاررفته شامل مواد غذایی و غلظت کاربرد بودند. در این آزمایش سه سطح نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی بور در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر اعمال شد. به‌این‌ترتیب طرح متشکل از ۳۶ واحد آزمایشی بود. کرت‌های هر تکرار که دارای ترکیب کودی متفاوتی بود با استفاده از ماشین‌حساب تصادفی شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۶*۵ متر و فاصله بین کرت‌ها از کرت بعدی و طرفین ۱ متر در نظر گرفته شد.

۳-۳-۳-کاشت

پس از اتمام آماده‌سازی زمین و جوی و پشته‌ها اولین آبیاری انجام شد؛ و پس از چند روز در تاریخ ۱۳۹۲/۳/۲۸ کاشت بذور به‌صورت نم‌کاری انجام شد. در هر نهر فرعی ۱۰ نقطه کشت شده و در هر گوده (نقطه) سه عدد بذر گذاشته و روی بذور با خاک نم‌دار پوشانده شد؛ و درنهایت در هر کرت آزمایشی ۲۰ گیاه کاشته شد. سپس جهت خشک نشدن خاک روی بذور، روی گوده‌ها مقداری کود دامی پوسیده ریخته شد.

۳-۳-۴-داشت

پس از کاشت، آبیاری به‌صورت جوی و پشته و هر ۷ روز تا زمان پایان آزمایش انجام شد. در مرحله ۴-۵ برگی گیاهان عملیات سله شکنی و واکاری محل‌های سبز نشده انجام شد. سه مرتبه عملیات وجین در طول دوره انجام شد. به دلیل حساس بودن بوته‌ها به باد قیم گذاری پای بوته‌ها زمانی که ارتفاع آن‌ها به ۳۰-۴۰ سانتی‌متر رسید، انجام شد (شکل ۳-۲).

شکل ۳-۲ قیم گذاری بوته‌ها

۳-۳-۵-برداشت

ازآنجایی‌که رسیدن میوه‌ها به‌مرورزمان انجام می‌گیرد، برداشت نیز در طی چند مرحله صورت گرفت. از هر کرت بوته‌های اطراف آن جهت اثر حاشیه حذف و چهار بوته میانی انتخاب شد و نمونه‌های میوه، برگ و بذر موردنیاز جهت انجام آزمایش از این بوته‌ها گرفته شد.

۳-۳-۶-اعمال تیمارهای آزمایشی

کود نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در سه نوبت، نوبت اول زمان کاشت، نوبت دوم در اوایل گل‌دهی گیاهان و نوبت سوم زمان تشکیل میوه به‌صورت سرک همراه با آبیاری به گیاهان داده شد.

برای محلول‌پاشی بور از بوریک اسید (BH_3O_3) استفاده شد. این کود مناسب‌ترین منبع توصیه‌شده جهت محلول‌پاشی و رفع کمبود بور در گیاهان می‌باشد. غلظت‌های بور در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر تهیه شد و سپس با استفاده از سم‌پاش پشتی تلمبه‌ای محلول تهیه شده بر روی گیاهان پاشیده شد. جهت انجام موفقیت‌آمیز محلول‌پاشی موارد زیر رعایت گردید:

۱. محلول‌پاشی در صبح زود یا در نزدیک غروب انجام شد.
۲. هنگام محلول‌پاشی حرارت محیط کمتر از ۲۹ درجه سانتی‌گراد بود.
۳. بعد از هر محلول‌پاشی آبیاری انجام شد.
۴. مواد مویان جهت افزایش جذب استفاده شد.
۵. محلول‌پاشی زمانی که سرعت باد کم بود انجام شد.
۶. pH محلول تهیه‌شده در غلظت‌های موردنظر کنترل شد و در حدود ۸-۶ بود.

۳-۴- صفات اندازه‌گیری شده و روش اندازه‌گیری

۳-۴-۱-صفات زایشی

۳-۴-۱-۱-تعداد روزهای ظهور اولین گل

پس از تاریخ کاشت در هرکدام از کرت‌ها، تعداد روزهایی که اولین گل نر و ماده در هرکدام از چهار بوته موردبررسی ظاهر شد یادداشت برداری و سپس میانگین روزها محاسبه و برای هر کرت یادداشت شد. همچنین تعداد گره ای که اولین گل بر روی آن ظاهر شده بود نیز یادداشت برداری شد.

۳-۴-۱-۲-تعداد گل‌های نر و ماده

ده روز پس از اعمال تیمار محلول‌پاشی بور چهار بوته میانی در هر کرت انتخاب شده و تعداد گل‌های نر و ماده بر آن شمارش شد.

۳-۴-۲-عملکرد و اجزای عملکرد

۳-۴-۲-۱-ساقه

پس از رسیدن بوته‌ها به رشد نهایی طول ساقه‌های اصلی و فرعی چهار بوته انتخاب شده از وسط کرت، با استفاده از متر اندازه‌گیری شد و تعداد ساقه فرعی در هر بوته شمارش شد. متوسط طول ساقه‌های فرعی با تقسیم، مجموع طول ساقه‌های فرعی بر مجموع تعداد آن‌ها در بوته محاسبه شد.

۳-۴-۲-۲-میوه

پس از اعمال آخرین تیمار، چهار بوته در وسط کرت جهت نمونه‌برداری انتخاب و به‌مرورزمان در طی فصل رشد میوه‌های آن‌ها برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال (با

دقت ۰/۰۱ گرم)، طول با خط کش و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس (با دقت یک میلی‌متر) برای هرکدام از بوته‌ها محاسبه شد. همچنین تعداد میوه در بوته شمارش و یادداشت و نهایتاً اطلاعات در آخر فصل جمع شد.

۳-۴-۲-۳-نسبت وزن‌تر به خشک

پس از انتقال میوه‌ها و برگ‌های جمع‌آوری‌شده از چهار بوته میانی، میوه و برگ تازه هرکدام وزن و سپس در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند و دوباره وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. نسبت وزن تر به خشک برگ و میوه از تقسیم وزن تر به خشک آن‌ها به دست آمد.

۳-۴-۲-۴-بذر

در پایان فصل رشد میوه‌های رسیده برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و پس از درآوردن بذور از میوه و شستن و تمیز کردن آن‌ها تعداد بذر در هر میوه و تعداد بذرهای پوک شمارش شد. بذرهای پر (سالم) هر تیمار جمع‌آوری و پس از رسیدن به ۵۰۰ عدد، وزن شده و با تناسب وزن هزار دانه آن‌ها به دست آورده شد.

۳-۴-۳-عناصر غذایی

آماده‌سازی نمونه‌ها به روش امامی (۱۳۷۵) انجام شد. برگ و میوه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شده و درون آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند.

سپس مواد گیاهی خشک شده آسیاب شده و از هر نمونه یک گرم وزن شده و درون بوته چینی ریخته شد و درون کوره الکتریکی با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت قرار داده شدند. پس از خروج از کوره به بوته چینی‌های حاوی خاکستر مواد گیاهی پنج میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو نرمال اضافه شد و بوته چینی‌ها به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه بر روی حمام آب گرم قرار داده شدند. عصاره حاصل از کاغذ صافی عبور داده و در بالون ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و درنهایت حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. از این عصاره جهت اندازه‌گیری عناصر فسفر، پتاسیم، سدیم و نیترات استفاده شد.

۳-۴-۳-۱-نیتروژن

مقدار نیتروژن موجود در نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از دستگاه کجلدال[1] نیمه‌خودکار مدل Vapodest 20S اندازه‌گیری شد. در این مدل تنها آخرین مرحله، یعنی تیتراسیون به‌صورت دستی انجام می‌گیرد و تنها قابلیت تعیین میزان نیتروژن را دارد.

این دستگاه از دو بخش هضم و تقطیر تشکیل‌شده است. بخش هضم در این مدل شامل ۱۲ لوله است که آنالیز هم‌زمان ۱۲ نمونه را ممکن می‌سازد. برای انجام هضم نمونه‌ها باید ترکیبی از نمونه خاک یا گیاه، سولفوریک اسید غلیظ (۹۶ درصد) و قرص کاتالیزور (یا مخلوطی از ۹۶ گرم سولفات پتاسیم و ۴ گرم سولفات مس ۵ آبه) را با مقادیر مناسب که بسته به وزن نمونه خاک یا گیاه متغیر است، در لوله‌ها ریخته و آن‌ها را در جایگاهشان در دستگاه هضم قرار می‌دهیم. درجه دستگاه را ابتدا روی ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌کنیم تا مخلوط درون لوله‌ها به نقطه‌جوش برسد و سپس دما را به ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌دهیم و آن‌قدر حرارت را ادامه می‌دهیم تا نمونه‌ها به رنگ سبز شفاف درآیند و عمل هضم نمونه‌ها کامل شود. این عمل تقریباً حدود سه ساعت به طول می‌انجامد. لازم به ذکر است که در

[1] . Kejeldahl

سری اول که نمونه‌ها را در دستگاه هضم قرار می‌دهیم احتیاج به نمونه شاهد نیز داریم که حاوی مخلوط بالا به‌جز نمونه خاک یا گیاه است.

در مرحله بعد نمونه‌ها را برای انجام عمل تقطیر، کاملاً سرد می‌کنیم. بخش تقطیر، دارای دستگاهی با دو جایگاه است که در یکی لوله مربوط به بخش هضم و در دیگری ارلنی حاوی ترکیبی از ۵۰ میلی‌لیتر بوریک اسید ۲ درصد و چند قطره معرف فنل فتالین (با رنگ قرمز) قرار می‌گیرد (رنگ محلول درون ارلن به رنگ صورتی می‌باشد).

با شروع کار دستگاه تقطیر در درون لوله حاوی نمونه هضم شده با اضافه شدن اسید رنگ سبز لجنی ظاهر شده که این صحت انجام آزمایش را می‌رساند و بعد از اتمام کار دستگاه (حدود ۴ دقیقه) رنگ محلول داخل ارلن سبز می‌شود که هرچه این رنگ تیره‌تر باشد نشان‌دهنده غلظت نیتروژن بیشتر در نمونه است. در مرحله آخر که به‌صورت دستی انجام می‌شود ارلن‌هایی که در دستگاه تقطیر برای هر نمونه استفاده‌شده را با توجه به شماره نمونه، شماره گزاری کرده و با محلول ۰/۱ نرمال Hcl تا ظهور مجدد رنگ قرمز کم‌رنگ یا صورتی تیتر می‌کنیم و درنهایت از رابطه ذیل درصد نیتروژن را محاسبه می‌کنیم.

$$\%N = \frac{1.4008 * 0.1 * (V_S - V_B)}{M} \times 100$$

در رابطه فوق:

N= غلظت نیتروژن برحسب درصد

۰/۱= نرمالیته اسیدکلریدریک تیتر کننده

VS= مقدار اسید مصرفی برای تیتراسیون نمونه برحسب میلی‌لیتر

VB= مقدار اسید مصرفی برای تیتراسیون شاهد برحسب میلی‌لیتر

M= وزن نمونه برحسب گرم می‌باشد.

۳-۴-۳-۲-فسفر

پنج میلی‌لیتر محلول تهیه شده در کوره با پنج میلی‌لیتر محلول هیپا مولیبدات وانادات[1] در بالن-ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری مخلوط شده و سپس به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. از محلول موردنظر جهت اندازه‌گیری میزان فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر استفاده شد.

۳-۴-۳-۳-پتاسیم

با استفاده از عصاره استحصال‌شده از مواد گیاهی و دستگاه فلم‌فتومتر عنصر پتاسیم به روش هامادا و النای اندازه‌گیری شد (Hamada and El-Enany, 1994). حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه قبل از قرائت، دستگاه فلم‌فتومتر را روشن شد تا کاملاً گرم شود. فیلتر دستگاه برحسب نیاز روی عنصر پتاسیم قرار داده شد.

برای کالیبراسیون دستگاه ابتدا به دستگاه آب مقطر داده شد و نشانگر دستگاه روی صفر تنظیم شد. سپس محلول استاندارد ۱۰۰ ppm پتاسیم که قبلاً آماده شده بود به دستگاه داده شد و نشانگر دستگاه روی عدد ۱۰۰ تنظیم شد. درواقع دستگاه بین دو عدد ۰ و ۱۰۰ کالیبره شد. سپس نمونه‌ها با

[1] . Molibdat-vanadat

دستگاه قرائت شد. چنانچه اعداد نمونه‌ها خارج از محدوده ۰ و ۱۰۰ بود نمونه‌ها رقیق شد و هر چه عدد حاصل بیشتر از ۱۰۰ بود نسبت رقت بیشتر انجام شد.

سپس عدد حاصل از دستگاه روی منحنی مشخص شد و غلظت معادل آن به mg/Kg محاسبه شده و عدد حاصل از منحنی درون فرمول زیر گذاشته شد و میزان پتاسیم گیاه برحسب میلی‌گرم بر گرم به دست آورده شد.

$$A= y \times 100/1000 \times 1000/2$$

y= عدد حاصل از منحنی بر اساس mg/Kg

A= میزان سدیم یا پتاسیم mg g-1

۲= وزن خشک اولیه gr

۳-۴-۳-۴-بور

برای اندازه‌گیری بور از روش کورکامین[1] استفاده شد.

با استفاده از بوریک اسید، محلول‌های معیار ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ ppm تهیه شد.

یک میلی‌گرم از هر یک از نمونه‌های تهیه‌شده با استفاده از کوره و محلول‌های معیار به‌دقت برداشته و در داخل کاسه‌های چینی کروزه قرار داده و روی هرکدام چهار میلی‌لیتر از محلول کورکومین-اسید اگزالیک افزوده و در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد (حمام آب گرم) به‌اندازه‌ای حرارت داده شد تا بخش مایع تبخیر شده و نمونه‌ها خشک گردیدند (حتماً درجه حرارت تنظیم گردد). پس از خنک شدن بر روی هر یک از آن‌ها ۲۵ میلی‌گرم الکل اتیلیک اضافه کرده و به هم زده شد تا حل گشته و به حجم معینی

[1]. Curcumin

رسیدند. بلافاصله پس از گذراندن محلول از صافی با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل) در طول‌موج ۵۴۰ نانومتر میزان بور نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. بدیهی است رنگ محلول آن دسته از نمونه‌هایی که محتوای بور هستند زرد متمایل به نارنجی تغییر می‌یابد.

یادآوری: ازآنجاکه اسید اگزالیک بویی نامطبوع دارد، می‌بایست خشک‌کردن در زیر هود انجام گیرد، افزون بر آن نظر به این که الکل اتیلیک در دمای معمولی فرار است، بایستی پس از تهیه محلول‌ها سریعاً نسبت به قرائت غلظت آن‌ها اقدام شود.

معرف‌های موردنیاز:

- محلول اسید اگزالیک-کورکامین: ۴۰ میلی‌گرم کورکومین و پنج گرم اسید اگزالیک را در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل اتیلیک ۹۵ درصد حل کرده، محلول مذبور چنانچه در محلی تاریک نگهداری شود تا یک هفته قابل‌استفاده خواهد بود.
- الکل اتیلیک ۹۵ درصد
- محلول معیار بور: ۰/۲۸۶ گرم بوریک اسید (H_3BO_3) را در کمی آب حل کرده و حجم را با افزایش آب مقطر به یک لیتر می‌رسانیم. این محلول محتوی ۵۰ میلی‌گرم بور خواهد بود. با استفاده از این محلول مادر، محلول‌های معیار ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شدند.

۳-۴-۳-۵-نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز

جهت اندازه‌گیری نیترات از روش سولفوسالیسیلیک اسید-سود استفاده شد. عصاره‌گیری نیترات در آب داغ یا در محلول دو درصد استیک اسید صورت می‌گیرد. ابتدا ۰/۱ گرم ماده خشک گیاهی با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین و در ارلن مایر ۱۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد و ۲۵ میلی‌لیتر آب داغ ۹۰

درجه به آن افزوده شد. پس از ۳۰ دقیقه تکان دادن با شیکر، مخلوط توسط کاغذ صافی شماره ۵۴۰ صاف گردید. ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره حاصل درون قوطی‌های پلاستیکی ریخته شد و ۰/۸ میلی‌لیتر سولفو سالیسیلیک اسید پنج درصد (تهیه‌شده از حل شدن پنج گرم سالیسیلیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ) مخلوط کرده و خوب به‌هم زده شد. پس از ۲۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق به آن ۱۹ میلی‌لیتر سود (NaOH) دو نرمال اضافه شد و در ظروف پلاستیکی یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شد تا کاملاً سرد شوند. سپس مقدار جذب آن‌ها در طول‌موج ۴۱۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و با رسم منحنی استاندارد برای محلول‌های استاندارد، غلظت نیترات در عصاره تعیین شد.

سنجش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به روش سیم انجام شد (sym). مراحل کار شامل:

۱) ریختن ۵ میلی‌لیتر محلول انکوباسیون* در لوله آزمایش. ۲) ریختن نمونه گیاهی ساییده شده در لوله آزمایش. ۳) قرار دادن لوله در آون در دمای. ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت. ۴) بیرون آوردن لوله‌ها از آون و صاف کردن محلول. ۵) برداشتن ۲ میلی‌لیتر از محلول بالا و به ترتیب افزودن یک میلی‌لیتر گریس۱** و گریس۲***. ۶) خواندن جذب در دستگاه اسپکتروفتومتر، در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر.

برای یافتن غلظت نیتریت حاصل از احیاء نیترات تحت تأثیر آنزیم نیترات ردوکتاز، غلظت‌های متفاوتی از نیتریت سدیم استفاده شد. پس از ترسیم منحنی استاندارد، معادله خطی تعیین و میزان فعالیت آنزیم برحسب میکرومول نیتریت آزادشده بر گرم وزن تر در ساعت محاسبه شد.

*محلول انکوباسیون: تهیه ۵ میلی‌لیتر محلولی که غلظت نیترات پتاسیم در آن ۱۵۰ میلی مولار، پروپانول ۳ درصد حجمی و تامپون فسفات ۱۰۰ میلی مولار باشد.

**محلول گریس۱: حل کردن ۰/۵ گرم سولفانیلیک اسید در ۵۰ میلی‌لیتر و رساندن حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر.

***محلول گریس۲: حل کردن ۰/۲ گرم آلفانفتیلامین در ۵۰ میلی‌لیتر استیک اسید و رساندن حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر.

۳-۴-۴-قند، کلروفیل و کاروتنوئید

۳-۴-۴-۱-قند

ابتدا ۰/۲ گرم از بافت تر میوه وزن و در لوله آزمایش گذاشته شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر الکل اتانول اضافه شد. سپس به مدت یک ساعت در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در این مرحله رنگ نمونه‌ها به سبز روشن تغییر یافت. پس از خارج کردن لوله‌ها از حمام به هرکدام یک میلی‌لیتر فنل نیم درصد و پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ اضافه شد که رنگ نمونه‌ها را به زرد طلایی تغییر داد. محلول در دستگاه اسپکتروفتومتر یا ضریب شکست نورسنج با طول‌موج ۴۸۳ نانومتر قرائت شد.

۳-۴-۴-۲-کلروفیل و کاروتنوئید

۰/۱ گرم بافت تازه برگ را در هاون ریخته و به آن هشت میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد و به‌خوبی بافت را درون هاون کوبیده و له شد. سپس آن را درون فالکن ۱۵ میلی‌لیتری ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه درون دستگاه سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. محلول به‌دست‌آمده را در دستگاه اسپکتروفتومتر با طول‌موج ۶۶۷ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۷ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای سنجش میزان کاروتنوئید قرائت شد.

۳-۵- تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها ابتدا توسط نرم‌افزار Excel مرتب شدند و سپس عمل آزمایش نرمال‌سازی بر روی آن انجام شد. تجزیه آماری و محاسبات نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTATc تجزیه و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام پذیرفت. برای رسم نمودارها و جداول از برنامه‌های WORD و EXCEL استفاده گردید.

فصل چهارم؛ نتایج و بحث

در این فصل نتایج در سه بخش موردبررسی قرار می‌گیرد: بخش اول شامل صفات گل‌دهی و بذر، بخش دوم صفات رویشی و عملکرد، بخش سوم صفات کیفی و عناصر غذایی.

۴-۱-صفات گل‌دهی و بذر

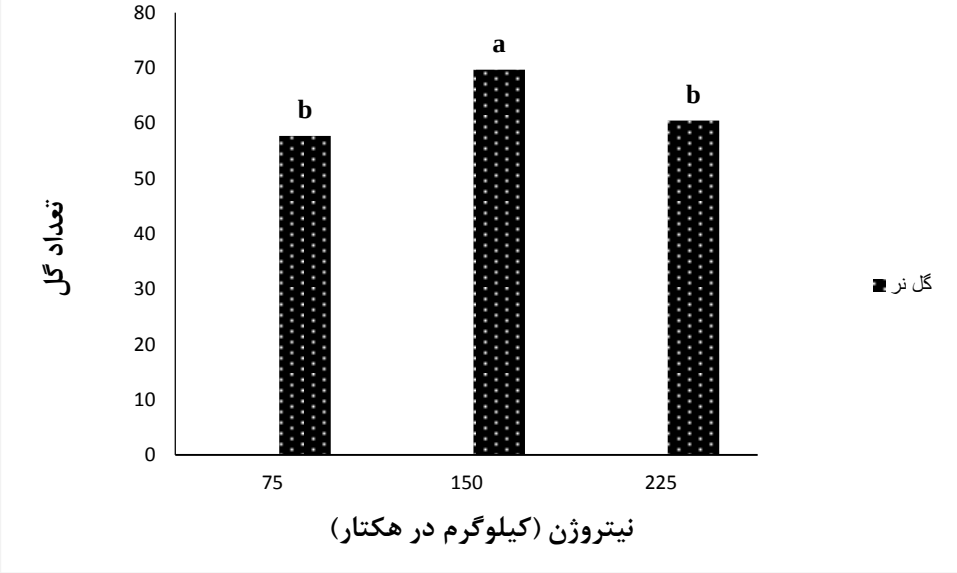
۴-۱-۱-تعداد گل‌های نر و ماده و نسبت آن‌ها

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نیتروژن، در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل‌های نر وجود دارد (جدول ۴-۲). بیشترین تعداد گل‌های نر مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با ۶۹ گل در بوته و پس‌ازآن تیمار ۲۲۵ کیلوگرم (۶۰ گل در بوته) و ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۵۷ گل در بوته) دارای تعداد گل نر کمتری بودند (شکل ۴-۱). همچنین تجزیه واریانس حاصل از نتایج نشان داد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل‌های ماده ندارد ولی در سطح احتمال یک درصد بر نسبت گل‌های نر به ماده تاثیر معنی‌داری دارد (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به ۷۵ و ۲۲۵ کیلوگرم دارای نسبت گل‌های نر به ماده بیشتری می‌باشد (جدول ۴-۱).

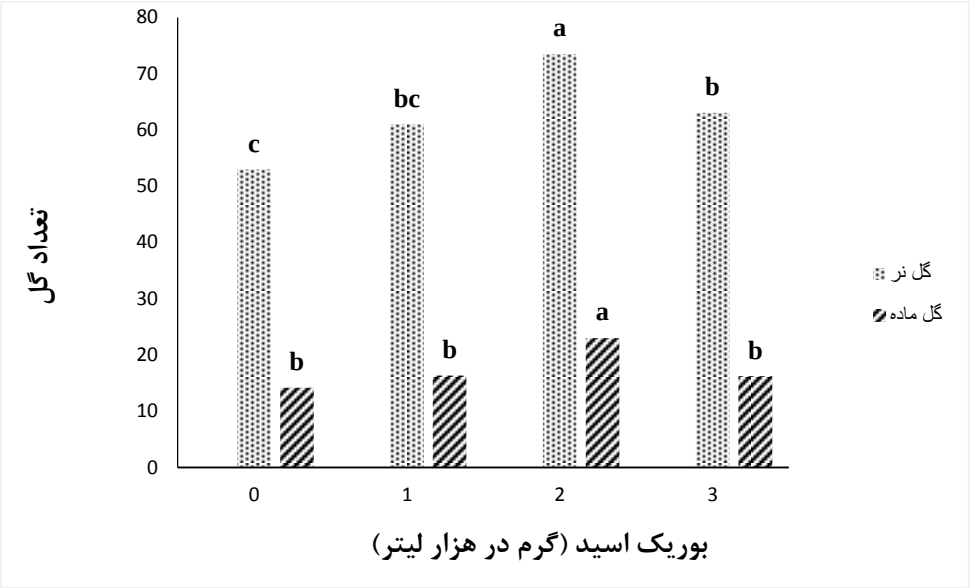
با توجه به جدول تجزیه واریانس، بور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل‌های نر و ماده دارد و بر نسبت گل‌های نر به ماده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۲). با افزایش میزان محلول‌پاشی از صفر به ۲ در هزار تعداد گل‌های نر افزایش یافت اما با افزایش غلظت به میزان ۳ در هزار، افزایش قابل‌توجهی در تعداد گل‌های نر مشاهده نشد. تیمار دو در هزار بور موجب افزایش معنی‌داری در تعداد گل‌های ماده نسبت به شاهد و سطوح دیگر شد (شکل ۴-۲).

افزایش تعداد گل‌ها با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم مشاهده شد و با افزایش بیشتر نیتروژن از تعداد گل‌ها کاسته شد که احتمالاً به دلیل تخصیص نیتروژن بیشتر به نفع صفات رویشی می-

باشد. گل‌دهی در گیاهان توسط عوامل درونی و بیرونی از قبیل سن و سایز گیاه، فتوپریود، دما و عناصر غذایی پس از طی دوره جوانی کنترل می‌شود (Erwin, 2006). ازآنجایی‌که نیتروژن برای بیوسنتز پروتئین ضروری بوده و همچنین گل‌آذین‌ها مخزن قوی برای نیتروژن (Klein and Weinbaum, 1984) و پروتئین‌های محلول در آب (Bouranis *et al.*, 1999) هستند، بنابراین عنصر نیتروژن و پروتئین برای گل‌دهی بیشتر ضروری می‌باشند. افزایش تعداد گل‌ها با افزایش بور احتمالاً با وظایف بور در تقسیم و تمایز سلول‌ها در بافت مریستمی و به‌ویژه انتقال نیتروژن و قندها در زمان تشکیل سرآغازه‌های گل مربوط می‌باشد (Dell and Huang, 1997). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیق بر روی لوبیا (Fernández-Luqueño *et al.*, 2010)، هندوانه (Sabo *et al.*, 2013) و کدوی طبی (Oloyede *et al.*, 2013a) مطابقت دارد.



شکل ۴-۱- تأثیر نیتروژن بر تعداد گل‌های نر در گیاه کارلا



شکل ۴-۲- تأثیر بور بر تعداد گل‌های نر و ماده گیاه کارلا

جدول ۴-۱-مقایسه میانگین اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های گل‌دهی و بذر گیاه کارلا

تیمار	نسبت گل نر به ماده در بوته
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	
۷۵	۳/۵ b
۱۵۰	۴/۶۷ a
۲۲۵	۳/۵۴ b
بور (گرم در هزار لیتر)	
۰	۳/۹ ab
۱	۳/۹۸ ab
۲	۳/۴۴ b
۳	۴/۲۹ a

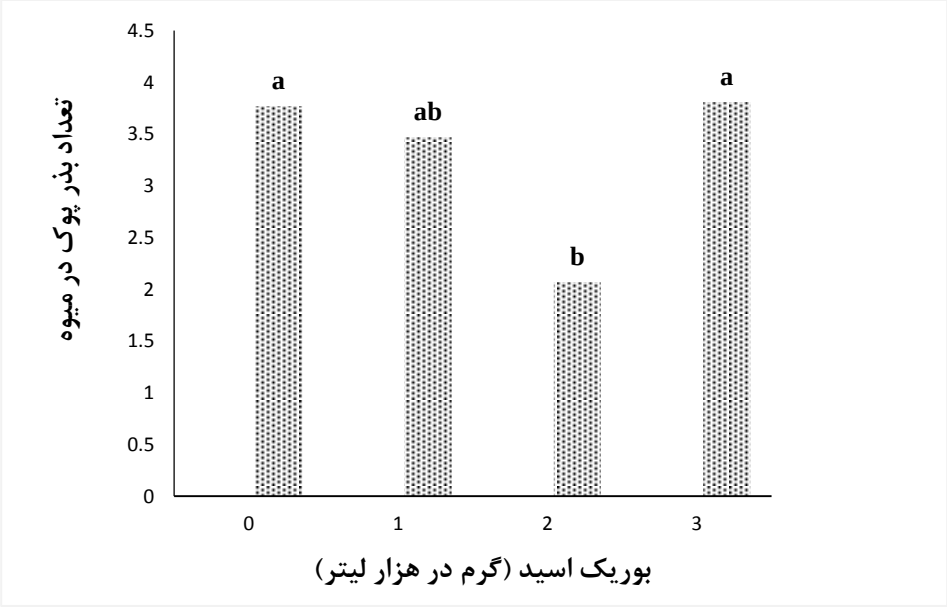
تفاوت حروف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۴-۱-۲-تعداد بذر پوک (تخمک‌های بارور نشده) در میوه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲)، تیمار نیتروژن بر تعداد بذر تشکیل شده در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری نداشت.

نتایج بررسی‌های آماری (جدول ۴-۲) نشان داد تیمارهای تغذیه‌ای بور اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد بذرهای پوک در داخل میوه دارد. مقایسه میانگین‌ها بین غلظت‌های مختلف بور، نشان می‌دهد تیمار ۲ در هزار نسبت به سایر تیمارها دارای تعداد بذر پوک در داخل میوه کمتر بوده و پس‌ازآن تیمار یک در هزار دارای بذر پوک کمتری است و نهایتاً تیمار ۳ در هزار و صفر (شاهد) دارای بیشترین تعداد بذر پوک در میوه بودند.

نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصله از تحقیق بر روی گیاه وسمه (Lori *et al.*, 2012) و کلزا (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۰) مطابقت داشت.



شکل ۴-۳- تأثیر بور بر تعداد بذرهای پوک درون هر میوه

۴-۱-۳-تعداد بذر سالم در میوه

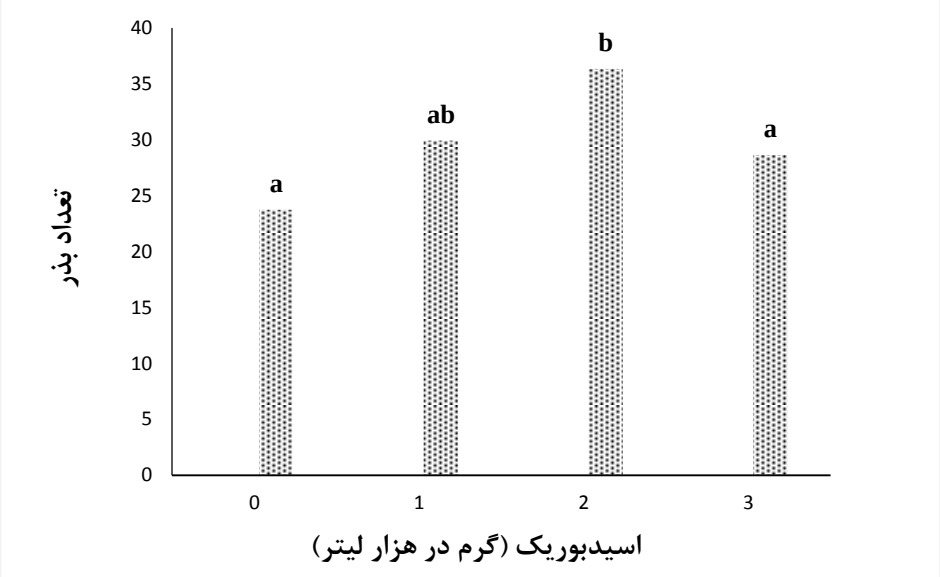
با توجه به جدول تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد بذرهای سالم در هر میوه تأثیر معنی‌داری داشت. (جدول ۴-۲). بیشترین تعداد بذرهای سالم در میوه (۳۱/۸۹ بذر) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سپس به ترتیب ۷۵ کیلوگرم (۲۹/۸۳ بذر) و ۲۲۵ کیلوگرم (۲۷/۳ بذر) قرار داشتند (شکل ۴-۴).

با توجه به بررسی‌های آماری انجام‌گرفته، مشاهده شد بور بر تعداد بذرهای سالم در میوه اثر به سزایی در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌ها بین سطوح مختلف بور نشان می‌دهد تیمار ۲ در هزار دارای بیشترین تعداد بذرهای سالم در میوه بوده و سپس تیمارهای ۱ و ۳ در هزار در یک گروه قرار دارند و نهایتاً تیمار صفر (شاهد) دارای کمترین تعداد بذر (سالم) در میوه می‌باشد (شکل ۴-۵).

افزایش تعداد بذر در میوه با افزایش کود نیتروژن احتمالاً به دلیل بزرگ‌تر بودن میوه‌ها در تیمارهای موردنظر می‌باشد که طبعاً باعث افزایش تعداد بذر در میوه خواهد شد. با افزایش نیتروژن تا سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار تعداد بذر به‌شدت کاهش می‌یابد که می‌تواند در اثر رشد رویشی بیش‌ازحد و کاهش رشد زایشی گیاه باشد. بور از عناصر مؤثر در افزایش رشد زایشی و تشکیل بذر در گیاهان می-باشد و ثابت شده است کمبود آن موجب کاهش تعداد بذر در غلاف‌های گیاه سویا می‌شود (Liu *et al.*, 2005). کمبود بور موجب آسیب به جنین‌زایی (Embryogenesis) و درنتیجه سقط بذر (پوکی)، آسیب به رویان و یا تشکیل بذور ناقص می‌شود (Dell and Huang, 1997). همان‌طور که در آزمایش حاضر نیز مشاهده می‌شود عنصر بور با تأثیر بر جوانه‌زنی دانه گرده و افزایش عمر لوله گرده موجب افزایش تعداد بذور در میوه شده است. کاهش تعداد بذر در سطح ۳ در هزار بور احتمالاً به دلیل ایجاد سمیت این عنصر

می‌باشد. نتایج حاصله از این آزمایش با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات بر روی کدوی طبی (Aroiee and Omidbaigi, 2002; Eftekharinasab *et al.*, 2011)، وسمه (Lori *et al.*, 2012)، پنبه (Görmüs, 2005)، سویا (Sarker *et al.*, 2002) و آفتاب‌گردان (Nel, 2001) مطابقت دارد.

شکل ۴-۴- تأثیر نیتروژن بر تعداد بذرهای (سالم) هر میوه



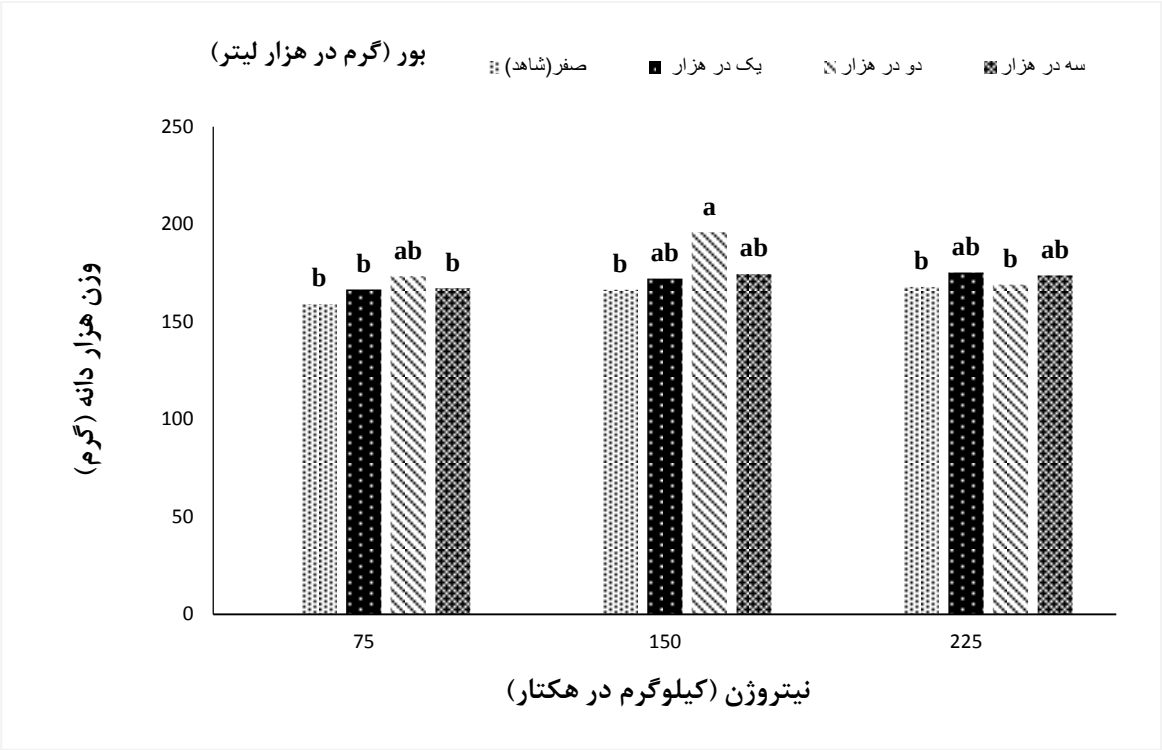
شکل ۴-۵- تأثیر بور بر تعداد بذرهای (سالم) هر میوه

۴-۱-۴-وزن هزار دانه

با توجه به بررسی‌های آماری انجام شده، همان‌طور که در جدول ۴-۲ (جدول تجزیه واریانس) مشاهده می‌شود، سطوح مختلف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر وزن هزار دانه گیاه کارلا معنی‌دار شد همچنین تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بین سطوح مختلف بور تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد.

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل بین نیتروژن و بور بر وزن هزاردانه در این آزمایش در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین بین اثرات متقابل نیتروژن و بور نشان داد، بیشترین وزن هزار دانه به میزان ۱۹۵/۸۶ گرم در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه محلول‌پاشی دو در هزار بور حاصل شده است (شکل ۴-۶).

با افزایش نیتروژن سطح سبز گیاه افزایش یافته و موجب افزایش فتوسنتز و همچنین افزایش ذخیره مواد فتوسنتزی در بذور شده و دانه‌ها سنگین‌تر می‌شوند (شریعتی ۱۳۷۵). همچنین بور با انتقال قندها به دانه‌های در حال رشد می‌تواند کاربرد نیتروژن را برای پر کردن دانه‌ها افزایش دهد که درنهایت منجر به افزایش عملکرد بذر می‌شود (Fatemi Naghdeh and Sorooshzadeh, 2002)، همان‌گونه که در نتایج این آزمایش نیز مشاهده می‌شود اثر متقابل نیتروژن و بور موجب افزایش وزن هزار دانه شده است. نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، مطابق با نتایج به‌دست‌آمده بر روی برنج (Chaturvedi, 2006)، وسمه (Lori *et al.*, 2012) می‌باشد.



شکل ۴-۶- اثر متقابل نیتروژن و بور بر وزن هزار دانه گیاه کارلا

جدول ۴-۲-تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های گل‌دهی و بذر گیاه کارلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گل‌های نر در بوته	تعداد گل‌های ماده در بوته	نسبت گل‌های نر به ماده در بوته	تعداد بذر پوک در میوه	تعداد بذر (سالم) در میوه	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۸۷۰/۱۸**	۴۳/۱۷*	۰/۱۱^{ns}	۰/۱^{ns}	۱/۶۱*	۲۱/۷۷^{ns}
نیتروژن	۲	۴۷۱/۲۸**	۵/۳۴^{ns}	۵/۳**	۰/۵^{ns}	۶۳/۲۴*	۳۴۴/۰۶**
بور	۳	۶۴۰/۲۴**	۱۳۲/۸۱**	۱/۱۳*	۵/۹۴**	۲۴۲/۷۷**	۳۳۶/۴۵**
نیتروژن*بور	۶	۵/۸۵^{ns}	۷/۶۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۸۷^{ns}	۵۱/۱۱^{ns}	۱۵۱/۴۷*
خطا	۲۲	۱۷/۳	۸/۵۴	۰/۳	۰/۴	۱۲/۶۴	۵۷/۴۴
ضریب تغییرات		۶/۶۴	۱۶/۷۶	۱۳/۹۸	۱۹/۱۸	۱۱/۹۷	۴/۴۱

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

۴-۲-صفات رویشی و عملکرد

۴-۲-۱-طول ساقه اصلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌های اصلی نداشت (جدول ۴-۳).

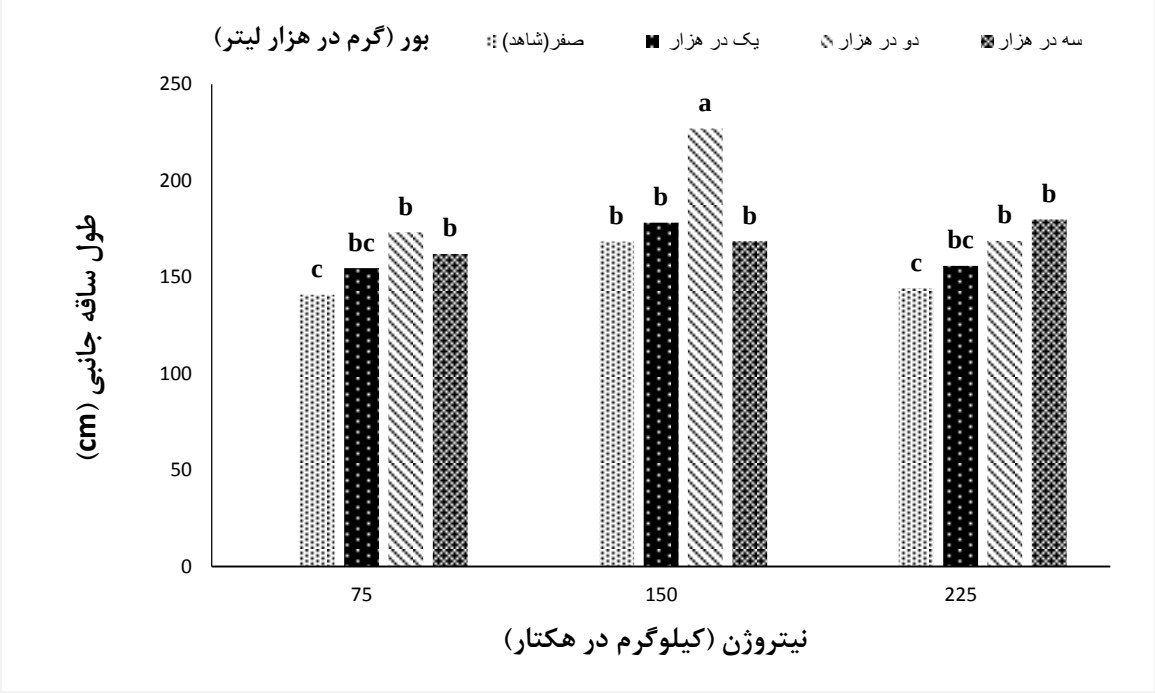
بررسی نتایج آماری نشان داد سطوح مختلف محلول‌پاشی بور و همچنین اثر متقابل نیتروژن و بور تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه اصلی گیاه کارلا نداشت (جدول ۴-۳).

۴-۲-۲-میانگین طول ساقه‌های فرعی

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل نیتروژن و بور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۳). با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین متوسط طول ساقه‌های فرعی مربوط به کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و محلول‌پاشی دو در هزار بور می‌باشد (۲۲۷/۰۶ سانتی-متر) و کمترین میزان آن در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بدون محلول‌پاشی بوریک اسید (۱۴۱/۰۶ سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۴-۷).

یکی از علل افزایش رشد ساقه‌های جانبی با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن توسعه مناسب اندام هوایی طی دوره‌ی رشد، استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. با افزایش سطح برگ تا حد مطلوب، میزان رشد و تولید بالا می‌رود درحالی‌که در ضرایب بالا (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار)، سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، معمولاً عامل محدودکننده عمده تولید می‌باشد (خلدبرین و اسلام زاده ۱۳۸۲). میزان بهینه (دو در هزار) بور نیز با تسریع تقسیم سلولی در بافت‌های مریستمی و افزایش متابولیسم قندها و هیدروکربن‌ها و همچنین افزایش فتوسنتز موجب رشد رویشی گیاه شده است اما سمیت بور مانع از رشد و توسعه گیاه کارلا شده است. دلیل این کاهش سمیت

گیاه با بور می‌باشد. به‌طورکلی سمیت بور با ایجاد لکه‌های نکروزه روی برگ، که نهایتاً به‌صورت بافت مرده درمی‌آیند، باعث کاهش سطح برگ و هم‌چنین فتوسنتز و درنتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (Ben-Gal and Shani, 2002). هاشم آبادی و کاشی (۱۳۸۳) در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد رویشی و عملکرد خیار گزارش کردند، ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن نسبت به سایر تیمارها دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر طول ساقه‌های گیاه خیار داشت. همچنین لری و همکاران در آزمایشی جهت بررسی اثر محلول‌پاشی عنصر بور بر روی برخی از خصوصیات رشدی گوجه‌فرنگی گزارش کردند محلول‌پاشی ۰/۴ درصد بوریک اسید موجب افزایش معنی‌دار طول گیاهان گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد شد (Lori *et al.*, 2012). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیق بر روی کدوی طبی (Niyokuri *et al.*, 2013)، نوعی کارلا (Vishwakarma *et al.*, 2007b) و سویا (Sarker *et al.*, 2002) مطابقت دارد.



شکل ۴-۷- اثر متقابل نیتروژن و بور بر میانگین طول ساقه‌های فرعی گیاه کارلا

۴-۲-۳-تعداد ساقه‌های فرعی

با توجه به جدول تجزیه واریانس نیتروژن بر تعداد ساقه‌های فرعی در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف نیتروژن نشان می‌دهد بیشترین تعداد ساقه جانبی در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰/۵۸) و پس‌ازآن به ترتیب تیمار ۲۲۵ کیلوگرم (۹/۳۳) و ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۸/۳۷) قرار داشتند (جدول ۴-۴).

با توجه به جدول تجزیه واریانس تیمارهای تغذیه‌ای بور تأثیری بر تعداد ساقه‌های جانبی گیاه کارلا نداشت (جدول ۴-۳).

کمبود نیتروژن موجب کاهش رشد و عملکرد و اجزای عملکرد از قبیل تعداد بذر، وزن هزار دانه و تعداد ساقه‌های جانبی در گیاه می‌شود (Steer and Harrigan, 1986). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن (۱۵۰،۲۰۰،۱۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر روی رشد، عملکرد و کیفیت محصول گیاه کلم نشان داد که پارامترهای رشد، ارتفاع، پهنا و تعداد برگ‌های هر گیاه به طور قابل ملاحظه ای با افزایش میزان نیتروژن افزایش می‌یابد (Choudhary and Choudhary, 2005). همچنین نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش مطابق نتایج حاصل از تحقیق بر روی گیاه *Camelina sativa* (Koncius and Karcauskiene, 2010) می‌باشد.

۴-۲-۴-نسبت وزن تر به خشک برگ‌ها و میوه‌ها

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر نسبت وزن تر به خشک برگ‌ها نداشته اما بر نسبت وزن تر به خشک میوه‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بیشترین میزان نسبت وزن تر به خشک میوه‌ها

مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۸۵/۸۸ است و پس‌ازآن به ترتیب تیمارهای ۲۲۵ با ۸۲/۷۱ و ۷۵ کیلوگرم با ۷۸/۹۸ دارای نسبت وزن تر به خشک کمتری هستند (جدول ۴-۴).

نتایج بررسی‌های آماری نشان داد که محلول‌پاشی بور تأثیر معنی‌داری بر نسبت وزن تر به خشک برگ‌ها و میوه‌ها نداشت (جدول ۴-۳).

نیتروژن از عناصر ضروری ساخت ماده خشک گیاهی است (Feibo *et al.*, 1998). دلایل افزایش ماده خشک گیاهی با افزایش نیتروژن را می‌توان به نقش مثبت این عنصر در فتوسنتز از طریق شرکت در ساختار کلروفیل و درنهایت تولید کربوهیدرات‌ها و همچنین نقش آن در ساختار ماکرومولکول-هایی نظیر پروتئین‌ها نسبت داد. کاهش وزن خشک میوه با افزایش نیتروژن به میزان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار احتمالاً به دلیل افزایش اسمزی محلول خاک و درنتیجه به دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها باشد (Onyango, 2004). در آزمایش مشابهی در کدوی خورشتی نتایج مشابه حاصل شد به این صورت که با افزایش نیتروژن (کود اوره) تا میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش وزن خشک میوه‌ها شد اما با افزایش نیتروژن به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار وزن خشک محصول کاهش یافت (Niyokuri *et al.*, 2013). همچنین نتیجه این تحقیق با آزمایش سایر محققان بر کدوی طبی (Swiader *et al.*, 1994) مطابقت دارد.

۴-۲-۵-تعداد میوه در بوته

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، نیتروژن تأثیر بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه در بوته دارد (جدول ۳-۴). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کود نیتروژن نشان می‌دهد بیشترین تعداد میوه در بوته ۱۲/۲۷ عدد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل‌شده و

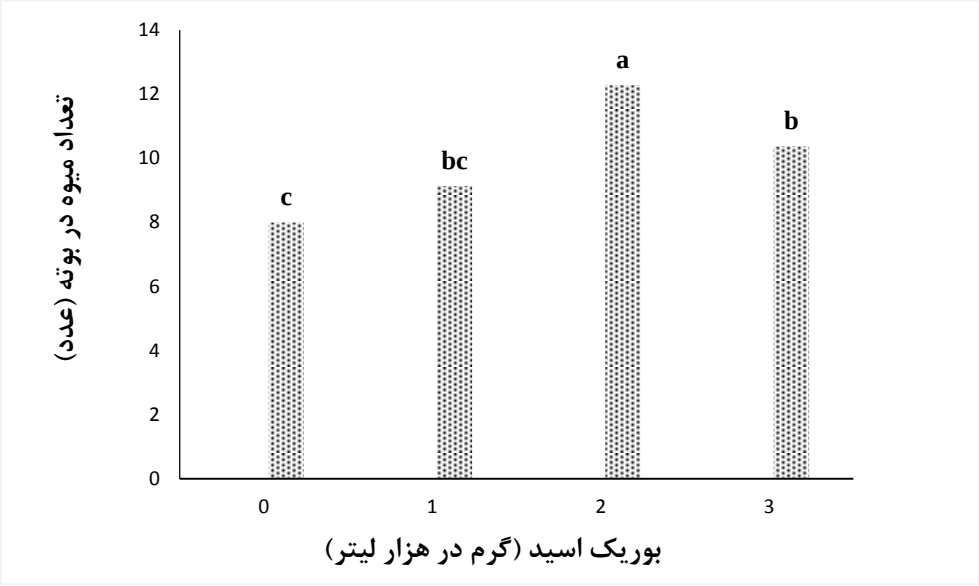
پس‌ازآن تیمارهای ۲۲۵ با ۹/۳۳ عدد و ۷۵ کیلوگرم با ۸/۲۴ عدد میوه در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول ۴-۴).

عنصر بور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف بور نشان می‌دهد تیمار دو در هزار (۱۲/۲۸ عدد) بیشترین تعداد میوه تشکیل شده را نسبت به شاهد (۸ عدد) داشته است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطح بور به سه در هزار میزان تشکیل میوه مجدداً کاهش می‌یابد (۱۰/۳۷) که این کاهش احتمالاً در اثر مسمومیت به مقدار بیش‌ازحد بهینه بور صورت می‌گیرد (Chatterjee *et al.*, 2005; Günes and Alpaslan, 2000). همچنین تیمار یک در هزار با ۹/۱۳ عدد دارای تعداد کمتری میوه تشکیل شده در بوته نسبت به تیمار دو در هزار می‌باشد (شکل ۴-۸).

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل بین نیتروژن و بور بر تعداد میوه تشکیل‌شده در بوته معنی‌دار نشده است (جدول ۴-۳).

افزایش تعداد میوه در اثر تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در اثر افزایش رشد رویشی، طول ساقه‌های جانبی و درنهایت افزایش سطح کربن گیری می‌باشد که به طبع آن میزان مواد غذایی ساخته‌شده افزایش می‌یابد. همچنین نیتروژن به دلیل افزایش عمر تخمک در جوانه گل و تأمین کربوهیدرات‌های لازم برای جوانه‌های تازه تشکیل‌شده تأثیر مهمی در افزایش تعداد میوه دارد. همچنین گزارش شده است که تیمارهای نیتروژن (اوره) در شرایط دماهای بالا به‌طور معنی‌داری میزان تشکیل میوه را افزایش و میزان ریزش را کاهش می‌دهد که احتمالاً در اثر آزاد شدن آمونیوم از کود اوره و وارد شدن آن در مسیر تولید اسیدهای آمینه و دیگر ترکیبات پروتئینی و درنتیجه ایجاد مقاومت در برابر ریزش باشد (Khemira *et al.*, 1998; Zilkah *et al.*, 1997). افزایش تشکیل میوه در اثر محلول‌پاشی بور

احتمالاً مربوط به اثر این عنصر بر افزایش تعداد گل، کمک به رشد لوله گرده و تلقیح بهتر گل‌ها، سنتز اکسین و سیتوکنین در گیاه و همچنین افزایش میزان کلروفیل برگ نسبت داد که موجب تشکیل میوه بیشتر و ریزش کمتر می‌شود (Brown and Hu, 1996; Castro and Sotomayor, 1997). نتایج حاصله از این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق بر روی کدوی طبی (Swiader *et al.*, 1994)، سویا (Devi *et al.*, 2012)، لوبیا سبز (Warncke, 2005)، گوجه‌فرنگی (Ben-Gal and Shani, 2002) و کدو (Gupta, 1993) مطابقت دارد.



شکل ۴-۸- تأثیر بور بر تعداد میوه تشکیل‌شده در بوته گیاه کارلا

۴-۲-۶-طول و قطر میوه

با توجه به جدول تجزیه واریانس، نیتروژن بر طول میوه‌های سبز کارلا در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری دارد با این حال تأثیر معنی‌داری بر قطر میوه‌ها ندارد (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف نیتروژن نشان می‌دهد، تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش طول میوه‌ها به بیشترین مقدار شده است (۲۰/۸۹ سانتی‌متر) و تیمارهای ۲۲۵ (۱۸/۳۳ سانتی‌متر) و ۷۵ کیلوگرم در

هکتار (۱۶/۹ سانتی‌متر) طول میوه کمتری نسبت به ۱۵۰ کیلوگرم دارند و در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول ۴-۴).

تجزیه واریانس نتایج حاصله نشان داد که سطوح مختلف بوریک اسید تأثیر معنی‌داری بر طول و قطر میوه‌ها نداشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد محلول‌پاشی بور اثر معنی‌داری بر طول و قطر میوه‌های گیاه کارلا ندارد.

نیتروژن در ساخته‌شدن پروتئین‌ها نقش دارد و پروتئین‌ها در تشکیل سلول‌های مریستمی و تقسیم سلولی دخالت دارند. نیتروژن با تاثیر بر افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن اندازه سلول‌ها باعث افزایش اندازه میوه‌ها می‌شود (Tisdale and Nelson, 1975).

۴-۲-۷-عملکرد میوه

با توجه به بررسی‌های آماری انجام‌شده، کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد میوه دارد (جدول ۴-۳). همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد بیشترین عملکرد میوه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (۱۳/۸۵ تن در هکتار) و پس‌ازآن به ترتیب تیمارهای ۲۲۵ کیلوگرم با عملکرد ۱۲/۰۷ تن در هکتار و ۷۵ کیلوگرم با ۱۱/۳۳ تن در هکتار قرار داشتند (جدول ۴-۴).

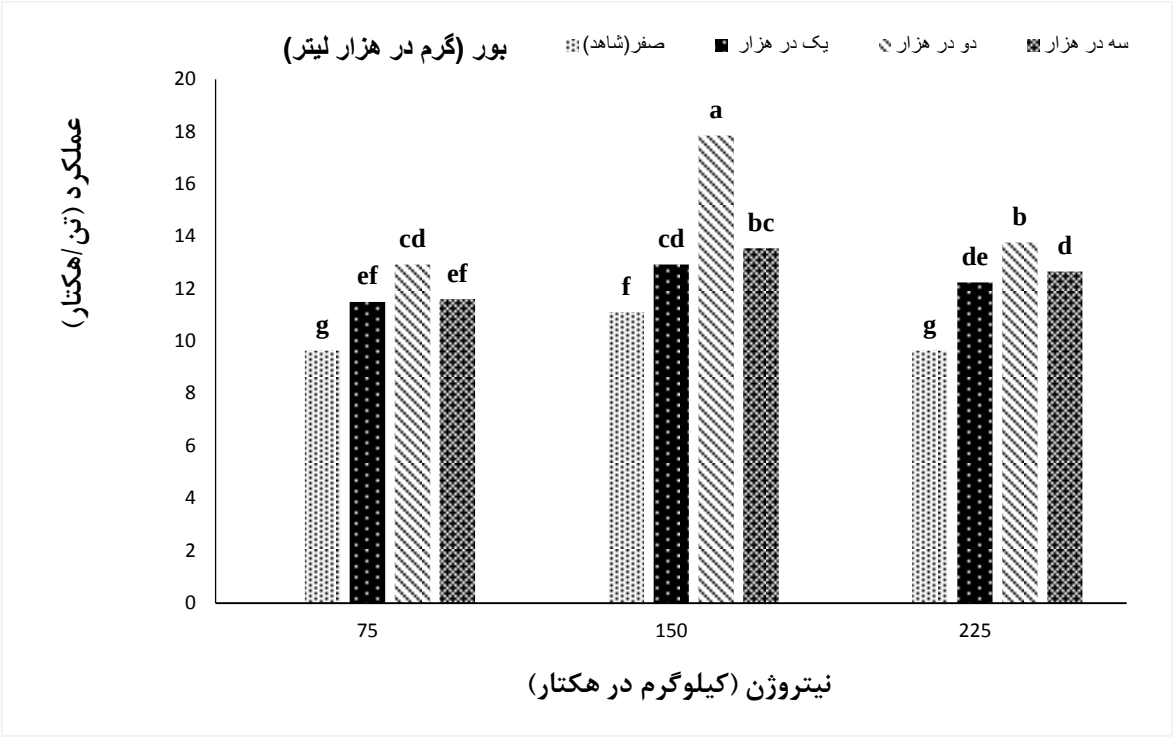
تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد بور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد میوه دارد (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف بور نشان می‌دهد تیمار دو در هزار با ۱۴/۸۴ تن در هکتار دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد میوه نسبت به شاهد با عملکرد ۱۰/۰۱ تن در هکتار است و سپس تیمارهای سه در هزار (۱۲/۶ تن در هکتار) و یک در هزار (۱۲/۲۲ تن در هکتار) که در یک گروه آماری قرار گرفتند، دارای عملکرد میوه کمتری بودند.

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل نیتروژن و بور در این آزمایش معنی‌دار شد (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نیتروژن و بور نشان می‌دهد، کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه محلول‌پاشی دو در هزار بور دارای بیشترین عملکرد میوه به میزان ۱۷/۸۵ تن در هکتار می‌باشد و کمترین عملکرد میوه در تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بعلاوه محلول‌پاشی صفر (شاهد) بور با عملکرد ۹/۳ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۴-۱۰).

در آزمایشی جهت بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) روی رشد و عملکرد کدوی طبی ثابت شد مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار باعث بیشترین عملکرد خیار سبز می‌شود و در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از میزان محصول کاسته می‌شود (Niyokuri *et al.*, 2013). درحالی‌که در آزمایش دیگری اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد خیار نشان داد تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث بیشترین عملکرد میوه می‌شود (Yang *et al.*, 2013). افزایش عملکرد توسط کود نیتروژن به دلیل افزایش رشد رویشی (طول ساقه‌ها و سطح برگ) در اثر استفاده مفید از نور خورشید و مواد فتوسنتزی می‌باشد. نیتروژن به مقدار زیاد توسط گیاه جذب می‌شود و این عنصر در ساخت پروتئین شرکت داشته بنابراین برای تقسیم سلولی، تشکیل سلول‌های جدید و درنتیجه رشد و نمو گیاه ضروری است (Arteca, 1996). ازآنجایی‌که این عنصر در ساختار کلروفیل وجود دارد باعث افزایش میزان کلروفیل و درنتیجه فتوسنتز و سطح برگ شده و به همین دلیل با مصرف نیتروژن کربن گیری در گیاهان افزایش می‌یابد که این امر باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود (ملکوتی، ۱۳۷۵). بااین‌حال افزایش بیش‌ازحد مصرف نیتروژن (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) باعث تحریک رشد رویشی، افزایش سبزینگی برگ‌ها و به تعویق افتادن تشکیل گل و میوه می‌شود، گیاه به‌تدریج از رشد بازمانده و ساقه‌های قوی و ضخیم به همراه میانگره‌های کوتاه به وجود می‌آورد و باعث افت عملکرد می‌شود؛ بنابراین یکی از دلایل کاهش عملکرد میوه در غلظت بالای نیتروژن را می‌توان به

کاهش تعداد گل و درنتیجه تعداد میوه در بوته نسبت داد (بصیرت، ۱۳۹۰؛ خلدبرین و اسلام‌زاده ۱۳۸۲). مصرف کافی بور با افزایش رشد ساقه‌ها، میزان فتوسنتز و افزایش تعداد گل و میوه، در اثر بهبود تقسیم سلولی، سنتز اسیدهای نوکلوئیک، جوانه‌زنی دانه گرده، رشد لوله گرده و طول عمر تخمک، باعث افزایش عملکرد میوه کارلا شد (Crisosto *et al.*, 1985; Marschner and Rimmington, 1996). بعلاوه تغذیه بور بر متابولیسم نیتروژن تأثیر مثبت دارد و به همین دلیل با افزایش محلول‌پاشی بور تا سطح دو در هزار، غلظت نیتروژن افزایش یافت که موجب افزایش عملکرد به بیشترین میزان شد. غلظت‌های بالای بور به دلیل تشدید تنفس، کاهش فعالیت آنزیمی در سلول و صدمه به پروتوپلاسم سلول‌های گیاهی که درنتیجه بر انتقال و قابلیت استفاده قندها و مواد حاصل از فتوسنتز تأثیر منفی می‌گذارند، اثرات سمی داشته و موجب کاهش عملکرد می‌گردند (Ruiz *et al.*, 1998). همچنین نتایج حاصله از این آزمایش با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق روی گیاهان کارلا (Heidari and Mobasri Moghadam, 2012; Vishwakarma *et al.*, 2007a)، هندوانه (Sabo *et al.*, 2013)، سویا (Sarker *et al.*, 2002)، لوبیا سبز (Warncke, 2005) و کدوی طبی (حمیدی مقدم، ۱۳۸۵) مطابقت دارد.

شکل ۴-۹- میوه‌های سبز گیاه کارلا



شکل ۴-۱۰- اثر متقابل نیتروژن و بور بر عملکرد میوه سبز گیاه کارلا

جدول ۴-۳-تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد گیاه کارلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه اصلی	میانگین طول ساقه-های فرعی	تعداد ساقه‌های فرعی	نسبت وزن تر به خشک برگ‌ها	نسبت وزن تر به خشک میوه‌ها	تعداد میوه در بوته	طول میوه	قطر میوه	عملکرد میوه
تکرار	۲	۶۸۱/۰۱^{ns}	۲۲۱/۲۲^{ns}	۱/۶۹^{ns}	۳۸۵/۲۳^{ns}	۴۳/۰۶^{ns}	۲۴/۸۳**	۲۰/۰۱^{ns}	۰/۲^{ns}	۳۱۶۵۴/۳۴**
نیتروژن	۲	۳۸۵۸/۷۹^{ns}	۲۷۹۳/۵۴**	۱۴/۷۱*	۵۵۷۹/۷۳^{ns}	۱۴۳/۴۳*	۵۲/۲۲**	۴۹/۰۳**	۰/۰۴^{ns}	۲۰۱۴۶۴/۱۱**
بور	۳	۷۱۷/۸۵^{ns}	۱۹۸۱/۶۴**	۰/۲۶^{ns}	۸۴۳۱/۹۴^{ns}	۱۰۳/۲۳^{ns}	۳۰/۳۷**	۶/۱۶^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۳۵۲۷۷۷/۰۷**
نیتروژن*بور	۶	۸۰۸^{ns}	۷۶۴/۷۲*	۳/۸۶^{ns}	۴۰۳۴/۴۸^{ns}	۱۷/۳۱^{ns}	۰/۷^{ns}	۲/۸۷^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۲۵۹۲۴/۹۹**
خطا	۲۲	۷۲۴/۹۱	۲۶۵/۹۲	۲/۵۶	۱۹۷۶/۱۲	۳۶/۷۵	۱/۸۸	۶/۱	۰/۳۵	۲۴۶۴/۷۴
ضریب تغییرات		۲۵/۵۹	۹/۶۹	۲۰/۶۳	۲۴/۷۷	۷/۳۴	۱۳/۷۹	۱۳/۲	۱۵/۱۶	۳/۹۹

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

جدول ۴-۴-مقایسه میانگین اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد گیاه کارلا

تیمار	صفات مورد ارزیابی			
	تعداد ساقه‌های فرعی	نسبت وزن تر به خشک میوه‌ها	تعداد میوه در بوته	طول میوه (cm)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				
۷۵	۸/۳۷ b	۷۸/۹۸ b	۸/۲۴ b	۱۶/۹ b
۱۵۰	۱۰/۵۸ a	۸۵/۸۸ a	۱۲/۲۷ a	۲۰/۸۹ a
۲۲۵	۹/۳۳ ab	۸۲/۷۱ ab	۹/۳۳ b	۱۸/۳۳ b

تفاوت حروف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۴-۳-صفات کیفی برگ و میوه

۴-۳-۱- کلروفیل a و b

تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی بور بر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید برگ-های گیاه کارلا مورد بررسی قرار گرفت و میزان آن‌ها در گیاه برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد. تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد نیتروژن بر میزان کلروفیل a برگ‌ها، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف نیتروژن نشان می‌دهد، در بین سطوح مختلف نیتروژن، کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۱۶/۵۷ میلی‌گرم در گرم) و سپس تیمارهای ۱۵۰ (۱۸/۶۸ میلی‌گرم در گرم) و ۲۲۵ کیلوگرم (۱۸/۶۴ میلی‌گرم در گرم) دارای میزان بیشتری کلروفیل بوده و در یک گروه قرار می‌گیرند (شکل ۴-۱۱).

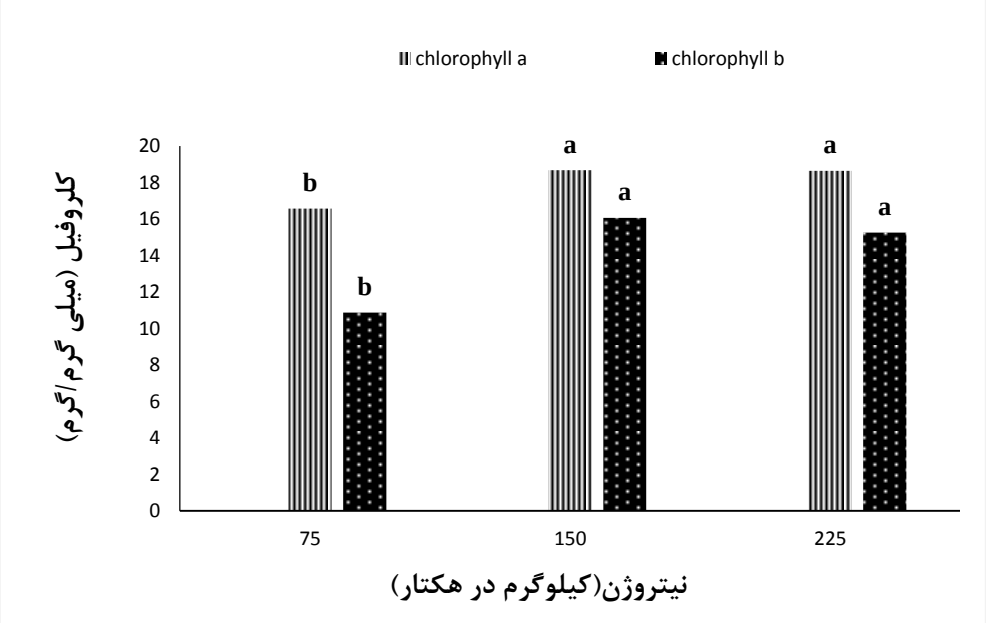
با توجه به جدول تجزیه واریانس، محلول‌پاشی بور بر میزان کلروفیل a برگ‌ها تأثیری ندارد. (جدول ۴-۵).

تجزیه واریانس نتایج حاصله نشان داد کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلروفیل b برگ‌ها داشت (جدول ۴-۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها بین سطوح مختلف نیتروژن همانند نتایج کلروفیل a بوده و تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم با به ترتیب ۱۶/۰۷ و ۱۵/۲۶ میلی‌گرم در گرم در یک گروه قرار داشته و تیمار ۷۵ کیلوگرم با ۱۰/۸۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر دارای کمترین مقدار کلروفیل b در برگ است (شکل ۴-۱۱).

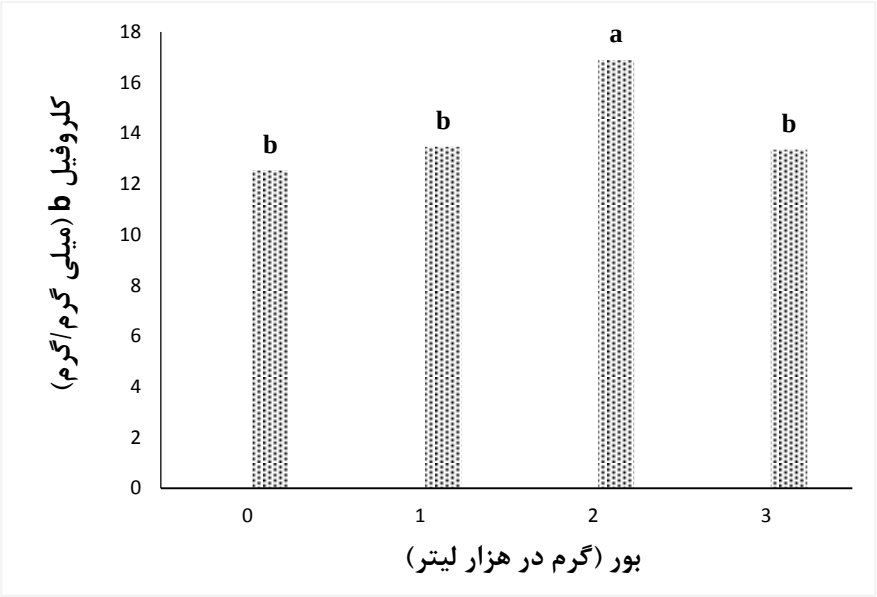
نتایج به‌دست‌آمده نشان داد عنصر بور بر میزان کلروفیل a تاثیر معنی‌داری نداشت اما بر میزان کلروفیل b برگ‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار دو در هزار بور است (۱۶/۸۹ میلی‌گرم در

گرم) و سایر تیمارها دارای مقدار کمتری کلروفیل b بوده و در یک گروه قرار می‌گیرند. همچنین تیمار شاهد (صفر) دارای کمترین میزان کلروفیل b (۱۲/۵۴) در بافت برگ است (شکل ۴-۱۲).

نیتروژن جزئی از مولکول کلروفیل است و در بیشتر گیاهان رابطه خطی بین نیتروژن و کلروفیل برگ وجود دارد (Gairola *et al.*, 2009). در مورد نقش مستقیم بور بر میزان فتوسنتز گیاه مدرکی وجود ندارد. بااین‌حال ثابت‌شده است کمبود بور موجب کاهش کلروفیل و پروتئین محلول برگ می‌شود که درنتیجه مهار واکنش هیل و کاهش میزان کلروفیل رخ می‌دهد (Sharma and Ramchandra, 1990). بعلاوه افزایش زیاد بور نیز موجب سمیت و نکروزه شدن برگ‌ها شده و باعث آسیب کلروفیل و کاهش فتوسنتز می‌شود (Tanaka and Fujiwara, 2008). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج تحقیق بر روی برنج (Lee *et al.*, 2011)، گندم (Shangguan *et al.*, 2000)، آفتاب‌گردان (Ciompi *et al.*, 1996) و گوجه‌فرنگی (Guidi *et al.*, 2011) مطابقت دارد.



شکل ۴-۱۱- تأثیر نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ گیاه کارلا



شکل ۴-۱۲- تأثیر بور بر میزان کلروفیل b برگ گیاه کارلا

۴-۳-۲- کاروتنوئید

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس، کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر میزان کاروتنوئید برگ‌ها معنی‌دار است (جدول ۴-۵). همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱۶/۸۸ میلی‌گرم در گرم) دارای میزان بیشتری کاروتنوئید نسبت به تیمارهای ۷۵ (۱۴/۶۹ میلی‌گرم در گرم) و ۲۲۵ کیلوگرم (۱۴/۱۱ میلی‌گرم در گرم) می‌باشد که در یک گروه قرار دارند (شکل ۴-۱۳).

بررسی نتایج آماری تجزیه واریانس نشان داد سطوح مختلف بور بر میزان کاروتنوئید برگ‌ها اثری ندارد (۴-۵).

گزارش‌های متعددی در مورد تأثیر مثبت میزان بهینه نیتروژن بر میزان کاروتنوئید گیاهان وجود دارد. نتیجه حاصله از این تحقیق با نتایج تحقیقات سایر محققان مطابقت دارد و احتمالاً علت آن

این است که میزان بهینه افزایش کود نیتروژن مقدار کاروتنوئید را افزایش می‌دهد و مقادیر خیلی بالاتر به دلیل ایجاد شیب اسمزی اثر معکوس در مقدار کاروتنوئید دارد (Brown *et al.*, 1947; Miller *et al.*, 1956; Rozek *et al.*, 2000). از سوی دیگر ثابت شده است، کوددهی بیش‌ازحد نیتروژن موجب کاهش ویتامین‌ها و فیتونترینت‌ها (Phytonutrients) شده و موجب تجمع نیترات می‌شود (Mozafar, 1993) که با این تحقیق مطابقت دارد. در آزمایش دیگری مشاهده شد افزایش اسیدهای آمینه در سلول‌ها موجب افزایش تولید رنگیزه به‌ویژه کاروتنوئید در گونه‌ای قارچ (*Rhodotorula sp.*) می‌شود (Voaides and Dima, 2012).

شکل ۴-۱۳- تأثیر نیتروژن بر میزان کاروتنوئید برگ گیاه کارلا

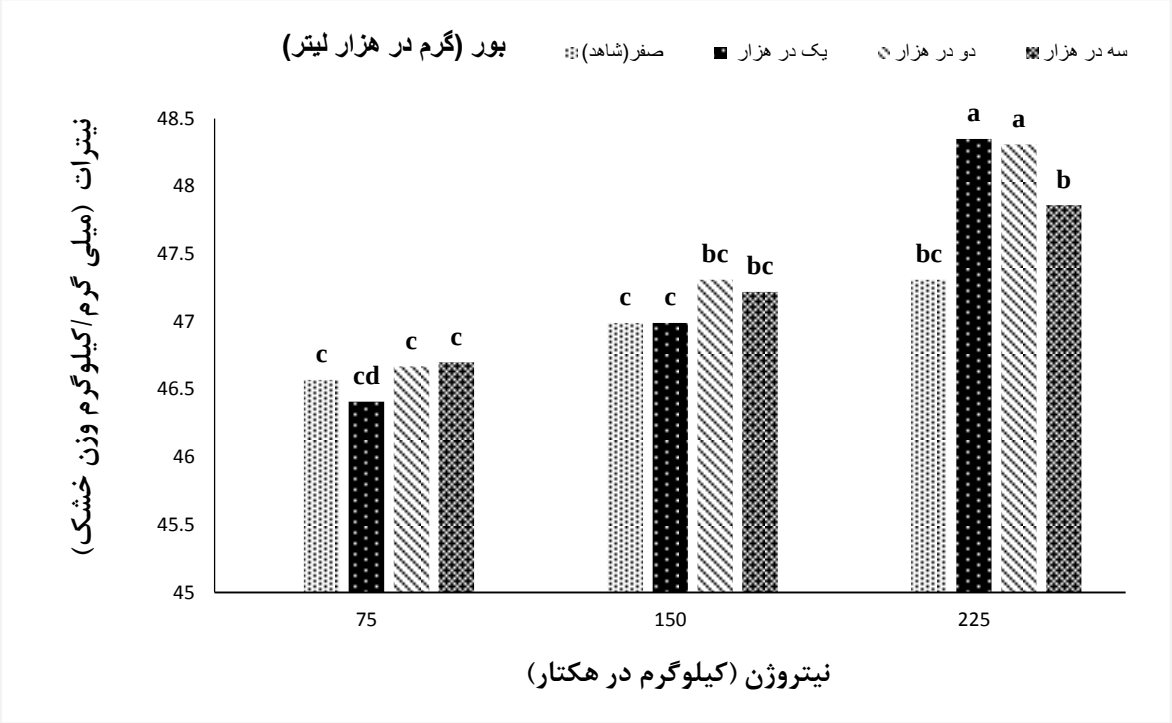
۴-۳-۵-نیترات برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس نتایج کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و محلول‌پاشی بور در سطح احتمال پنج درصد بر تجمع نیترات در برگ‌های کارلا دارند (۴-۵).

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل نیتروژن و بور بر تجمع نیترات در برگ‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان می‌دهد بیشترین میزان تجمع نیترات در برگ‌ها مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بعلاوه محلول‌پاشی یک در هزار بور (۴۸/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه محلول‌پاشی یک در هزار بور (۴۶/۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد (شکل ۴-۱۴).

کوددهی نیتروژن تا سطح بهینه موجب افزایش رشد و عملکرد می‌شود اما کاربرد بیش‌ازحد آن باعث تجمع نیترات در بافت‌های سبز گیاهی خواهد شد (Hord *et al.*, 2009). ولی با افزایش زیاد نیترات در خاک به دلیل اثرات اسمزی و همچنین سوختگی نوک ریشه‌ها در اثر افزایش نمک‌ها، جذب کاهش یافته و درنتیجه میزان نیترات نیز در بافت گیاهی کاهش می‌یابد (مشهدی جعفرلو، ۱۳۸۵). لیو و همکاران در آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر کوددهی نیتروژن بر رشد و تجمع نیترات در کاهو گزارش کردند افزایش میزان کوددهی از صفر تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش نیترات در برگ‌های گیاه می‌شود (Liu *et al.*, 2014). افزایش نیترات، با افزایش سطح بور تا میزان دو در هزار احتمالاً مربوط به نقش بور در جذب نیترات می‌باشد. ثابت شده است میزان تجمع نیترات در برگ‌ها و ریشه‌های گیاهان تنباکویی که کمبود بور دارند به ترتیب ۵۲/۵ و ۴۰ درصد کمتر از گیاهانی است که با ۲ و ۵ پی پی ام بور تیمار شده باشند (Matas *et al.*, 2009). بور احتمالاً به دلیل افزایش ATPآز-پروتون غشاهای سلولی که نقش مؤثری در انتقال نیترات از طریق غشاهای سلول‌های ریشه دارند موجب افزایش نیترات در گیاه می‌شود (Camacho-Cristóbal and González-Fontes, 2007). افزایش بیش‌ازحد بور باعث ایجاد سمیت در گیاه شده و جذب نیترات را کاهش می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق بر روی کلم بروکلی (Fabek *et al.*, 2012)، سبزی‌ها (Mahmoud, 2007)، جعفری

(Petropoulos *et al.*, 2008) و تنباکو (Camacho-Cristóbal and González-Fontes, 1999)مطابقت دارد.



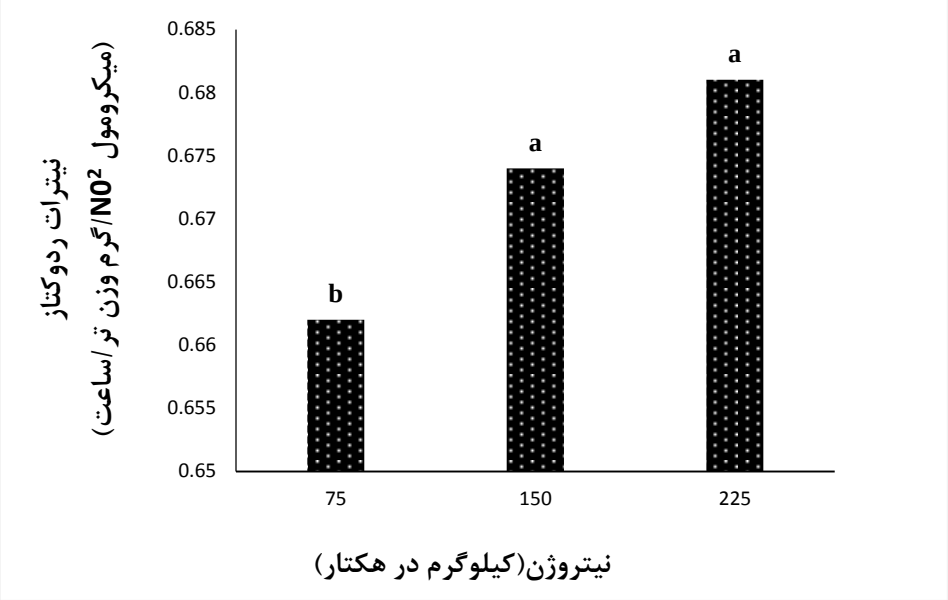
شکل ۴-۱۴- اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان نیترات برگ‌های گیاه کارلا

۴-۳-۷- آنزیم نیترات ردوکتاز

با توجه به جدول تجزیه واریانس نتایج، نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر میزان آنزیم نیترات ردوکتاز برگ‌ها تأثیر داشت (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین سطوح مختلف نیتروژن نشان می‌دهد کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۰/۶۶۲ میکرومول نیتریت آزادشده در گرم وزن تر در هر ساعت) و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمارهای ۱۵۰ (۰/۶۷۴ میکرومول نیتریت آزادشده در گرم وزن تر در هر ساعت) و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۰/۶۸۱ میکرومول نیتریت آزادشده در گرم وزن تر در هر ساعت) است که از لحاظ آماری در یک گروه قرار می‌گیرند (شکل ۴-۱۵).

بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل کوددهی نیتروژن و محلول‌پاشی بور بر میزان آنزیم نیترات ردوکتاز، معنی‌دار نشده است (جدول ۴-۵).

مطالعات روی گیاهان آلی نشان می‌دهد نیترات اولین فاکتور تنظیم‌کننده میزان و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است. در گیاهان آلی بین نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز رابطه نزدیکی وجود دارد (Kaiser *et al.*, 1999). شریفی راد و همکاران در بررسی تنظیمات بیان ژن‌های آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاه دارویی رازیانه نتیجه گرفتند عرضه نیتروژن به میزان کم موجب افزایش جذب و احیاء نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاهان می‌شود. ولی با عرضه بیش‌ازحد نیتروژن به گیاهان متابولیسم نیترات، به دلیل بازدارندگی آنزیم‌های مسیر بیوسنتزی، کاهش می‌یابد (Sharifi Rad *et al.*, 2013). در یک آزمایش فعالیت نیترات ردوکتاز در بافت‌های مختلف گیاهی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد بیشترین میزان آنزیم در برگ‌ها و به‌خصوص برگ‌های جوان می‌باشد که تقریباً ۱۰ برابر مقدار آنزیم ریشه‌ها است. همچنین مشخص شد با عرضه نیتروژن به گیاهان میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز هر دو افزایش می‌یابد (Black *et al.*, 2002). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق بر روی جو (Hall *et al.*, 1990) و باقالا (Wahab and Abd-Alla, 1995) منطبق می‌باشد.



شکل ۴-۱۵- تأثیر نیتروژن بر میزان آنزیم نیترات ردوکتاز برگ‌های گیاه کارلا

۴-۳-۳- قند

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان قند میوه‌ها دارد (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین‌ها بین سطوح مختلف نیتروژن نشان می-دهد بیشترین میزان قند میوه مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱/۱۳ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) می‌باشد و پس‌ازآن به ترتیب تیمارهای ۷۵ کیلوگرم (۱/۰۹ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۱/۰۶ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) دارای مقدار کمتری قند در میوه هستند (جدول ۴-۷).

با توجه به جدول تجزیه واریانس محلول‌پاشی بور تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان قند میوه‌ها دارد (جدول ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان قند در میوه مربوط به تیمار دو در هزار (۱/۱۳ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) و کمترین مقدار مربوط به تیمار یک در هزار (۱/۰۶ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) می‌باشد. همچنین تیمارهای سه در هزار (۱/۱۲

میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) و شاهد (۱/۰۸ میلی‌گرم گلوکز در گرم وزن تر) دارای میزان کمتری قند نسبت به تیمار دو در هزار هستند (جدول ۴-۷).

رویندرا گزارش کرد که اوره موجب افزایش تشکیل میوه در سیب شده و مواد جامد محلول و قند کل را افزایش داده است (Ravindra, 1994). همچنین در آزمایش دیگری گزارش‌شده که تغذیه برگی انگور با بور، میزان قند و pH کل را در تیمارها نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. این افزایش می‌تواند به دلیل نقش بور در انتقال قندها به میوه در زمان نمو آن باشد (Singh and Usha, 2001). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصله از تحقیق بر آناناس (Sideris and Young, 1947)، گوجه‌فرنگی (Kobryn and Hallmann, 2004) و گیلاس (Nagy *et al*., 2008) مطابقت دارد.

۴-۳-۴-نیتروژن

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن بافت میوه در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان نیتروژن در میوه (۶/۵ درصد بافت خشک) است و سپس به ترتیب تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم دارای مقدار بیشتری نیتروژن در بافت میوه هستند. بیشترین مقدار نیتروژن میوه مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۱۰/۸ درصد بافت خشک) می‌باشد (جدول ۴-۷).

تجزیه واریانس نتایج حاصله نشان داد محلول‌پاشی بور تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن میوه-های کارلا در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف محلول-پاشی بور نشان می‌دهد، بین محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی (شاهد) تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

همان‌طور که در جدول ۴-۷ مشاهده می‌شود تیمارهای یک، دو و سه در هزار نسبت به شاهد دارای مقدار بیشتری نیتروژن هستند.

همان‌طور که گفته شد بور بر متابولیسم نیتروژن در گیاهان آوندی تأثیر دارد (Bolanos *et al.*, 1994). همچنین به نظر می‌آید کمبود بور به دلیل کاهش کارایی H^+-ATPase در غشاءهای پلاسمایی موجب کاهش جذب نیترات توسط ریشه گیاه می‌شود. بعلاوه کمبود بور در گیاهان باعث کاهش شدید در میزان اسیدآمینه آسپاراژین می‌شود (Camacho-Cristóbal and González-Fontes, 2007). حسین و همکاران گزارش کردند، بور تأثیر مثبتی در جذب نیتروژن به‌وسیله گیاه خردل دارد و باعث افزایش نیتروژن کل گیاه می‌شود (Hossain *et al.*, 2011). بعلاوه نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیق بر گندم (Rasmussen, 1996)، گونه‌ای ارزن (Kering *et al.*, 2013)، تربچه (Hegde, 1987)، تنباکو (Matas *et al.*, 2009) و پنبه (Miley *et al.*, 1969) مطابقت دارد.

۴-۳-۶-نیترات میوه

تجزیه واریانس نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر میزان نیترات بافت میوه‌ها اثر دارد (جدول ۴-۶). بیشترین میزان نیترات مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار است (۳۴/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) و پس‌ازآن به ترتیب تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم (۳۳/۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۳۳/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای میزان کمتری نیترات در بافت میوه هستند و در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول ۴-۷).

با توجه به بررسی‌های آماری انجام‌گرفته، محلول‌پاشی بور بر میزان نیترات میوه‌های گیاه کارلا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای مختلف بور نشان می‌دهد سطح صفر بور دارای کمترین میزان تجمع نیترات در بافت میوه است (۳۳/۸۱ میلی‌گرم در

کیلوگرم). تیمار یک در هزار دارای مقدار بیشتری نیترات نسبت به سطح صفر و تیمارهای سه در هزار و دو در هزار (۳۴/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای بیشترین میزان نیترات در بافت میوه هستند و در یک گروه آماری قرار می‌گیرند (جدول ۴-۷). بررسی نتایج آماری نشان داد اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان نیترات میوه معنی‌دار نبود (جدول ۴-۶)

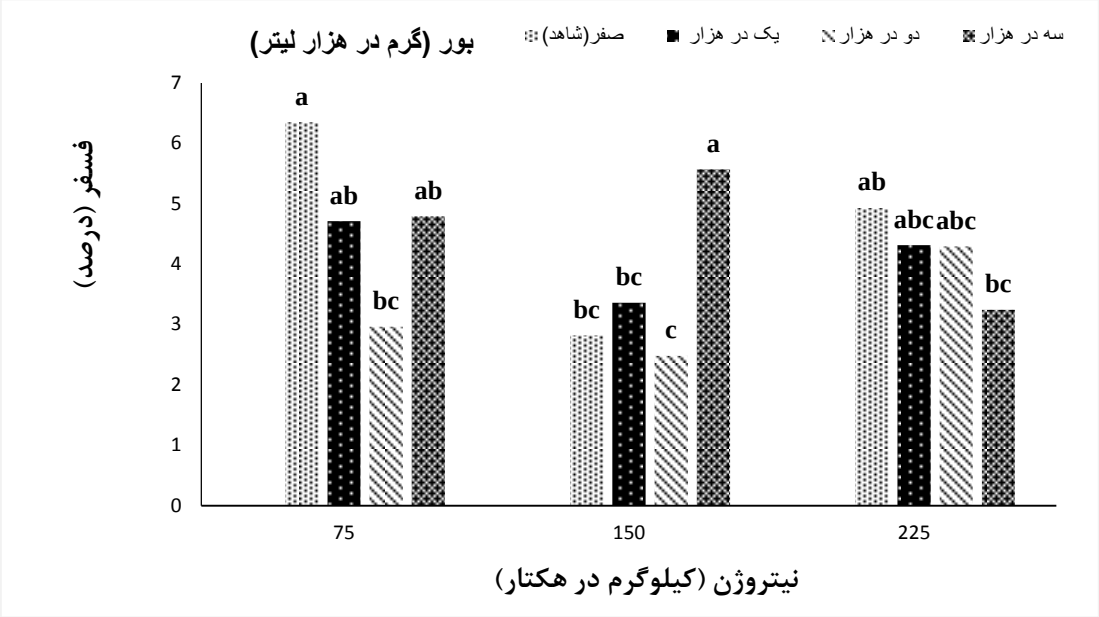
تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می‌دهد که سرعت جذب نیترات در گیاه بیشتر از سرعت احیاء و متابولیسم آن باشد. متابولیسم نیترات در گیاهان تحت تأثیر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز بوده و فعالیت این آنزیم نیز تحت تأثیر مواد معدنی می‌باشد. افزایش میزان کود نیتروژن مصرفی موجب افزایش غلظت نیترات میوه شده است. کاتسیراس و همکاران (۲۰۰۲) و کاشی و غیور باغبانی (۱۳۸۳) نتایج مشابهی را در میوه خیار سبز گزارش نموده‌اند (Kotsiras *et al.*, 2002). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با تحقیقات انجام‌شده بر روی گوجه‌فرنگی (Zotarelli *et al.*, 2009) و خیار (Kotsiras *et al.*, 2002; Manuel Ruiz and Romero, 1999) مطابقت داشت.

۴-۳-۸-فسفر

نتایج بررسی‌های آماری نشان داد اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان فسفر میوه‌ها تأثیر معنی-داری دارد؛ کمترین میزان تجمع عنصر فسفر در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با سطح دو در هزار بور (۲/۴۸ درصد) و بیشترین میزان آن مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن با سطح صفر (شاهد) بور (۶/۳۵ درصد) می‌باشد (شکل ۴-۱۶).

در یک آزمایش مزرعه‌ای جهت بررسی تأثیر کوددهی و محلول‌پاشی کود اوره بر رشد و کیفیت کلم بروکلی ثابت شد با افزایش کوددهی نیتروژن میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در گیاه کلم بروکلی افزایش معنی‌داری نشان داد (Yildirim *et al.*, 2007). همچنین کرینگ و همکاران در

بررسی تأثیر کوددهی نیتروژن و پتاسیم بر نوعی گیاه ارزن مشاهده کردند؛ تیمار ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به شاهد موجب افزایش جذب فسفر توسط گیاه به‌طور معنی‌داری می‌شود (Kering *et al.*, 2013). کاهش غلظت فسفر در مقادیر بالای نیتروژن احتمالا به دلیل اثرات آنتاگونیستی این عناصر باشد. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج تحقیق بر روی خیار (Kotsiras *et al.*, 2002) و کارلا (Heidari and Mobasri Moghadam, 2012) مطابقت دارد.



شکل ۴-۱۶- اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان فسفر میوه‌های کارلا

۴-۳-۹-پتاسیم

با توجه به بررسی‌های آماری انجام‌شده، نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان پتاسیم میوه‌های سبز کارلا دارد (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد بیشترین میزان پتاسیم در بافت میوه مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم است (۳۵۱/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سپس تیمار ۲۲۵ کیلوگرم دارای میزان کمتری پتاسیم بوده (۳۳۹/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) و نهایتاً

کمترین میزان پتاسیم بافت میوه مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۳۳۳/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) است (جدول ۴-۷).

تجزیه واریانس نتایج حاصله از آزمایش نشان می‌دهد سطوح مختلف محلول‌پاشی بور و همچنین اثر متقابل نیتروژن و بور بر میزان پتاسیم میوه کارلا تأثیر معنی‌داری ندارند (جدول ۴-۶).

با افزایش تیمار نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار جذب پتاسیم از خاک نیز سهولت یافته و افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند نتیجه جمع افزایی یون‌ها باشد. همچنین ثابت شده است که آنیون و کاتیون بر میزان جذب یکدیگر تأثیر مثبت دارند. کاتیون پتاسیم به‌عنوان یون مقابل آنیون نیترات و برای ایجاد تعادل بار در گیاه توسط ریشه جذب می‌گردد (Marschner and Rimmington, 1996). چنس و همکاران در آزمایشی جهت بررسی تأثیر انواع کودهای شیمیایی نیتروژن بر ویژگی‌های میوه کدو خورشتی، گزارش کردند، کودهای نیتراته نسبت به کودهای آمونیومی باعث افزایش میزان پتاسیم در بافت گیاهی به‌ویژه میوه‌ها می‌شود (Chance III *et al.*, 1999). مصرف بیش‌ازحد عناصر غذایی علاوه بر اثرات سمی موجب افزایش شوری در ناحیه ریشه شده و باعث توقف رشد ریشه می‌شود و ظرفیت جذب و انتقال آب و سایر عناصر غذایی را کاهش می‌دهد (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). اردال و همکاران (۲۰۰۶) و علیزاده و همکاران (۱۳۸۴) به نتایج مشابهی در زمینه تأثیر مقادیر مختلف کاربرد نیتروژن بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه دست یافتند (Erdal *et al.*, 2006). همچنین نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصله از تحقیق بر روی کلم بروکلی (Yildirim *et al.*, 2007)، ارزن (Kering *et al.*, 2013)، خیار (Kotsiras *et al.*, 2002)، تربچه (Hegde, 1987) و جعفری (Khalid, 2012) مطابقت دارد.

۴-۳-۱۰-بور

بررسی‌های آماری انجام‌شده (جدول تجزیه واریانس ۴-۶) نشان داد کود نیتروژن تأثیر معنی-داری بر تجمع بور در بافت میوه کارلا ندارد.

بررسی نتایج آماری نشان داد محلول‌پاشی بور تأثیر بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان بور میوه‌ها دارد (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین‌های سطوح محلول‌پاشی بور نشان می‌دهد تیمار سه در هزار دارای بیشترین میزان تجمع بور در میوه (۲/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پس‌ازآن به ترتیب تیمارهای دو در هزار (۲/۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم)، یک در هزار (۱/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و شاهد (۰/۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) قرار دارند (جدول ۴-۷). همان‌طور که در جدول ۴-۷ مشاهده می-شود هرکدام از تیمارها به لحاظ آماری در گروه جداگانه‌ای قرار دارند.

نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیق بر روی نخودفرنگی (Chatterjee *et al.*, 2005)، لوبیا سبز (Warncke, 2005)، پایه سیب (Mouhtaridou *et al.*, 2004)، دانهال‌های پسته (Korda, 2010)، گیاه خردل (Hossain *et al.*, 2011) و باقلا (Poulain and Al Mohammad, 1995) مطابقت دارد.

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های کیفی برگ گیاه کارلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	نیترات	نیترات ردوکتاز
تکرار	۲	۲۲/۹۱*	۷/۲۲ns	۲۲/۵*	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۴ns
نیتروژن	۲	۱۷/۵۳*	۹۳/۵۷**	۲۵/۶۳*	۰/۰۰۳**	۰/۱۱۱**
بور	۳	۱/۹۲ns	۳۳/۴۸**	۴/۱۱ns	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۴ns
نیتروژن*بور	۶	۳/۹۱ns	۶/۲۲ns	۶/۷۱ns	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱ns
خطا	۲۲	۴/۵۹	۶/۱۳	۶/۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴
ضریب تغییرات		۱۱/۹۲	۱۷/۶	۱۶/۵۵	۰/۶۵	۱/۷۷

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

جدول ۴-۶- تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های کیفی میوه گیاه کارلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	قند	نیتروژن	نیترات	فسفر	پتاسیم	بور
تکرار	۲	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۲۱۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۸۵^{ns}	۱۳۶/۴۷۶^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}
نیتروژن	۲	۰/۰۱۳**	۶۲/۰۴۹**	۰/۰۰۳**	۳/۹۴۷**	۱۰۱۸/۵۸۹*	۰/۰۰۲^{ns}
بور	۳	۰/۰۱**	۱۰/۵۶**	۰/۰۰۲*	۳/۸۱۹**	۲۴۶/۳۹۱^{ns}	۷/۹۹۹**
نیتروژن*بور	۶	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۳۴۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۴/۶۱۷**	۱۴۶/۹۸۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	۲۲	۰/۰۰۲	۱/۴۸۸	۰/۰۰۱	۰/۴۲۵	۲۸۳/۸۰۹	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات		۴/۵۲	۱۳/۴۰۲	۱/۳۲	۱۵/۶۹۸	۴/۹۳	۴/۴۵۹

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

جدول ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات نیتروژن و بور بر ویژگی‌های کیفی میوه گیاه کارلا

تیمار	صفات مورد ارزیابی					
	قند (mg/g)	نیتروژن (٪)	نیترات (mg/kg)	فسفر (٪)	پتاسیم (mg/kg)	بور (mg/kg)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
۷۵	۱/۰۹ ab	۶/۵۳ b	۳۳/۹۴ b	۴/۷ a	۳۳۳/۷۲ b	۱/۹۳ a
۱۵۰	۱/۱۳ a	۹/۹۲ a	۳۳/۹۷ b	۳/۵۶ b	۳۵۱/۷۶ a	۱/۹۴ a
۲۲۵	۱/۰۶ b	۱۰/۸۵ a	۳۴/۶۴ a	۴/۱۹ a	۳۳۹/۴۹ ab	۱/۹۶ a
بور (گرم در هزار لیتر)						
۰	۱/۰۸ bc	۷/۶۲ b	۳۳/۸۱ b	۴/۷ a	۳۳۷/۸۱ a	۰/۴۶ d
۱	۱/۰۶ c	۹/۶۵ a	۳۴/۱ ab	۴/۱۳ a	۳۳۹/۱۵ a	۱/۸۶ c
۲	۱/۱۳ a	۱۰/۱۱ a	۳۴/۵ a	۳/۲۴ b	۳۴۹/۳۵ a	۲/۵۱ b
۳	۱/۱۲ ab	۹/۰۲ a	۳۴/۴۳ ab	۴/۵۳ a	۳۴۰/۳۲ a	۲/۷۵ a

تفاوت حروف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۴-۴- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق و مطالعات متعددی که توسط سایر محققان در طی سالیان متمادی در گیاهان مختلف انجام شده است، به‌طورکلی نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد این گیاه می‌شود و عنصر بور نیز اثر بسزایی بر باروری، تشکیل میوه و برخی ویژگی‌های کیفی گیاه کارلا دارد.

نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان داد کوددهی نیتروژن (اوره) بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه کارلا بسیار مؤثر بوده و آن‌ها را تغییر می‌دهد. کود اوره تأثیرات متفاوتی بر فرایندهای فیزیولوژیک گیاه می‌گذارد. مشاهده شد که با افزایش سطح نیتروژن، تعداد بذر در میوه، وزن هزار دانه، طول و تعداد ساقه‌های جانبی، تعداد میوه در بوته، عملکرد، کلروفیل، قند و عناصر نیتروژن، پتاسیم، نیترات و آنزیم نیترات ردوکتاز می-شود. در بین سطوح مختلف کود نیتروژن، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر بیشتر و مثبتی بر اکثر خصوصیات رویشی، زایشی و کیفی گیاه نسبت به ۲۲۵ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار می‌گذارد. هرچند در برخی صفات سطوح بالاتر کودی (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) موجب افزایش معنی‌داری می‌شود اما به لحاظ اقتصادی، زیست‌محیطی و بهداشتی، به‌خصوص افزایش نیترات در بافت گیاهی که ماده‌ای سمی می‌باشد، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار جهت کوددهی گیاه کارلا در مناطق اقلیمی مشابه محل انجام آزمایش، توصیه می‌شود.

همان‌طور که قابل پیش‌بینی بود، نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن است که محلول‌پاشی بور نسبت به شاهد دارای تأثیر بسزایی در رشد و عملکرد گیاه دارد، به‌خصوص در صفات زایشی گیاه چون تعداد گل‌ها، بذرها، کاهش تعداد بذرهای پوک و تعداد میوه تشکیل‌شده که نشان‌دهنده افزایش کارایی گرده و عمل لقاح در گل‌ها می‌باشد. همچنین بور موجب افزایش طول ساقه‌های فرعی و کلروفیل، قند، نیتروژن، نیترات، آنزیم نیترات ردوکتاز و بور در بافت گیاهی می‌شود. بین سطوح مختلف محلول‌پاشی بوریک اسید، غلظت دو در هزار بور موجب افزایش اکثر خصوصیات کمی و کیفی موردانداز‌ه‌گیری شده می‌شود. افزایش غلظت بور به میزان سه در هزار ایجاد سمیت در گیاه کرده و باعث کاهش عملکرد و اکثر صفات کمی و کیفی می‌شود.

به‌طورکلی می‌توان گفت؛ کوددهی نیتروژن و محلول‌پاشی بور دارای برهمکنش مثبت در اکثر صفات بوده و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و استفاده از غلظت دو در هزار بور بیشترین تأثیر را در صفاتی چون وزن هزار دانه، طول ساقه‌ها و عملکرد میوه می‌گزارد، بااین‌حال در تعدادی از صفات اندازه‌گیری شده هر یک از عناصر نیتروژن و بور تأثیر مثبت داشته درحالی‌که اثر ترکیبی آن‌ها معنی‌دار نشده است.

۴-۵- پیشنهاد ها

۱) برای حصول اطمینان از نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق توصیه می‌شود این آزمایش در چند مکان دیگر و طی دو سال اجرا گردد.

۲) با توجه به گران بودن کودها، بررسی دقیق‌تر تأثیر کوددهی نیتروژن با مقادیر پیرامون ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌ویژه در مناطق مشابه اقلیمی که این پایان‌نامه در آن انجام شده است، انجام شود.

۳) محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف دیگری چون آهن، مس و منگنز که کمبود آن‌ها در خاک‌های مناطق خشک شایع است، در گیاه کارلا بررسی شود.

۴) بررسی اثر محلول‌پاشی بور در زمان‌های مختلف رشد گیاه و همچنین اثر متقابل آن در محلول-پاشی با سایر عناصر کم‌مصرف انجام شود.

۵) بررسی علت کم بودن تعداد بذر در میوه‌های کارلا و بررسی اثر پیش تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذور انجام شود.

۶) مطالعه تأثیر بور بر ویژگی‌های گل‌دهی و کلاله، خامه و رشد لوله گرده گل‌ها و همچنین سایر خصوصیات گرده‌افشانی و لقاح انجام شود.

فصل پنجم؛ فهرست منابع

امید بیگی ر. ۱۳۸۴. **تولید و فراوری گیاهان دارویی**، انتشارات آستان قدس رضوی، جلد اول.
امامی ع. ۱۳۷۵. **روشهای تجزیه گیاه**، جلد اول. مؤسسه تحقیقات خاک وآب. سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی.
بصیرت م. ۱۳۹۰. **آشنایی با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای سبزیجات گلخانه‌ای (خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل)**. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
حمیدی مقدم ا. ۱۳۸۵. بررسی اثر محلول‌پاشی عنصر بُر بر تشکیل میوه و برخی صفات کمی و کیفی کدوی طبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته باغبانی. پردیس کشاورزی. دانشگاه تهران. ص ۸۱.
خلدبرین ب، اسلام‌زاده طاهره. ۱۳۸۲. **تغذیه‌ی معدنی گیاهان عالی**. انتشارات دانشگاه شیراز. ص ۴۳۲.
رخش ف، گلچین ا. ۱۳۹۱. تأثیر نیتروژن و بور بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در سر کلم بروکلی در یک خاک آهکی. **علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای**، سال سوم، شماره دهم. ص ۵۳-۴۳.
سالاردینی ع.ا. ۱۳۸۴. **حاصلخیزی خاک**. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۳۴.
سعیدشریعتی ش. ۱۳۷۵. بررسی اثر تراکم و زمان کود سرک بر عملکرد و اجزای عملکرد و فنولوژی کلزای بهاره. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۱۰۰.
طلایی ع.ر. ۱۳۷۷. **فیزیولوژی درختان مناطق معتدله (ترجمه)**. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۵۵۳.
عبادی ع، دهقان شورکی ی. ۱۳۸۱. **تولیدمثل جنسی در محصولات درختی (ترجمه)**. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۵۵۳.
عزیزی خ، نوروزیان ع، حیدری س و یعقوبی م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص‌های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (Brassica napus L.) در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. **مجله دانش زراعت**، سال چهارم، شماره ۵. ص ۱۶-۱.
علیزاده غ، چراتی آرایی ع، میرزایی غ، رمضانعلی ع. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف ازت و پتاسیم بر عملکرد گوجه-فرنگی. نهمین کنگره علوم خاک، تهران.
کاشی ع، غیور باغبانی س.م. ۱۳۸۳. بررسی اثر نیتروژن بر رشد، عملکرد و تجمع نیترات در خیار (Cucumis sativus L.). **علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی**. دوره ۱۰. شماره ۴. ص ۲۱۲ -۲۰۳.
مشهدی جعفرلو ا. ۱۳۸۵. تأثیر دور آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد سیر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه زنجان.
ملکوتی م.ج. ۱۳۷۳. **حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک**. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
ملکوتی م.ج. ۱۳۷۵. **کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران**. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
ملکوتی م.ج، تهرانی م.م. ۱۳۷۸. **نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تأثیر کلان»**. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
میرمحمدی میبدی م، قره یاضی ب. ۱۳۸۱. **جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان**. نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۷۰-۲۲.
نورزایی، ع. ۱۳۸۸. **کارلا، مؤثرترین گیاه در درمان دیابت**. انتشارات نصوح اصفهان. ص ۱۲۰.

Abascal, K., and Yarnell, E. (2005). Using bitter melon to treat diabetes. *Alternative & Complementary Therapies* **11**, 179-184.

Agbenin, J., Lombin, G., and Owonubi, J. (1990). Effect of boron and nitrogen fertilization on cowpea nodulation, mineral nutrition and grain yield. *Fertilizer research* **22**, 71-78.

Ahmadi, H., Akbarpour, V., Dashti, F., and Shojaeian, A. (2010). Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer on Yield, Nitrate Accumulation and Several Quantitative Attributes of Five Iranian Spinach Accessions. Amer-Eurasian J. *Agric. Environ. Sci* **8**, 468-473.

Ahmed, N., Abid, M., and Ahmad, F. (2008). Boron toxicity in irrigated cotton (Gossypium hirsutum L.). *Pakistan J. Bot* **40**, 2443-2452.

Ajayi, G., Olagunju, J., Ademuyiwa, O., and Martins, O. (2011). Gas chromatography-mass spectrometry analysis and phytochemical screening of ethanolic root extract of Plumbago zeylanica, Linn. *J Med Plants Res* **5**, 1756-1761.

Akter, P., and Rahman, M. (2013). Effect of foliar application of IAA And GA on sex expression, yield attributes and yield of bitter gourd (Momordica Charantia L.). *Chittagong University Journal of Biological Sciences* **5**, 55-62.

Almaliotis, D., Therios, I., and Karatassiou, M. (1996). Effects of nitrogen fertilization on growth, leaf nutrient concentration and photosynthesis in three peach cultivars. *In* "II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 449", pp. 529-534.

Anjana, S. U., and Iqbal, M. (2007). Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. *Agronomy for sustainable development* **27**, 45-57.

Aroiee, H., and Omidbaigi, R. (2002). Effects of nitrogen fertilizer on productivity of medicinal pumpkin. *In* "XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants 629", pp. 415-419.

Arteca, R. N. (1996). "*Plant growth substances: principles and applications*," Springer.

Baker, J. T., Borris, R. P., Carté, B., Cordell, G. A., Soejarto, D. D., Cragg, G. M., Gupta, M. P., Iwu, M. M., Madulid, D. R., and Tyler, V. E. (1995). Natural product drug discovery and development: new perspectives on international collaboration. *Journal of natural products* **58**, 1325-1357.

Bell, S.-J., and Robson, A. (1999). Effect of nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon. *American journal of enology and viticulture* **50**, 351-358.

Ben-Gal, A., and Shani, U. (2002). Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil* **247**, 211-221.

Black, B. L., Fuchigami, L. H., and Coleman, G. D. (2002). Partitioning of nitrate assimilation among leaves, stems and roots of poplar. *Tree Physiology* **22**, 717-724.

Blevins, D. G., and Lukaszewski, K. M. (1998). Boron in plant structure and function. *Annual review of plant biology* **49**, 481-500.

Bolanos, L., Esteban, E., de Lorenzo, C., Fernandez-Pascual, M., de Felipe, M. R., Garate, A., and Bonilla, I. (1994). Essentiality of boron for symbiotic dinitrogen fixation in pea (Pisum sativum) rhizobium nodules. *Plant Physiology* **104**, 85-90.

Bolaños, L., Lukaszewski, K., Bonilla, I., and Blevins, D. (2004). Why boron? *Plant Physiology and Biochemistry* **42**, 907-912.

Bouranis, D., Kitsaki, C., Chorianopoulou, S., Aivalakis, G., and Drossopoulos, J. (1999). Nutritional dynamics of olive tree flowers. *Journal of plant nutrition* **22**, 245-257.

Britto, D. T., and Kronzucker, H. J. (2004). Bioengineering nitrogen acquisition in rice: can novel initiatives in rice genomics and physiology contribute to global food security? *BioEssays* **26**, 683-692.

Brown, H., PATTON, M. B., Blythe, A., and Shetlar, M. (1947). Influence of mineral levels upon carotene and ascorbic acid contents of Swiss chard grown in the greenhouse. *Journal of Food Science* **12**, 4-9.

Brown, P. H., and Hu, H. (1996). Phloem mobility of boron is species dependent: evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Annals of Botany* **77**, 497-506.

Bussi, C., Gojon, A., and Passama, L. (1997). In situ nitrate reductase activity in leaves of adult peach trees. *Journal of Horticultural Science*.

Byuro, B. P. (2005). "*Handbook on Environment Statistics*," Bangladesh Bureau of Statistics.

Camacho-Cristóbal, J. J., and González-Fontes, A. (1999). Boron deficiency causes a drastic decrease in nitrate content and nitrate reductase activity, and increases the content of carbohydrates in leaves from tobacco plants. *Planta* **209**, 528-536.

Camacho-Cristóbal, J. J., and González-Fontes, A. (2007). Boron deficiency decreases plasmalemma H+-ATPase expression and nitrate uptake, and promotes ammonium assimilation into asparagine in tobacco roots. *Planta* **226**, 443-451.

Campbell, W. H. (1999). Nitrate reductase structure, function and regulation: bridging the gap between biochemistry and physiology. *Annual review of plant biology* **50**, 277-303.

Cárdenas-Navarro, R., Adamowicz, S., and Robin, P. (1999). Nitrate accumulation in plants: a role for water. *Journal of Experimental Botany* **50**, 613-624.

Castro, J., and Sotomayor, C. (1997). The influence of boron and zinc sprays at bloomtime on almond fruit set. *In* "II International Symposium on Pistachios and Almonds 470", pp. 402-405.

Cat, B., and Yes, Y. (2005). from Wikipedia, the free encyclopedia.

Cechin, I., and de Fátima Fumis, T. (2004). Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science* **166**, 1379-1385.

Chadha, K. (2001). *Handbook of horticulture*. *In* "Handbook of horticulture" (K. Chadha, ed.), pp. xii-1031. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi-India.

Chance III, W. O., Somda, Z. C., and Mills, H. A. (1999). Effect of nitrogen form during the flowering period on zucchini squash growth and nutrient element uptake. *Journal of plant nutrition* **22**, 597-607.

Chatterjee, C., Sinha, P., and Dube, B. (2005). Biochemical changes, yield, and quality of gram under boron stress. *Communications in soil science and plant analysis* **36**, 1763-1771.

Chaturvedi, I. (2006). Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (Oryza sativa). *Journal of Central European Agriculture* **6**, 611-618.

Choudhary, R., Choudhary, D., 2005. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of hybrid cabbage. Haryana journal of horticultural sciences **34**, 145.

Chen, J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *In* "International Workshop on Sustained Management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use", Vol. 16, pp. 20.

Ciompi, S., Gentili, E., Guidi, L., and Soldatini, G. F. (1996). The effect of nitrogen deficiency on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in sunflower. *Plant Science* **118**, 177-184.

Crisosto, C. H., Vasilakakis, M., Lombard, P., Richardson, D., and Tetley, R. (1985). Effect of ethylene inhibitors on fruit set, ovule longevity, and polyamine levels in'Comice'pear. *In* "V International Symposium on Growth Regulators in Fruit Production 179", pp. 229-236.

Daughtry, C., Walthall, C., Kim, M., De Colstoun, E. B., and McMurtrey Iii, J. (2000). Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote sensing of Environment* **74**, 229-239.

Dell, B., and Huang, L. (1997). Physiological response of plants to low boron. *Plant and soil* **193**, 103-120.

Devi, K. N., Singh, L. N. K., Singh, M. S., Singh, S. B., and Singh, K. K. (2012). Influence of sulphur and boron fertilization on yield, quality, nutrient uptake and economics of soybean (Glycine max) under upland conditions. *Journal of Agricultural Science* **4**, p1.

Diatta, J., and Grzebisz, W. (2006). Influence of Mineral Fertilizer Nitrogen Forms on Heavy Metals Mobility in Two Soils. *Polish Journal of Environmental Studies* **15**.

Dugger, W., and Palmer, R. (1980). Effect of boron on the incorporation of glucose from UDP-glucose into cotton fibers grown in vitro. *Plant physiology* **65**, 266-273.

Eftekharinasab, N., Khoramivafa, M., Sayyadian, K., and Najaphy, A. (2011). Nitrogen fertilizer effect on grain yield, oil and protein content of pumpkinseed (Cucurbita pepo L. var. styriaca) intercropped with lentil and chickpea. *International Journal of AgriScience* **1**, 283-289.

Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., and Alpaslan, M. (2007). Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability, and mineral constituents of tomato and pepper plants. *Journal of plant nutrition* **30**, 981-994.

Erdal, I., Ertek, A., Şenyiğit, U., and Yılmaz, H. (2006). Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilisation in processing tomatoes (Lycopersicum esculentum). *Animal Production Science* **46**, 1653-1660.

Erwin, J. (2006). *Factors affecting flowering in ornamental plants*. *In* "Flower Breeding and Genetics", pp. 7-48. Springer.

F Fang, E., and B Ng, T. (2011). Bitter gourd (Momordica charantia) is a cornucopia of health: a review of its credited antidiabetic, anti-HIV, and antitumor properties. *Current molecular medicine* **11**, 417-436.

Fabek, S., Toth, N., Radojčić Redovniković, I., Herak Ćustić, M., Benko, B., and Žutić, I. (2012). The effect of nitrogen fertilization on nitrate accumulation, and the content of minerals and glucosinolates in broccoli cultivars. *Food Technology and Biotechnology* **50**, 183-191.

Fatemi Naghdeh, h., and Sorooshzadeh, A. (2002). Effects of planting date and Sprayed nitrogen and boron Reproductive stage on soybean yield and yield components. *In* "Proceedings of the seventh set of Crop Science Congress of Iran", pp. 233, Iran-Karaj.

Feibo, W., Lianghuan, W., and Fuhua, X. (1998). Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short-season cotton (Gossypium hirsutum L.). *Field crops research* **56**, 309-314.

Fernández-Luqueño, F., Reyes-Varela, V., Martínez-Suárez, C., Salomón-Hernández, G., Yáñez-Meneses, J., Ceballos-Ramírez, J., and Dendooven, L. (2010). Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.). *Bioresource technology* **101**, 396-403.

Gairola, S., Umar, S., and Suryapani, S. (2009). Nitrate accumulation, growth and leaf quality of Spinach Beet (Beta vulgaris Linn.) as affected by NPK fertilization with special reference to Potassium. *Indian Journal of Science and Technology* **2**, 35-40.

Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., and Cosby, B. J. (2003). The nitrogen cascade. *Bioscience* **53**, 341-356.

Goldbach, H. (2002). "*Boron in plant and animal nutrition*," Springer.

Goldberg, S. (1997). Reactions of boron with soils. *Plant and soil* **193**, 35-48.

Görmüs, Ö. (2005). Interactive effect of nitrogen and boron on cotton yield and fiber quality. *Turkish journal of agriculture and forestry* **29**, 51-59.

Guidi, L., Degl'Innocenti, E., Carmassi, G., Massa, D., and Pardossi, A. (2011). Effects of boron on leaf chlorophyll fluorescence of greenhouse tomato grown with saline water. *Environmental and Experimental Botany* **73**, 57-63.

Günes, A., and Alpaslan, M. (2000). Boron uptake and toxicity in maize genotypes in relation to boron and phosphorus supply. *Journal of plant nutrition* **23**, 541-550.

Gupta, U. C. (1993). "*Boron and its role in crop production*," CRC press.

Guvenc, I. (2002). Effect of nitrogen fertilization on growth, yield and nitrogen contents of radishes. *Gartenbauwissenschaft* **67**, 23-27.

Hafizur, R. M., Kabir, N., and Chishti, S. (2011). Modulation of pancreatic β-cells in neonatally streptozotocin-induced type 2 diabetic rats by the ethanolic extract of Momordica charantia fruit pulp. *Natural product research* **25**, 353-367.

Hall, D. A., Sym, G. J., and Klessa, D. A. (1990). Influence of nitrogen form and concentration on the nitrate reductase activity of winter barley (Hordeum vulgare L cv Igri). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **50**, 311-318.

Hamada, A., and El-Enany, A. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum* **36**, 75-81.

Han, S., Chen, L.-S., Jiang, H.-X., Smith, B. R., Yang, L.-T., and Xie, C.-Y. (2008). Boron deficiency decreases growth and photosynthesis, and increases starch and hexoses in leaves of citrus seedlings. *Journal of plant physiology* **165**, 1331-1341.

Hegde, D. (1987). Effect of soil matric potential, method of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality, nutrient uptake and water use of radish (Raphanus sativus L.). *Irrigation Science* **8**, 13-22.

Heidari, M., and Mobasri Moghadam, M. (2012). Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in Momordica charantia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* **11**, 129-133.

Hirsch, A. M., and Torrey, J. G. (1980). Ultrastructural changes in sunflower root cells in relation to boron deficiency and added auxin. *Canadian Journal of Botany* **58**, 856-866.

Hofman, G., Van Cleemput, O., and Association, I. F. I. (2004). "*Soil and plant nitrogen*," IFA, International fertilizer industry association.

Hord, N. G., Tang, Y., and Bryan, N. S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American journal of clinical nutrition* **90**, 1-10.

Hossain, M., Jahiruddin, M., and Khatun, F. (2011). Effect of Boron on yield and mineral nutrition of mustard (Brassica napus). *Bangladesh Journal of Agricultural Research* **36**, 63-73.

Huber, J. L., Huber, S. C., Campbell, W. H., and Redinbaugh, M. G. (1992). Reversible light/dark modulation of spinach leaf nitrate reductase activity involves protein phosphorylation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* **296**, 58-65.

Hunt, C. D. (2012). Dietary boron: progress in establishing essential roles in human physiology. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **26**, 157-160.

Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G., Hochmuth, R., and Sargent, S. (2005). Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *HortTechnology* **15**, 565-571.

Joy, P., Thomas, J., Mathew, S., and Skaria, B. P. (1998). Medicinal plants. *Tropical horticulture* **2**, 449-632.

Kabata-Pendias, A. (2010). "*Trace elements in soils and plants*," CRC press.

Kaiser, W., Weiner, H., and Huber, S. (1999). Nitrate reductase in higher plants: a case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity. *Physiologia Plantarum* **105**, 384-389.

Kanwal, S., Rahmatullah, Aziz, T., Maqsood, M. A., and Abbas, N. (2008). Critical ratio of calcium and boron in maize shoot for optimum growth. *Journal of plant nutrition* **31**, 1535-1542.

Kering, M. K., Butler, T. J., Biermacher, J. T., Mosali, J., and Guretzky, J. A. (2013). Effect of potassium and nitrogen fertilizer on switchgrass productivity and nutrient removal rates under two harvest systems on a low potassium soil. *BioEnergy Research* **6**, 329-335.

Khalid, K. A. (2012). Effect of NP and foliar spray on growth and chemical compositions of some medicinal Apiaceae plants grow in arid regions in Egypt. *Journal of soil science and plant nutrition* **12**, 581-596.

khalid, k. a. (2013). Effect of nitrogen fertilization on morphological and biochemical traits of some Apiaceae crops under arid region conditions in Egypt. *BioScience* **5**, 15-21.

Khemira, H., Azarenko, A., Sugar, D., and Righetti, T. (1998). Postharvest nitrogen application effect on ovule longevity of 'cornice'pear trees. *Journal of plant nutrition* **21**, 405-411.

Klein, I., and Weinbaum, S. (1984). Foliar application of urea to olive: Translocation of urea nitrogen as influenced by sink demand and nitrogen deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **109**, 356-360.

Kobryn, J., and Hallmann, E. (2004). The effect of nitrogen fertilization on the quality of three tomato types cultivated on rockwool. *In* "International Conference on Sustainable Greenhouse Systems-Greensys2004 691", pp. 341-348.

Koncius, D., and Karcauskiene, D. (2010). The effect of nitrogen fertilisers, sowing time and seed rate on the productivity of Camelina sativa. *Žemdirbystė Agric.(Lithuania)* **97**, 4.

Korda, M. (2010). Effects of high boron concentration on boron uptake and growth of pistachio seedlings. *In* "Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world, Brisbane, Australia, 1-6 August 2010.", pp. 150-153. International Union of Soil Sciences (IUSS), c/o Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur.

Kotsiras, A., Olympios, C., Drosopoulos, J., and Passam, H. (2002). Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Scientia Horticulturae* **95**, 175-183.

Kumar, R., and Singh, R. (2013). Effect of seed priming on emergence and vigour of bitter gourd (Momordica charantia L.). *Journal of Research* **50**, 114-118.

L'hirondelle, S., Jacobson, J., and Lassoie, J. (1992). Acidic mist and nitrogen fertilization effects on growth, nitrate reductase activity, gas exchange, and frost hardiness of red spruce seedlings. *New phytologist* **121**, 611-622.

Lawal, A. (2000). Response of cucumber (Cucumis sativa L.) to intercropping with maize (Zea mays L.) and varying rate of FYM and inorganic fertilizer. *Unpublished PhD dissertation, submitted to post graduate school, ABU, Zaria*.

Lawlor, D. W. (2002). Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of experimental Botany* **53**, 773-787.

Lee, Y.-J., Yang, C.-M., Chang, K.-W., and Shen, Y. (2011). Effects of nitrogen status on leaf anatomy, chlorophyll content and canopy reflectance of paddy rice. *Botanical Studies* **52**.

Lewis, D. (1980). Boron, lignification and the origin of vascular plants-a unified hypothesis. *New Phytologist* **84**, 209-229.

Liu, C.-W., Sung, Y., Chen, B.-C., and Lai, H.-Y. (2014). Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (Lactuca sativa L.). *International journal of environmental research and public health* **11**, 4427-4440.

Liu, P., Yang, Y., Xu, G., Fang, Y., Yang, Y., and Kalin, R. (2005). The effect of molybdenum and boron in soil on the growth and photosynthesis of three soybean varieties. *Plant Soil Environ* **51**, 197-205.

Lori, E. H., Aien, A., and Faryabi, F. (2012). Effect of Boron Foliar Application on Some Morphological Traits and Seed Yield of Indigo (Indigofera tinctoria L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci* **12**, 1102-1104.

Lovatt, C., Zheng, Y., and Hake, K. (1988). new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering in Citrus. *In* "Citriculture: proceedings of the Sixth International Citrus Congress: Middle-East, Tel Aviv, Israel, March 6-11, 1988/scientific editors, R. Goren and K. Mendel, editor, N. Goren".

Mahmoud, K. A.-K. (2007). Effect of drip irrigation and Nitrogen application rates on soil Nitrogen and Potassium movement and Nitrogen uptake and accumulation in vegetable crops., University of Florida, Gainesville, Fla.

Malhi, S., Raza, M., Schoenau, J., Mermut, A., Kutcher, R., Johnston, A., and Gill, K. (2003). Feasibility of boron fertilization for yield, seed quality and B uptake of canola in northeastern Saskatchewan. *Canadian journal of soil science* **83**, 99-108.

Manuel Ruiz, J., and Romero, L. (1999). Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. *Scientia horticulturae* **82**, 309-316.

Marschner, H., and Marschner, P. (2012). "*Marschner's mineral nutrition of higher plants*," Academic press.

Marschner, H., and Rimmington, G. (1996). *Mineral nutrition of higher plants*. Wiley Online Library.

Matas, M., González-Fontes, A., and Camacho-Cristóbal, J. (2009). Effect of boron supply on nitrate concentration and its reduction in roots and leaves of tobacco plants. *Biologia Plantarum* **53**, 120-124.

Mengel, K., Kosegarten, H., Kirkby, E. A., and Appel, T. (2001). "*Principles of plant nutrition*," Springer.

Miley, W. N., Hardy, G. W., Sturgis, M., and Sedberry, J. E. (1969). Influence of boron, nitrogen, and potassium on yield, nutrient uptake, and abnormalities of cotton. *Agronomy Journal* **61**, 9-13.

Miller, A. J., Fan, X., Orsel, M., Smith, S. J., and Wells, D. M. (2007). Nitrate transport and signalling. *Journal of experimental Botany* **58**, 2297-2306.

Miller, E., Army, T., and Krackenberger, H. (1956). Ascorbic acid, carotene, riboflavin, and thiamine contents of turnip greens in relation to nitrogen fertilization. *Soil Science Society of America Journal* **20**, 379-382.

Mouhtaridou, G., Sotiropoulos, T., Dimassi, K., and Therios, I. (2004). Effects of boron on growth, and chlorophyll and mineral contents of shoots of the apple rootstock MM 106 cultured in vitro. *Biologia plantarum* **48**, 617-619.

Mozafar, A. (1993). Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: A review. *Journal of plant nutrition* **16**, 2479-2506.

Myers, C. (1998). "*Specialty and minor crops handbook*," UCANR Publications.

Nagy, P., Thurzó, T., Szabó, Z., and Nyéki, J. (2008). Impact of boron foliar fertilization on annual fluctuation of B in sweet cherry leaves and fruit quality. *International Journal of Horticultural Science* **14**, 27–30.

Nel, A. A. (2001). effect of boron fertilization on seed yield and quality. phd, University of Pretoria.

Niyokuri, O., Rono, J., Fashaho, A., and Ogweno, J. (2013). Effect of different rates of nitrogen fertilizer on the growth and yield of Zucchini (Cucurbita pepo cv. Diamant L.) hybrid F1 in Rwandan high altitude zone. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)* **5**, 54-62.

Nogueira, D. (1985). Nutrição de fruteiras. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte* **11**, 12-31.

Oloyede, F., Agbaje, G., and Obisesan, I. (2013a). Analysis of pumpkin (Cucurbita pepo Linn.) biomass yield and its components as affected by nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) fertilizer rates. *African Journal of Agricultural Research* **8**, 4686-4692.

Oloyede, F., Agbaje, G., and Obisesan, I. (2013b). Effect of NPK fertilizer on fruit yield and yield components of pumpkin (Cucurbita pepo Linn.). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* **13**.

Onyango, M. O. (2004). Effect of nitrogen on leaf size and anatomy in onion (Allium cepa L.). *East African Agricultural and Forestry Journal* **68**, 73-78.

Overdahl, C. J., Rehm, G. W., and Meredith, H. L. (1991). Fertilizer Urea. University of Minnesota Extension Service.

Palada, M., and Chang, L. (2003). Suggested cultural practices for bitter gourd. *AVRDC International Cooperators' Guide*, 03-547.

Petropoulos, S., Olympios, C., and Passam, H. (2008). The effect of nitrogen fertilization on plant growth and the nitrate content of leaves and roots of parsley in the Mediterranean region. *Scientia horticulturae* **118**, 255-259.

Poulain, D., and Al Mohammad, H. (1995). Effects of boron deficiency and toxicity on faba bean (Vicia faba L.). *European journal of agronomy* **4**, 127-134.

Power, P. P., and Woods, W. G. (1997). The chemistry of boron and its speciation in plants. *Plant and Soil* **193**, 1-13.

Quamruzzaman, A., Rashid, M., Masud, M., and Uddin, M. N. (2009). Heterosis in bottle gourd. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* **34**, 465-472.

Ram, D., Kumar, S., Banerjee, M., Singh, B., and Singh, S. (2002). Developing bitter gourd (Momordica charantia L.) populations with a very high proportion of pistillate flowers. *Report-cucurbit genetics cooperative* **25**, 65-66.

Rashid, A., Yasin, M., Ali, M., Ahmad, Z., and Ullah, R. (2009). *Boron deficiency in rice in Pakistan: A serious constraint to productivity and grain quality*. *In* "Salinity and water stress", pp. 213-219. Springer.

Rasmussen, P. E. (1996). Effect of nitrogen, sulfur, and phosphorus sufficiency on nutrient content in white winter wheat. *Communications in Soil Science & Plant Analysis* **27**, 585-596.

Ravindra, K. (1994). Effects of various levels of nitrogen on fruit yield and quality of apple cv. Red delicious. *Recent Horticulturae* **2**, 132-135.

Reid, R. (2007). Update on boron toxicity and tolerance in plants. *Advances in plant and animal boron nutrition. Springer, Dordrecht, The Netherlands*, 83-90.

Riederer, M., and Muller, C. (2008). "*Annual Plant Reviews, Biology of the Plant Cuticle*," John Wiley & Sons.

Roosta, H. R., and Schjoerring, J. K. (2007). Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. *Journal of Plant Nutrition* **30**, 1933-1951.

Rozek, S., Leja, M., and Wojciechowska, R. (2000). Effect of differentiated nitrogen fertilization on changes of certain compounds in stored carrot roots. *Folia Horticulturae* **12**, 21-34.

Ruiz, J., and Romero, L. (2002). Relationship between potassium fertilisation and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (Cucumis sativus) plants. *Annals of applied biology* **140**, 241-245.

Ruiz, J. M., Baghour, M., Bretones, G., Belakir, A., and Romero, L. (1998). Nitrogen metabolism in tobacco plants (Nicotiana tabacum L.): Role of boron as a possible regulatory factor. *Int. J. Plant Sci* **159**, 121-126.

Sabo, M., Wailare, M., Aliyu, M., Jari, S., and Shuaibu, Y. (2013). Effect of NPK fertilizer and spacing on growth and yield of watermelon (Citrillus lanatus L.) in Kaltungo Local Government area of Gombe State, Nigeria. *Journal of Agricultural Research (Lahore)* **3(8)**, 325-330.

Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **86**, 10-17.

Sarker, S., Chowdhury, M., and Zakir, H. (2002). Sulphur and boron fertilization on yield quality and nutrient uptake by Bangladesh Soybean-4. *J. Biol. Sci* **2**, 729-733.

Shangguan, Z., Shao, M., and Dyckmans, J. (2000). Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat. *Journal of Plant Physiology* **156**, 46-51.

Sharifi Rad, J., Sharifi Rad, M., and Miri, A. (2013). Regulation of the Expression of Nitrate Reductase Genes in Leaves of Medical Plant, Foeniculum vulgare by Different Nitrate Sources. *World Applied Sciences Journal* **28**, 1311-1315.

Sharma, P., and Ramchandra, T. (1990). Water relations and photosynthesis in mustard plants subjected to boron deficiency. *Indian Journal of Plant Physiology* **33**, 150-154.

Shectman, J. (2003). "*Groundbreaking Scientific Experiments, Inventions, and Discoveries of the 18th Century*," Penn State Press.

Shetty, A., Kumar, G. S., Sambaiah, K., and Salimath, P. (2005). Effect of bitter gourd (Momordica charantia) on glycaemic status in streptozotocin induced diabetic rats. *Plant Foods for Human Nutrition* **60**, 109-112.

Shorrocks, V. M. (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and soil* **193**, 121-148.

Sideris, C., and Young, H. (1947). Effects of Nitrogen on Chlorophyll, Acidity, Ascorbic Acid, and Carbohydrate Fractions of Ananas comosus (L.) Merr. *Plant physiology* **22**, 97.

Singh, B., and Usha, K. (2001). Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (Vitis vinifera L.) cv. Perlette. *In* "International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594", pp. 197-202.

Sivasankar, S., Rothstein, S., and Oaks, A. (1997). Regulation of the accumulation and reduction of nitrate by nitrogen and carbon metabolites in maize seedlings. *Plant Physiology* **114**, 583-589.

Smithson, J., and Heathcote, R. (1976). A new recommendation for the application of boronated superphosphate to cotton in North Eastern and Benue Plateau States [Nigeria]. *Samaru Agricultural Newsletter* **1**, 59-63.

Steer, B., and Harrigan, E. (1986). Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (Carthamus tinctorius L.). *Field Crops Research* **14**, 221-231.

Swiader, J. M., Sipp, S. K., and Brown, R. E. (1994). Pumpkin growth, flowering, and fruiting response to nitrogen and potassium sprinkler fertigation in sandy soil. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **119**, 414-419.

Tanaka, M., and Fujiwara, T. (2008). Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology* **456**, 671-677.

Tisdale, S., and Nelson, W. (1975). *Soil Fertility and Fertilisers . Macmillan, New York.*

Tori Hudson, N. (2007). Bitter Melon: A Review of Its Indications, Efficacy, and Safety. *American Journal of Health-System Pharmacy* **60**, 356-359.

Vishwakarma, S., Gautam, D., Yadav, N., and Gautam, S. (2007a). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of spine gourd (Momordica dioica Roxb.). *Technofame* **2**, 119-123.

Vishwakarma, S., Gautam, D., Yadav, N., and Gautam, S. (2007b). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of spine gourd (Momordica dioica Roxb.). *Technofame* **2**, 119-123.

Voaides, C., and Dima, R. (2012). The effect of nitrogen source on carotenoids production by Rhodotorula sp. *Romanian Biotechnological Letters* **17**, 7571.

Vos, E. (2000). EU food safety regulation in the aftermath of the BSE crisis. *Journal of Consumer Policy* **23**, 227-255.

Wahab, A. A., and Abd-Alla, M. (1995). Effect of form and level of applied nitrogen on nitrogenase and nitrate reductase activities in faba beans. *Biologia plantarum* **37**, 57-64.

Wang, G., Römheld, V., Li, C., and Bangerth, F. (2006). Involvement of auxin and CKs in boron deficiency induced changes in apical dominance of pea plants (Pisum sativum L.). *Journal of plant physiology* **163**, 591-600.

Wang, Z., and Li, S. (2004). Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. *Journal of Plant Nutrition* **27**, 539-556.

Warncke, D. D. (2005). Ameliorating internal black spot in cranberry bean seed with boron application. *Communications in soil science and plant analysis* **36**, 775-781.

Wojcik, P. (2005). Response of 'Bluecrop'highbush blueberry to boron fertilization. *Journal of plant nutrition* **28**, 1897-1906.

Yang, Z. O., Mei, X., Gao, F., Li, Y., and Guo, J. (2013). Effect of Different Nitrogen Fertilizer Types and Application Measures on Temporal and Spatial Variation of Soil Nitrate-Nitrogen at Cucumber Field. *Journal of Environmental Protection* **4**, 129.

Yildirim, E., Guvenc, I., Turan, M., and Karatas, A. (2007). Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (Brassica oleracea L., var. italica). *Plant Soil and Environment* **53**, 120.

Zafar, R. (1991). Momordica charantia-a review. *Hamdard medicus* **34**, 49-61.

Zilkah, S., David, I., Yeselson, Y., Shamian, S., Hupert, H., and Ribak, O. (1997). Improvement of apple and pear productivity by urea spray under temperature stress conditions. *In* "VIII International Symposium on Plant Bioregulation in Fruit Production 463", pp. 279-286.

Zotarelli, L., Dukes, M. D., Scholberg, J., Muñoz-Carpena, R., and Icerman, J. (2009). Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural water management* **96**, 1247-1258.

Abstract

In order to study the effect of nitrogen fertilization (from urea 46% source) and foliar boron element (boric acid source) on quantitative and qualitative characteristics of bitter melon plant. an factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications was performed in the agriculture college of University of shahrood at the summer of 1392 year. The studied treatments consisted of three levels of N: 75, 150 and 225 kg per hectare for the first factor and four levels of B (0, 1, 2 and 3 per thousand) was considered as the second factor.

Results showed improved vegetative and reproductive growth of plants treated with 150 kg/h Nitrogen than 75 kg were treated. 150 kg per/h treatment led to a significantly increase in flowering, seed number, shoot growth, dry matter and yield, leaf chlorophyll, nitrate reductase enzyme and Nitrogen, Potassium and Phosphorus nutrients in the karela plant. But with the increase in the amount of Nitrogen to 225 kg In most of the characteristics studied, there was no significant difference compared to 150 kg and or even was negative effects. The results showed that spraying boric acid also had a significant effect on most of the characteristics studied and in particular the two per thousand treatment improved plants vegetative and reproductive characteristics in compared to other treatments. But with the increase in the amount of Spraying to three per thousand led negative effects that probably due to the effect of Boron toxicity. It was found that the interaction between Nitrogen latter level and Boron third level (two per thousand) has the greatest effect on seed thousand weight, length of branches, yield, leaf nitrate and fruit Phosphorus.

Key words: Karela, Nitrogen, Boron, Yield, Qualitative characteristics

Faculty of Agriculture

Department of Horticulture

Dissertation for M.Sc Degree in Horticulture

Effects of nitrogen and boron applications on quantitative and qualitative characteristics of bitter melon (*Momordica charantia* L.) plant in shahrood environmental conditions.

Supervisors

Dr. H. Khoshghalb

Dr. M. Heidari

Advisor

H. Ghorbani Ghouzhdi

Ali. Hassanzadeh

2015