اثر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیتروژن کل بر سطوح کلسیم، پتاسیم، نیتروژن و خصوصیات میوه سیب ارقام گلاب کهنز اصفهان و گالا*

سلیم محمد سکری[1*]، مصباح بابالار[2]، حسین لسانی[2] و محمد علی عسگری سرچشمه[2]

چکیده

اثر پنج نوع محلول غذایی با نسبت‌های متفاوت نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل بر خصوصیات کیفی و کمی و غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم میوه سیب در ارقام گالا و گلاب در یک فصل رشد مورد مطالعه قرار گرفت. نسبت آمونیوم به نیتروژن کل در محلول‌های غذایی شماره ۱ تا ۵ به ترتیب $meq\ L^{-1}$ ۰/۰۳، ۰/۱۴، ۰/۱۰، ۰/۰۷، ۰/۰۴ بود. pH محلول‌های غذایی روی ۰/۱± ۶/۵ تنظیم گردید و آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ویژگی‌های کیفی و کمی میوه‌های مورد ارزیابی شامل طول، قطر، نسبت طول به قطر (L/D)، وزن، سفتی بافت، pH، درصد مواد جامد محلول (TSS)، سطح اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و نسبت (TSS/TA) بودند. عناصر اندازه‌گیری شده شامل نیتروژن، پتاسیم و کلسیم بودند. نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات اثر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول، سفتی، وزن، قطر، pH، طول میوه، ماده خشک و نسبت (L/D) میوه‌ها نداشت. شاخص‌های درصد اسیدیته، نسبت (TSS/TS)، درصد N، K و Ca تحت تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. افزایش آمونیوم در محلول‌های غذایی موجب کاهش معنی‌داری درصد عناصر Ca و K و نسبت (TSS/TA) شد و درصد N و TA با بالارفتن غلظت آمونیوم، بطور معنی‌دار افزایش یافت. ارقام نیز تحت تأثیر نسبت‌های مختلف نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل اختلاف معنی‌داری نشان دادند و در بیشتر شاخص‌های اندازه‌گیری شده، رقم گالا افزایش معنی‌داری را نسبت به رقم گلاب نشان داد.

واژه‌های کلیدی: محلول‌های غذایی، رقم، نیتروژن آمونیومی، خصوصیات کمی و کیفی.

تاریخ دریافت: **تاریخ پذیرش:**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- اعضای هیأت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

* **این تحقیق در قالب طرح پژوهشی قطب علمی فیزیولوژی، اصلاح و بیوتکنولوژی میوه‌های معتدله به شماره ۷۱۰۳۰۰۲/۶/۲۷ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.**

مقدمه

سیب از مهم‌ترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس آخرین آمار سازمان خوار و بار جهانی، میزان تولید سیب در دنیا ۷۵۶۳۵۲۸۳ تن می‌باشد. در این میان کشور ایران از لحاظ تولید سیب در دنیا مقام هشتم را دارا می‌باشد (FAO, 2011). بهبود عوامل مختلف مانند تغذیه درختان، زمان برداشت، نگهداری و بسته‌بندی می‌تواند جایگاه این محصول را در بازارهای جهانی ارتقای بیشتری دهد. عناصر پر و کم مصرف بر کیفیت میوه تأثیر زیادی دارند (Hosseini Farahi *et al*., 2008). نیتروژن به دلیل برخورداری از دو فرم آنیونی و کاتیونی یعنی نیترات و آمونیوم شرایط ویژه‌ای برای جذب توسط گیاهان ایجاد می‌کند (Hajnajari *et al.*, 2009; Miller and Donahue, 1990). حداکثر سرعت رشد و عملکرد گیاه از ترکیب هر دو فرم نیتروژن آمونیومی و نیتراتی به دست می‌آید (Yi Zhou *et al*., 2009). در تغذیه نیتروژنی هم نیترات و هم آمونیوم اثر قابل ملاحظه‌ای بر جذب سایر یون‌ها در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه می‌گذارند. منبع نیتروژن از نوع آمونیومی بیشتر در ساخت ترکیبات آلی در سطح ریشه نقش دارد (Buchanan *et al*., 2002) و بر رشد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان اثر منفی دارد (Cousson and Tran Thanh Van, 1993). افزایش غلظت آمونیوم محلول‌های غذایی از ۱٤ به ۱۱۲ قسمت در میلیون در سیستم آب‌کشت با بستر شن، سبب کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بافت گیاه و افزایش غلظت آمونیوم بافت‌ها می‌گردد و از طرف دیگر سبب افزایش جذب فسفر و برخی عناصر کم مصرف می‌شود که دلیل این موضوع را اثر آنتاگونیستی آمونیوم و این عناصر عنوان می‌نمایند (Delshad *et al*., 2000). هم‌چنین افزایش غلظت نیترات و آمونیوم سبب کاهش میزان اسید آسکوربیک در بعضی محصولات می‌شود. نسبت مناسب نیترات و آمونیوم در محلول‌های غذایی یا محلول خاک می‌تواند موجب افزایش عملکرد محصول شود (Chen *et al*., 2005 ; Dong *et al*., 2005 ; Dong *et al*., 2004).

نیترات شکل متداول نیتروژن مورد استفاده گیاهان است و برای احیای آن به آمینواسیدها، نیاز به نور، رطوبت کافی، عناصر غذایی و دمای مناسب می‌باشد (Olfati Chirani *et al*., 2008). هنگامی که بوته‌های گوجه فرنگی با آمونیوم تغذیه می‌شوند نسبت به حالتی که با همان مقدار نیترات تغذیه شوند رشد مناسبی نشان نمی‌دهند (Simone, 1992) که این محدودیت رشد احتمالاً ناشی از اسیدی شدن محیط رشد، تحرک بیش از حد کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها و یا سمیت آمونیوم متابولیسم نشده می‌باشد (Peet, 1985) بایستی در نظر داشت که pH محیط ریشه در عکس العمل گیاه نسبت به نوع نیتروژن مصرفی تأثیر دارد. دلشاد و همکاران (Delshad *et al*., 2000) گزارش نمودند که کاربرد آمونیوم به عنوان منبع نیتروژنی باعث کاهش فتوسنتز خالص و وزن خشک توت فرنگی خشک گردید. دارنل و ستوت (Darnell and Stutte, 2001) در بررسی وزن تر، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد مشاهده کردند که عملکرد توت فرنگی رقم اسوگراند تحت تأثیر غلظت نیتروژن نیتراتی قرار نگرفت. آن‌ها نتیجه گرفتند که عدم افزایش رشد گیاه و عملکرد با افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی در محلول غذایی در اثر محدودیت در جذب نیترات نیست، بلکه به علت محدود شدن احیا و یا همانندسازی آن در ریشه و برگ است. در بررسی چند نسبت متفاوت از محلول‌های غذایی حاوی نیتروژن نیتراتی و آمونیومی در مراحل رشد رویشی و زایشی در گیاه توت فرنگی، بهترین پاسخ مربوط به نیتروژن از نسبت ۵:٦ آمونیومی به نیتراتی در مرحله رشد رویشی و پس از آن در مرحله زایشی ۱۰/٤ میلی مول نیتروژن نیتراتی، بدون نیتروژن آمونیومی به دست آمده است (Pommier and Long, 1991).

بیشتر گونه‌های گیاهی نیترات را به عنوان منبع نیتروژنی نسبت به آمونیوم ترجیح می‌دهند و این غیر منتظره است زیرا، احیای نیترات در ریشه و اندام‌های هوایی نیاز به مصرف انرژی دارد و با جذب آمونیوم این انرژی در گیاه ذخیره می‌شود (Najafi *et al*., 2010) . انرژی مصرف شده برای احیای نیترات، معادل ۱۷ درصد کل ذخیره کربوهیدرات های گیاهان می‌باشد (Gutschick, 1981). با این حال، چند فرضیه برای بیان اثر سمیت آمونیوم پیشنهاد شده است: ۱- اسیدی شدن خاک، ۲- اسیدی شدن سیتوسول یا بخش مایع سیتوپلاسم، ۳- کاهش جذب کاتیون‌ها توسط آمونیوم و به هم خوردن تعادل کاتیون‌ها و آنیون‌ها، ٤- کاهش منابع کربن، ۵- افزایش انباشتگی نیتروژن در گیاه، ٦- اختلال در تولید هورمون‌های گیاهی و پلی پپتیدها (Redinabaugh and Campbell, 1993; Zhang and Rengel, 1999). که از دیدگاه روتستین

و کرگ (Rothstein, and Cregg, 2005) از اثر آن بر تولید ریشه یا از اثر احتمالی آن بر انتقال آب ناشی می‌شود. بهترین رشد و نمو و محصول دهی زمانی است که نسبت NH_4^+/ NO_3^- مناسب باشد، لذا در این صورت می‌تواند متعادل‌کننده جذب بیشتر کاتیون‌ها و آنیون‌ها و اثر گذار بر میزان رشد و نمو و کمیت و کیفیت محصول باشد. به همین دلیل این تحقیق با هدف تعیین نیاز نهال‌های سیب به مقدار آمونیوم و نیترات انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نهال‌های دو ساله ارقام گالا و گلاب کهنز سیب (*Malus*× *domestica* Borkh) پیوند شده بر پایه M9 به داخل گلدان‌های ۳۰ لیتری منتقل شدند. بستر مورد استفاده برای این تحقیق شامل خاک و پرلایت با نسبت‌های حجمی به ترتیب ۱/۳ و ۲/۳ بود. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار و سه مشاهده در هر تکرار برای هر رقم در محل انتخابی واقع در فضای آزاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران صورت گرفت. در این تحقیق اثر پنج نوع محلول غذایی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیتروژن کل بر روی خصوصیات کیفی و کمی و درصد عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم میوه درختان سیب رقم گلاب کهنز و گالا روی پایه پاکوتاه مالینگ ۹ مورد بررسی قرار گرفت.

اساس تغذیه بر مبنای مقدار متفاوت نیتروژن نیتراتی و نیتروژن آمونیومی تنظیم گردید. ضمن این‌که سعی گردید مقادیر دیگر عناصر برای محلول‌های غذایی ثابت در نظر گرفته شود. نسبت آمونیوم به نیتروژن کل در محلول‌های غذایی شماره ۱ تا ۵ به ترتیب $meq\ L^{-1}$ ۰/۰۳، ۰/۱٤، ۰/۱۰، ۰/۰۷، ۰/۰٤ بود.. غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در همه محلول‌های غذایی به جز در محلول شاهد (٤/۸ میلی اکی والان) مساوی و برابر با ۸/۵ میلی اکی والان در لیتر بود و در نتیجه مجموع غلظت برای کاتیون‌ها و آنیون‌ها در هر یک از محلول‌های غذایی ۱۷ میلی اکی والان در لیتر بود. محلول‌های پایه برای عناصر پرمصرف، کم مصرف و آهن به طور جداگانه تهیه شدند. به این صورت که ابتدا برای هر کدام از آن‌ها محلول مادر و بر مبنای اکی والان گرم نمک‌های خالص (Merck) با غلظت ۱۰۰۰ برابر ساخته شد و در ظروف ۲ لیتری نگهداری شد. محلول آبیاری با رقیق کردن ۱۰۰۰ برابر محلول مادر در ظروف پلاستیکی با حجم ۱۵۰ لیتر تهیه گردید. آبیاری نهال‌ها با محلول‌های غذایی در فصل بهار هفته‌ای یکبار و در فصل تابستان با بالارفتن دمای هوا، هفته‌ای دو بار صورت می‌گرفت که به ازای هر گلدان و در هر آبیاری دو لیتر در نظر گرفته شد. شست و شوی بستر گلدان‌ها برای جلوگیری از رسوب نمک ها با آب در فصل بهار یک بار در ماه و در فصل تابستان با اضافه شدن دور محلول‌دهی، دو بار در ماه صورت گرفت. شست و شوی بستر گلدان‌ها با آب معمولی به این جهت می‌باشد که تحلیل نتایج بر مبنای محلول‌های غذایی خواهد بود که در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و در نتیجه بطور تئوری تأثیر تغذیه‌ای این بسترها منهای محلول‌های غذایی، از اهمیت چندانی برخوردار نیست. pH محلول‌های غذایی با استفاده از اسید نیتریک ۰/۲ نرمال به میزان۰/۱± ٦/۵ تنظیم گردید. غلظت عناصر کم مصرف برای پنج محلول به صورت یکسان در نظر گرفته شد. میوه‌ها پس از مشاهده مشخصات ظاهری و با توجه به تقویم فصلی منطقه کرج برداشت شدند.

پس از انتقال میوه‌ها به آزمایشگاه، صفات میوه شامل طول، قطر، وزن، نسبت طول به قطر، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، درصد مواد جامد محلول، نسبت TSS/TA، pH، غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری طول و قطر نمونه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتالی انجام گرفت. برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون میوه از عصاره صاف شده میوه ۱۰ سی سی برداشته شد و با ٤۰ سی سی آب مقطر رقیق شد و سپس با سود ۰/۱ نرمال عمل تیتراسیون روی همزن مغناطیسی تا رسیدن به pH ۰/ ۲ ± ۸ صورت گرفت (Olfati Chirani *et al*., 2008) و اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید مالیک (اسید غالب در سیب) محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری مواد جامد قابل حل از رفرکتومتر دستی استفاده شد. چند قطره از عصاره میوه روی رفرکتومتر قرار گرفته و میزان مواد جامد قابل حل آن قرائت گردید. برای اندازه‌گیری سفتی میوه از پنترومتر یا نفوذسنج، استفاده گردید. میوه‌ها نیز با استفاده از ترازوی با حساسیت ۰/۰۱ درصد توزین گردیدند. برای اندازه‌گیری نیتروژن از دستگاه کجلدال، برای اندازه‌گیری پتاسیم از دستگاه فلیم فوتومتر و برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم نمونه‌های برگی از دستگاه جذب اتمی استفاده شد (Babalar and Ahmadi, 1997).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده در طول این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات کمی میوه

تغییر در نسبت نیتروژن آمونیومی و نیتروژن نیتراتی سبب اختلاف در شاخص های اندازه‌گیری شد. حداکثر طول میوه در محلول غذایی شماره پنج مشاهده گردید که غلظت نیتروژن آمونیومی در آن ۰/۳ میلی اکی والان بود. حداقل طول میوه در تیمار دو مشاهده گردید که بیشترین غلظت نیتروژن آمونیومی متعلق به آن تیمار بود. بنابراین افزایش غلظت آمونیوم موجب کاهش طول میوه‌ها شد (جدول ۲)، که با نتایج حقیقت اقشار و همکاران (Haghighat Afshar *et al*., 2006) و طباطبائی و همکاران (Tabatabaei *et al*., 2006) مطابقت داشت. البته اثر رقم نیز بر طول میوه معنی‌دار بود و این فاکتور که در بازار پسندی میوه سیب بسیار مؤثر می‌باشد، بسیار تحت تأثیر رقم نیز قرار می‌گیرد. قطر میوه‌ها نیز در تیمارهای مختلف، متفاوت بود. بیشترین و کمترین قطر به ترتیب در محلول‌های غذایی دو و یک مشاهده شد که به ترتیب دارای بیشترین و کمترین غلظت نیتروژن آمونیومی بودند (جدول ۲)، که با نتایج حقیقت افشار(Haghighat Afshar *et al*., 2006) مطابقت نداشت. قطر میوه بیشتر تحت تأثیر رقم قرار گرفت و اثر رقم در قطر میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). از شاخص های مهم در بالا بردن کیفیت میوه‌های سیب نسبت طول به قطر میوه می‌باشد که این نسبت با بالا رفتن غلظت آمونیوم در محلول‌های غذایی کاهش یافت و کمترین میزان طول به قطر میوه در محلول غذایی ۲ که محتوی بیشترین غلظت نیتروژن آمونیومی بود مشاهده گردید. در بین محلول‌ها، گیاهان تغذیه شده با محلول محتوی ۱ میلی مولار آمونیوم (محلول غذایی ۲) بیشترین وزن تک میوه را داشته و گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی ۳ کمترین وزن میوه را داشتند. در بین تیمارهای اعمال شده، سفتی میوه نهال‌های تغذیه شده با محلول غذایی محتوی ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌مولار نیتروژن آمونیومی (محلول غذایی ۱ و ۵) بیشترین میزان استحکام میوه را نشان دادند. با توجه به گزارش بار- تال و همکاران (Bar-Tal *et al*., 2001)که آمونیوم با کلسیم رابطه آنتاگونیستی داشته و با افزایش غلظت آمونیوم از غلظت کلسیم کاسته می‌شود، شاید کاهش سفتی میوه‌ها با افزایش آمونیوم به دلیل کاهش کلسیم باشد. زیرا یکی از مهمترین وظایف کلسیم استحکام تیغه میانی سلول های گیاهی بوده و موجب افزایش استحکام بافت می‌شود.

خصوصیات کیفی میوه

نسبت‌های مختلف نیترات و آمونیوم، موجب تغییر در خصوصیات کیفی میوه‌ها شد. طبق ارزیابی داده‌ها، کمترین درصد اسیدیته (قابل تیتراسیون) در تیمار ۱ (شاهد) که مقدار آمونیوم در آن ۰/۱ میلی اکی والان بوده است، مشاهده گردید و کاهش معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان داد. اثر رقم در میزان اسیدیته معنی‌دار نشد، ولی اثر متقابل رقم و محلول غذایی تغییرات معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ در میزان اسیدیته نشان داد. اسیدیته اثرگذار بر طعم میوه بوده و بالا بودن آن موجب طعم بهتر میوه و بالا رفتن کیفیت میوه می‌شود. از دیگر عوامل مؤثر بر طعم و کیفیت میوه، میزان مواد جامد قابل حل می‌باشد. محلول‌های غذایی، رقم و اثر متقابل آن‌ها تغییرات معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول نداشتند. بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تغذیه شده با محلول غذایی شماره ٤ وکمترین میزان مواد جامد محلول برای میوه‌های تغذیه شده با محلول غذایی شماره ۲ و ۳ مشاهده گردید که با نتایج دلشاد و همکاران (Delshad *et al*., 2000) مطابقت داشت و هم‌چنین با نتایج فلاحی و همکاران (Fallahi *et al*., 2001) که مشاهده کردند با افزایش غلظت نیتروژن از میزان مواد جامد محلول کاسته می‌شود، مطابقت داشت. این مشاهدات نشان داد با بالا رفتن غلظت آمونیوم محلول‌های غذایی، از درصد مواد جامد محلول کاسته شد که با در نظر گرفتن گزارش ویلککس و همکاران (Wilcox *et al*., 1985) و جوسه و ویلکاکس (Jose and Wilcox, 1984) مبنی بر وجود رابطه آنتاگونیستی بین آمونیوم و پتاسیم، می‌توان آن را احتمالاً به کاهش مواد جامد محلول در محلول‌های ۲ و ۳ نسبت داد. شاخص طعم که توسط (TSS/TA) نیز تعریف می‌شود، تحت تأثیر نسبت آمونیوم به نیترات قرار گرفت و در محلول غذایی شماره ۱ که محتوی کمترین غلظت آمونیوم در بین سایر محلول‌های غذایی بود افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳) که با نتایج طباطبائی و همکاران (Tabatabaei *et al*., 2006) مطابقت داشت. بیشترین میزان pH میوه در محلول‌های غذایی، در میوه‌های تغذیه شده با محلول غذایی شماره ۱ در رقم گالا مشاهده گردید. در اثر متقابل محلول غذایی و رقم، عصاره میوه‌های تغذیه شده با محلول غذایی

شماره یک بیشترین میزان pH را نشان دادند (جدول ۳) که با نتایج فاطمی و همکاران (Fatemi *et al*., 2006) مطابقت نداشت. آمونیوم موجب آزاد شدن یون H^+ و اسیدی شدن محیط می‌شود (Weir *et al*., 1972). که بالا رفتن pH در محلول ۱ را به دنبال داشت.

رقم گالا از نظر تمام خصوصیات کمی و کیفی ارزیابی شده نسبت به رقم گلاب برتری نشان داد که احتمالاً به دلیل اختلاف در زودرس بودن گلاب کهنز در مقایسه با گالاً است. رقم گلاب کهنز به دلیل پیش رسی زمان کمتری برای جذب مواد غذایی دارد که می‌تواند عامل مؤثری در کاهش اندازه (طول، قطر)، وزن و افت سطح ترکیبات بیوشیمیایی آن نیز باشد.

غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم

با افزایش غلظت آمونیوم، غلظت نیتروژن کل در میوه‌ها افزایش یافت که با نتایج تقوی و همکاران (Taghavi *et al*., 2004) و بار- تال و همکاران (Bar-Tal *et al*., 2001) مطابقت داشت و بیشترین غلظت نیتروژن در میوه‌های تغذیه شده با محلول ۲ که محتوی ۱ میلی اکی والان آمونیوم بود مشاهده گردید. غلظت کلسیم در میوه‌ها با بالارفتن غلظت آمونیوم در محلول‌های غذایی کاهش معنی‌داری نشان داد. اثر رقابتی آمونیوم بر جذب کلسیم بر پتاسیم نیز واقع گردید که با نتایج روتستین و کرگ (Rothstein and Cregg, 2005) مطابقت داشت (جدول ٤).

در مجموع نتایج نشان داد که تغذیه گیاهان با نسبت‌های مختلف نیترات و آمونیوم بر جنبه‌های مختلف آن‌ها تأثیر می‌گذارد. یافتن نسبت‌های مناسب نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در تغذیه گیاهان مختلف ضروری است، نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش غلظت آمونیوم در محلول‌های غذایی، بر خصوصیات میوه سیب و غلظت عناصر اثر منفی داشته و برای دست یابی به نتایج مطلوب بایستی سطوح مناسبی از هر دو فرم نیتروژنی موجود باشد.

جدول ۱- ترکیبات پنج محلول غذایی مورد استفاده

Table 1. Composition of the five different nutritive solutions used

salt	$NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio,				
	0.03	0.14	0.10	0.07	0.03
	Macroelement (g. L^{-1})				
$Ca(NO_3)_2$	123	254.2	254.2	254.2	254.2
KNO_3	90.9	191.9	222.2	242.4	262.6
KH_2PO_4	41	54.4	54.4	54.4	54.4
$MgSO_4$	92.25	92.25	92.25	92.25	92.25
NH_4NO_3	8	80	56	40	24
K_2HPO_4	17.4	26.1	26.1	26.1	26.1
K_2SO_4	21.75	0	0	0	0
NaCl	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85
	Microelement (g. L^{-1})				
$CuSO_4$	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
H_3BO_3	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
$ZnSO_4$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
$MnSO_4$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
(NH_4), Mo	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
Fe.EDDHA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

جدول ۲- اثر نسبت‌های مختلف نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل بر اندازه و سفتی بافت میوه دو رقم سیب

Table 2. The effect of $NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio on the size and firmness of fruit of two apple varieties.

$NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio	Fruit length (cm)		Fruit diameter (cm)		Length: diameter		Fruit weight (g)		Firmness (kg/cm^2)	
	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab
0.03	5.1 a	4.1 a	5.9 a	4.4 a	0.86 a	0.92 a	94.4 a	39.9 a	10.2 a	8.3 a
0.14	5.0 a	3.6 a	6.1 a	4.9 a	0.82 a	0.74 a	96.2 a	47.1 a	6.3 b	6.5 a
0.10	4.7 a	4.1 a	5.7 a	4.9 a	0.82 a	0.83 a	83.4 a	47.8 a	7.1 b	7.1 a
0.07	4.9 a	4.3 a	5.8 a	5.0 a	0.85 a	0.85 a	84.3 a	52.4 a	9.8 a	7.6 a
0.04	6.7 a	4.0 a	5.9 a	4.8 a	1.0 a	0.82 a	88.9 a	48.4 a	10.4 a	7.5 a

حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Different letters in each column indicate significant differences at 5% of probability level.

جدول ۳- اثر نسبت‌های مختلف نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل بر ترکیبات و اسیدیته میوه دو رقم سیب

Table 3. The effect of $NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio in the solution on the fruit composition and acidity of two apple varieties

$NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio	TSS (%)		TA (%)		TSS/TA		pH	
	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab
0.03	15.0 a	14.6 a	0.30 b	0.24 b	46.6 a	59.7 a	4.4 a	4.5 a
0.14	14.0 a	13.1 a	0.37 a	0.31 a	40.5 a	42.4 b	4.2 a	4.1 a
0.10	14.6 a	13.3 a	0.40 a	0.27 ab	36.6 a	48.8 b	4.3 a	4.2 a
0.07	15.3 a	13.8 a	0.38 a	0.28 ab	39.7 a	48.5 b	4.3 a	4.3 a
0.04	14.3 a	14.0 a	0.32 b	0.32 a	45.1 a	43.8 b	4.4 a	4.4 a

حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Different letters in each column indicate significant differences at 5% of probability level.

جدول ٤- اثر نسبت‌های مختلف نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل بر ترکیبات معدنی و ماده خشک میوه دو رقم سیب

Table 4. The influence of $NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio on fruit dry matter and mineral composition of fruit of two apple varieties

$NH_4^+/ NH_4^+ + NO_3^-$ ratio	Dry matter (%)		N (%)		K (%)		Ca (%)	
	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab	Gala	Golab
0.03	20.8 a	16.8 a	0.42 d	0.31 c	0.95 a	0.84 a	0.30 a	0.35 a
0.14	19.1 a	15.5 a	0.84 a	0.48 a	0.91 b	0.69 d	0.20 b	0.30 b
0.10	19.4 a	14.6 a	0.56 b	0.37 b	0.81 c	0.80 b	0.20 b	0.25 c
0.07	19.6 a	16.1 a	0.49 c	0.35 b	0.78 d	0.71 c	0.20 b	0.25 c
0.04	19.7 a	15.2 a	0.49 c	0.28 c	0.79 d	0.51 e	0.30 a	0.35 a

حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Different letters in each column indicate significant differences at 5% of probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در دو رقم سیب

Table 5. Mean comparison of characteristics evaluated in two apple varieties

Cultivar	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Length: diameter	Fruit weight (g)	Firmness (kg/cm^2)	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	pH	Dry matter (%)	N (%)	K (%)	Ca (%)
Golab	4.06 ^{b}	4.85 ^{b}	0.83 ^{a}	47.16 ^{b}	7.4 ^{b}	13.80 ^{a}	0.28 ^{a}	48.69 ^{a}	4.33 ^{a}	15.66 ^{b}	0.36 ^{b}	0.71 ^{b}	0.29 ^{a}
Gala	5.31 ^{a}	5.89 ^{a}	0.88 ^{a}	89.48 ^{a}	8.8 ^{a}	14.66 ^{a}	0.35 ^{a}	41.76 ^{b}	4.36 ^{a}	19.77 ^{a}	0.56 ^{a}	0.84 ^{a}	0.24 ^{b}

حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Different letters in each column indicate significant differences at 5% of probability level.

References

Hajnajari H, Hasanloo T, Asghary AH, Izadpanah M (2009) Study on the effects of different sources of nitrogen on micropropagation of wild cherry (*Prunus avium* L.). Seed and Plant 24(4): 749-762.

Babalar M, Ahamadi A (1997) The effect of different ammonium and nitrate nutrition on the growth and macroelement content in Golden Delicious cultivar grafted on M9. Iranian Journal of Agriculture Science 28(4): 31-40. [In Persian with English Abstract].

Buchanan B, Gruissem W, Jones R (2002) Natural Products (secondary metabolites). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Science Press, Beijing. 817 pp.

Claussen W, Lenz F (1999) Effect of ammonium and nitrate nutrition on net photosynthesis, growth and activity of the enzyme nitrate reductase and glutamine synthease in blueberry, raspberry and strawberry. Plant and Soil 95-102.

Chen W, Lou JK, Shen QR (2005) Effect of NH4 -N/ NO3 -N ratios on growth and some physiological parameters of Chinese cabbage cultivars. Pedosphere 15(3): 310-318

Cousson A, Tran Thanh Van K (1993) Influence of ionic composition of the culture medium on flower formation in tobacco thin cell layers. Canadian Journal of Botany 71: 506-511.

Darnell R, Stutte GW (2001) Nitrate concentration effects on NO3-N uptake and reduction. Growth and fruit yield in strawberry. Journal of the American Society of Horticultural Science 125(5): 560-563.

Delshad M, Babalar M, Kashi AK (2000) Effect of NH4/NH4+NO3 ratio of nutrient solution on greenhouse tomato cultivars in hydroponic systems. Iranian Journal of Agriculture Science 36(3): 939-946. [In Persian with English Abstract].

Dong CX, Dong YY, Wang J, Shen QR, Wang, G (2005) Determination of the contents of twelve organic acids and vitamin C in plants with one mobile phase by HPLC. Acta Pedologica Sinica 42(2): 331-335.

Dong CX, Shen QR, Wang G (2004) Tomato growth and organic acid changes in response to partial replacenint of $NO3^-$ -N by NH4+-N. Pedosphere 14(2): 159-164.

Fatemi LS, Tabatabaei SJ, Tehrani Far A (2006) The Effect of different NH4: NO3 ratio on strawberry growth and yield in soilless culture. Iranian Journal of Water and Soil Science 20(1): 44-52. [In Persian with English Abstract].

Fallahi E, Colt WM, Baird CR, Fallahi B, Chun IJ (2001) Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentration of 'BC-2 Fuji' apple. Hort Technology 11(3): 462-466.

Food and Agriculture Organization (2011) Crop Production Statistical Database/faostat/collections. http://www.FAO.org.

Gutschick VP (1981) Evolved strategies in nitrogen acquisition by plants. The American Naturalis 118 (5): 607-637.

Haghighat Afshar M, Babalar M, Kashi A, Ebadi A, Askari MA (2006) The effect of different Ammonium/Nitrate ratio on and growth and yield of same strawberry cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture an Natural Resources 10(3): 321-335. [In Persian with English Abstract].

Hosseini Farahi M, Aboutalebi A, Panahi Kordlaghari KH (2008) Study on the changes of post harvest flesh firmness of red and golden delicious apple in relation with rootstock, cultivar and calcium chloride treatments. Pajouhesh and Sazandegi (78): 74-79. [In Persian with English Abstract].

Javanpoor Haravi R, Babalar M, Kashi AK, Mir Abdolbaghi M, Askari MA (2005) The effect of some nutrient solutions and substrates in soilless culture on quantitive and qualitive characteristics of *Lycopersicon lycopersicum* cv. "Hamra". Iranian Journal of Agricultural Science 36(4): 939-946. [In Persian with English Abstract].

Jose RM, Wilcox GE (1984) Growth, free amino acids, and mineral composition of tomato plant in relation to nitrogen form and growing media. Journal of the American Society of Horticultural Science 109 (3): 406-411.

Iqbal M, Niamatullah M, Mohammad D (2012) Effect of different doses of nitrogen on economical yield and physio- chemical chracteristics of apple fruits. Animal and Plant Sciences 22(1): 165-168.

Miller RW, Donahue RL (1990) Soils: an introduction to soils and plant growth. 7 Edition. Prentice-Hall International, Inc, USA. pp. 253-256.

Najafi N, Parsazadeh M, Tabatabaei SJ, Avestan SH (2010) Effect of nutrient solution pH and Nitrate/ ammonium ratio on growth and yield in spinach. Iranian Journal of Water and Soil Research 2(41): 273-282. [In Persian with English Abstract].

Olfati Chirani JA, Babalar M, Kashi AK, Dadashipoor A, Shahmoradi KH (2008) The effects of ammonium and molybdenum on nitrate concentration in two cultivavs of greenhouse cucumbers. Journal of Agricultural Sciences and Technology 22(1): 69-77. [In Persian with English Abstract].

Redinbaugh MG, Campbell WH (1993) Glutamine-synthetase and ferredoxin-dependent glutamate synthase expression in the maize *(Zea mays*) root primary response to nitrate. Evidence for an organ-specific response. Plant Physiology 101: 1249-1255.

Rothstein DE, Cregg BM (2005) Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of fraser fir (*Abies fraseri*). Forest Ecology and Management 219: 69-80.

Pommier J, Long J (1991) Approche globale D'une Installation De Fraise. Hort Soil.

Weir BL, Paulson KN, Lorenz OA (1972) The effect of ammoniacal nitrogen on lettuce (*Lactuca sativa*) and radish (*Raphanus sativus*) plants. Soil Science Society of America Journal 36: 462–465.

Wilcox GE, Magalheas JR, Silve FLIM (1985) Ammonium and nitrate concentration factors in tomato growth and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition 8(11): 989- 998.

Yi Zhou JW, Qirong Shen CD, Putheti R (2009) Effects of NH^{4+}-N/ NO^{3-}-N ratios on growth, nitrate uptake and organic acid levels of spinach (*Spinacia oleracea* L.). African Journal of Biotechnology 8(15): 3597-3602.

Zhang XK, Rengel Z (1999). Gradients of pH and ammonium and phosphorus concentration between the banded fertilizer and wheat roots. Australian Journal of Agricultural Research 50: 365-373.