

اثر میزان و زمان مصرف کود نیتروژنی بر کمیت و کیفیت محصول دو رقم هویج (*Daucus carota* L.)

آتنا یزدانی دماوندی^۱، معظم حسن پور اصیل^{۲*} و بابک ربیعی^۳
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیاران دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت.
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰ - تاریخ تصویب: ۹۱/۳/۲۱)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژنی بر کمیت و کیفیت دو رقم هویج، آزمایشی به صورت فاکتوریل ۲×۳×۴ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی در ۳ زمان مصرف همزمان با آماده‌سازی بستر، ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در دو رقم هویج 'نانتز' و 'فورتو' مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وزن تر برگ، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، عملکرد هویج و میزان کاروتنوئید در مقادیر کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در زمان‌های کوددهی ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در هر دو رقم بالاترین بود. وزن خشک برگ‌ها و طول برگ‌ها در مقادیر کودی ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژنی در ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در هر دو رقم بالاترین بود. همچنین ترکیبات فنولی تحت تأثیر افزایش مقدار کود نیتروژنی و زمان‌های کوددهی و رقم قرار گرفت، به طوری که در مقادیر کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در زمان‌های کوددهی ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در رقم 'فورتو' بیشتر از رقم 'نانتز' بود. میزان نترات نیز تحت تأثیر افزایش مقدار کود نیتروژنی قرار گرفت اما تحت تأثیر زمان کوددهی و رقم واقع نشد، به طوری که در بالاترین سطح کود نیتروژنی بالاترین مقدار نترات به میزان ۶/۳۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنولی، صفات مورفولوژیک، کاروتنوئید، نترات، هویج.

مقدمه

در مقابل سرما و یخبندان سطحی مقاوم است، ولی گرما و خشکی به آن خسارت وارد می‌کند. در سبزی‌ها علاوه بر کاروتنوئیدها، ترکیبات فنولی (Phenolic compounds) هم خواص آنتی‌اکسیدانی دارند (Ismail et al., 2004; Podsedek, 2007). هویج‌هایی که برای فرآوری پرورش داده می‌شوند به نترات کم، قندزیاد، رنگ عصاره و کاروتنوئید زیاد بویژه بتا کاروتن مربوط است. مقدار کاروتنوئیدها با مقدار ویتامین A رابطه مستقیم دارند (Leja et al., 1997).

یکی از سبزی‌های مهم دنیا از نقطه نظر تغذیه‌ای و اقتصادی، هویج می‌باشد (Kanemasu et al., 1997). هویج با نام علمی *Daucus carota* L.، متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) است. این خانواده شامل سبزی‌های دیگری مثل کرفس، جعفری ریشه‌ای و جعفری می‌باشد (Peyvast, 2005). در حدود ۶۰ گونه از جنس *Daucus* شناخته شده است. از نظر گیاهشناسی هویج گیاهی علفی و ۲ ساله است. هویج محصول فصل خنک است و

مواد و روش‌ها

پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی پژوهشگاه دامپزشکی دانشگاه تهران اجرا شد. این مزرعه در فاصله ۱۵ کیلومتری در جنوب شرقی شهر تهران در ارتفاع ۱۱۹۰ متری از سطح دریا در ۵۱ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. میزان بارندگی سالیانه آن حدود ۳۱۶ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی ده سال اخیر آن حدود ۴۸/۸۷ درصد، متوسط بیشینه دما حدود ۳۷/۴ درجه سلسیوس، متوسط سالیانه دما ۱۶/۴ درجه سلسیوس و متوسط کمینه دما ۴- درجه سلسیوس می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌های تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه آزمایشی تهیه و مخلوط شد و نمونه‌ای از آن برای تجزیه به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شد که نتیجه تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. در این طرح از دو رقم هویج با نام‌های 'نانتز' و 'فورتو' استفاده شد که از متداولترین رقم‌های مورد کشت در ایران می‌باشد. رقم 'نانتز' برای مصرف تازه پرورش داده می‌شود. رنگ آن نارنجی براق است و از نظر شکل استوانه‌ای، کوتاه و بدون نوک می‌باشند. همچنین، دارای مغز کوچک، طعم شیرین، بافت حلقه‌ای و کیفیت بالایی است. رقم 'فورتو' نیز برای مصرف تازه‌خوری پرورش داده می‌شود. رنگ این رقم نارنجی است و از نظر شکل استوانه‌ای، نوک‌دار و کمی بلندتر از رقم 'نانتز' است. هر دو رقم زودرس می‌باشند. با توجه به کافی بودن مقادیر پتاسیم، فسفر و سایر عناصر ریز مغذی قابل دسترس خاک (جدول ۱) هیچ‌گونه کود دیگری در خاک مصرف نشد. زمین مورد نظر در تیر ماه شخم زده شد و کود حیوانی کاملاً پوسیده به مقدار ۲۰ تن در هکتار پس از پخش در سطح خاک به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد و سپس تسطیح گردید. کرت‌های مورد آزمایش با ابعاد یک × یک متر مشخص شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۲×۳×۴ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل مقدار کود نیتروژنی در ۴ سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، زمان مصرف در ۳ مرحله و در هر مرحله یک سوم کود

مقدار کاروتنوئیدها رابطه مستقیمی با سن ریشه ذخیره‌ای هویج دارد. هر چه سن هویج بیشتر باشد مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد و در نتیجه رنگ ریشه تیره‌تر خواهد بود. طبق بررسی‌های انجام شده ۱۰ تن هویج حدود ۱۵ کیلوگرم نیتروژن، ۸ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۴۵ کیلوگرم پتاسیم (K_2O) از خاک برداشت می‌کند (Peyvast, 2005). از آنجا که هویج در مرحله جوانه‌زدن به انواع نمک‌ها حساس است بهتر است که کلیه کودهای شیمیایی در سه مرحله داده شود (Peyvast, 2005). تجمع نیترات در سبزی‌ها، یکی از مشکلات حاصل از کاربرد روش‌های کشاورزی مدرن است. ترکیبات نیتراته به راحتی توسط گیاهان زراعی جذب می‌گردند و اگر بلافاصله به پروتئین تبدیل نشوند به شکل نیترات در سلول‌ها ذخیره می‌شوند و ممکن است تبدیل نیترات به نیتريت (در اثر بلع یا پختن) و سپس ترکیب آن با آمین‌ها، باعث تشکیل نیتروآمین‌های سرطان‌زا شود. میزان جذب و مصرف نیترات‌ها توسط گیاهان، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع خاک، آب و هوا، شدت نور، وارسته و مصرف کود قرار می‌گیرد (Kuchaki et al., 1997). طی بررسی‌های انجام شده مشخص گردید، کود نیتروژنی به عنوان منبع تأمین کننده نیتروژن وزن تر ریشه را افزایش می‌دهد (Martin et al., 2004). تحقیقات نشان داد که کاهش مصرف کود نیتروژنی سبب افزایش وزن خشک ریشه می‌شود (Dechassa et al., 2003). طبق بررسی‌های انجام شده، مقدار ترکیبات فنولی ریشه‌ها بیشتر تحت تأثیر خاک و شرایط آب و هوایی است (Rozek et al., 2000). با توجه به افزایش بی‌رویه و بدون برنامه کودهای نیتروژنی در تولید محصول هویج و به دنبال آن هدر رفت مقدار زیادی از این کود و همچنین بالا رفتن میزان نیترات در محصول ضرورت انجام آزمایش‌های مختلف در خصوص زمان و میزان مصرف کودهای نیتروژنی امری اجتناب ناپذیر است. هدف از انجام این مطالعه تعیین مقدار مناسب کود نیتروژنی بر ای دستیابی به بالاترین میزان عملکرد و کیفیت بهتر در دو رقم هویج و تعیین بهترین زمان مصرف کود نیتروژنی برای تولید عملکرد و کیفیت مناسب است.

نیتروژنی مذکور شامل هم‌زمان با آماده‌سازی بستر و قبل از کاشت بذر، ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در دو رقم هویج انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک	جرم مخصوص ظاهری gr/cm ³	جرم مخصوص حقیقی gr/cm ³	بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	
۰-۳۰	۱/۴۷	۲/۶۵	لوم شنی	۱۰	۲۲	۶۸	
نسبت جذب سدیم (SAR)	واکنش گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربنات کلسیم (%)	مواد آلی (%)	فسفر (P ₂ O ₅) (ppm)	پتاسیم (K ₂ O) (ppm)	نیتروژن کل (%)
۰/۶۵	۷/۳	۰/۸۳	۶	۱/۲۰	۱۴	۳۵۰	۰/۴

آزمایشگاه خاکشناسی پارس داریون ساوه

(Lichtenthaler, 1987) برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها به روش توکی و برآورد ضرایب همبستگی بین صفات از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر برگ

نتایج تجزیه آماری داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که برهمکنش رقم و زمان کوددهی و مقدار نیتروژن بر وزن تر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که رقم 'نانتز' در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت با وزن ۲۳/۸۴ گرم دارای بیشترین وزن تر برگ. کمترین میزان وزن تر برگ نیز مربوط به رقم 'نانتز' در زمان کوددهی ۶۰ روز پس از کاشت با میزان نیتروژن ۲۵ کیلوگرم در هکتار با وزن تر برگ ۱۴/۳۹ گرم بود. بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات محققین، وزن تر برگ با افزایش کود نیتروژنی افزایش می‌یابد. این محققین نشان دادند که مصرف کود نیتروژنی به صورت تقسیط سبب کارایی بیشتر نیتروژن شده و به دنبال آن افزایش وزن تر برگ را به همراه دارد. همچنین گزارش گردید که مصرف کود نیتروژنی در زمان کاشت و به دنبال آن مصرف نیتروژن سرک بیشترین افزایش وزن تر برگ را موجب می‌گردد (Martin et al., 2004). طی یک سری تحقیقات دیگر گزارش شد که مصرف کود نیتروژنی تا مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش وزن تر

بذرهای ضدعفونی شده با قارچ‌کش تیرام (Thiram) در تاریخ ۲۴ مرداد ۱۳۸۸ در مزرعه آزمایشی کشت شد. مقدار بذر مورد استفاده ۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود و فواصل کشت ۵ سانتی‌متر از یکدیگر در روی ردیف‌ها و ۲۵ سانتی‌متر بین ردیف در نظر گرفته شد که به طور متوسط در هر کرت تعداد ۸۰ بوته کشت و پرورش داده شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی در طول رشد گیاه به طور مرتب انجام گرفت. آبیاری به روش ثقلی انجام شد، هر کرت توسط یک جوی جداگانه آبیاری گردید و ارتباط هر کرت پس از آبیاری با جوی مسدود گردید. هر کرت دارای مرز و پشته‌ای جداگانه برای جلوگیری از انتقال آب به کرت‌های مجاور بود. به منظور ارزیابی روند رشد گیاه از هر واحد آزمایشی ۵ بوته به تصادف انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه صفاتی نظیر طول ریشه ذخیره‌ای، طول برگ، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، میزان کاروتنوئید، میزان ترکیبات فنولی و میزان نیترات مورد بررسی قرار گرفت. در برداشت نهایی (اواسط آبان ماه) ۱۵ بوته از وسط هر کرت از خاک بیرون آورده شد و عملکرد تعیین گردید. برای اندازه‌گیری میزان فنول از روش فولین-سیوکالچو (Folin-Cicalteu) استفاده شد (Singelton et al., 1999).

میزان نیترات از روش اسید سولفوسالیسیک (Sulphosalisic acid) اندازه‌گیری شد (Page, 1982). برای تعیین میزان کاروتنوئید ریشه‌ها از روش‌های لیچتن‌تالرو ولبورن (Lichten thaller & Wellburn, 1994) استفاده گردید (Wellburn, 1994).

برگ شد و در مقادیر بالاتر اثری معکوس در عملکرد محصول داشت (Hole, 1996).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رقم، زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در هویج

تکرار	رقم	زمان مصرف	نیتروژن	رقم × زمان	رقم × نیتروژن	زمان × نیتروژن	رقم × زمان × نیتروژن	خطای آزمایش	درصد ضریب تغییرات	
۲	۱	۲	۳	۲	۳	۶	۶	۴۶	-	
وزن تر برگ	وزن تر برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک برگ‌ها	وزن خشک ریشه	طول برگ	طول ریشه	عملکرد	میزان فنول	میزان کاروتنوئید	میزان نیترات
۰/۱۷۳ ^{ns}	۲۰/۱۰۸ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۱۶۰۰/۵۵۴ ^{ns}	۲۰/۱۰۸ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۱۹۷/۰۱۸ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۵۰۲/۹۹۹ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۶۰/۵۱۹ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۴۶/۲۷۴ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۲۴۰/۱۲۴ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۱۹۰/۳۴۸ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۲۸/۹۸۵ ^{ns}	۶/۱۷۳ ^{ns}	۲۵/۲۱۸ ^{ns}	۲۸/۱۷۳ ^{ns}	۰/۱۳۱ ^{ns}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۸/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۸۱ ^{ns}
۷/۰۱۵	۰/۹۲۵	۴/۲۷۸	۰/۰۱۲	۱/۸۲۹	۵/۱۳۹	۱/۱۶۶	۰/۰۷۲	۴/۲۷۸	۰/۰۱۲	۰/۲۶۹
۳/۷۱	۵/۳۸	۲/۰۲	۴/۷۰	۷/۶۸	۷/۷۰	۷/۶۸	۴/۷۰	۲/۰۲	۷/۸۱	۹/۳۴

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

وزن تر ریشه

با توجه به مقایسه تجزیه واریانس (جدول ۲) ملاحظه می‌شود که اثر متقابل میزان کود نیتروژنی و رقم و زمان کوددهی بر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه (۹۲/۴۶ گرم) مربوط به رقم 'نانتز' در زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت با مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود همچنین کمترین وزن تر ریشه (۵۴/۴۵ گرم) مربوط به رقم 'فورتو' در زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت با مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود.

با توجه به ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۴) ملاحظه می‌شود که وزن تر ریشه با وزن تر برگ، همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۶۱) در سطح احتمال ۱ درصد داشت. کود نیتروژنی اثر غیر مستقیم روی وزن

نتایج بدست آمده در این مطالعه با نتایج این دانشمندان مطابقت دارد به طوری که در هر دو آزمایش با افزایش مقدار نیتروژن، وزن تر قسمت‌های هوایی بیشتر از وزن تر ریشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین میزان نیتروژن جذب شده به دلیل آبشویی زیاد نیتروژن

مورد انتظار است.

بستگی زیادی به میزان تقسیط و در دسترس بودن آن
توسط ریشه دارد، به طوری که هر چقدر میزان تقسیط
کود نیتروژنی بیشتر شود به میزان بیشتری در اختیار
ریشه گیاه قرار می‌گیرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش سه جانبه رقم× زمان مصرف× مقدار مصرف کود نیتروژن در برخی صفات هویج

رقم	زمان مصرف	مقدار مصرف نیتروژن (کیلوگرم در هر هکتار)	وزن تر برگ (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	عملکرد (کیلوگرم بر مترمربع)	میزان فنول (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر)
	زمان کاشت بذر	۲۵	۱۸/۰۷۳cdefg	۷۲/۷۷efgh	۲/۶۷gh	۵/۶۷۱de	۲۴/۵۷۰	۱/۴۹abcde
		۵۰	۱۷/۹۰defgh	۷۵/۱۲bcdef	۳/۲۶cdefgh	۵/۸۵۹cd	۲۴/۵۰۰	۱/۲۲def
		۷۵	۱۶/۷۴efgh	۷۴/۴۹cdef	۳/۱۴defgh	۵/۸۰۹de	۱۲۶/۷fg	۱/۰۶f
		۱۰۰	۱۷/۹۵cdefgh	۷۱/۳۲efghi	۳/۸۷abcdef	۵/۵۵۵def	۶۱/۱۷lm	۱/۱۷def
نانتز	۳۰ روز پس از کاشت	۲۵	۱۶/۲۶efgh	۷۶/۳۹bcdef	۳/۰۰۷efgh	۵/۹۶۱cd	۲۸۴/۵۶a	۱/۷۵a
		۵۰	۱۸/۹۶cdef	۸۴/۴۳abc	۲/۸۶fgh	۶/۶۰۴b	۱۵۶/۸c	۱/۱۷def
		۷۵	۲۳/۸۴a	۹۲/۴۶a	۴/۱۶abcd	۷/۲۴۶a	۲۲/۵۰۰	۱/۱۹def
		۱۰۰	۱۶/۸۷efgh	۶۸/۳۶fghijk	۴/۶۰ab	۵/۳۱۸efg	۱۳۶/۵e	۱/۲۷def
	۶۰ روز پس از کاشت	۲۵	۱۴/۳۹h	۶۲/۰۶ijklm	۳/۰۲efgh	۴/۸۱۴hij	۱۰۸/۲i	۱/۲۵def
		۵۰	۲۱/۶abc	۸۴/۹۹ab	۳/۹۹abcde	۶/۶۴۹b	۱۱۳/۵hi	۱/۲۱cdef
		۷۵	۲۰/۹۵abcd	۸۰/۵۹bcde	۴/۶۸ab	۶/۲۹۷bc	۱۴۶/۳d	۱/۵۳abcd
		۱۰۰	۱۷/۴۸defgh	۷۰/۴۲fghij	۴/۵۹ab	۵/۴۸۳def	۱۲۱/۰gh	۱/۱۳def
	زمان کاشت بذر	۲۵	۱۶/۳۳efgh	۶۱/۱۷jklm	۳/۱۹defgh	۴/۷۴۳hij	۱۰۹/۴i	۱/۲۰def
		۵۰	۱۵/۵۵fgh	۶۶/۳۶fghijkl	۲/۲۵h	۵/۱۵۸fgh	۱۰۸/۹i	۱/۱۸def
		۷۵	۱۴/۸۲gh	۶۴/۲۴fghijklm	۲/۵۸gh	۴/۹۸۹ghi	۹۶/۷۷j	۱/۳۸cdef
		۱۰۰	۱۵/۶fgh	۷۰/۸۸efghij	۲/۸۸efgh	۵/۵۲۰def	۱۶۵/۰b	۱/۱۴def
فورتو	۳۰ روز پس از کاشت	۲۵	۱۵/۶۶fgh	۵۴/۴۵m	۲/۹۳efgh	۴/۲۰۶k	۶۵/۳۰m	۱/۶۵abc
		۵۰	۱۹/۸۵bcde	۷۴/۳۵def	۳/۰۷defgh	۵/۷۹۸de	۱۴۴/۴d	۱/۷۹a
		۷۵	۲۱/۰۹abcd	۸۴/۱۵abcd	۴/۸۸a	۶/۵۸۲b	۱۱۴/۹hi	۱/۴۵cdef
		۱۰۰	۱۵/۳۴fgh	۶۳/۰۳hijklm	۴/۳۵abc	۴/۸۹۲ghi	۷۹/۹۷k	۱/۶۷ab
	۶۰ روز پس از کاشت	۲۵	۱۶/۷۲efgh	۷۳/۸۴efg	۳/۵۹bcdefg	۵/۷۵۷de	۶۵/۳۰l	۱/۶۵abc
		۵۰	۱۹/۸۴bcde	۷۱/۰۵efghij	۲/۶۵gh	۵/۵۳۴def	۲۶/۶۳o	۱/۰۸ef
		۷۵	۲۲/۸۵ab	۵۹/۵۳klm	۴/۴۲ab	۴/۶۱۲ijk	۳۶/۰۰n	۱/۴۹abcde
		۱۰۰	۱۴/۶۶gh	۵۷/۲۱lm	۴/۴۷ab	۴/۴۲۶jk	۱۳۳/۲ef	۱/۷۹a

برای هر صفت میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، تفاوت آماری معنی‌داری با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

به این دلیل، بیشترین وزن تر ریشه در این مطالعه مربوط به زمان‌های کوددهی ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت و سطوح کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود.

وزن خشک برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) ملاحظه می‌شود که برهمکنش میزان کود نیتروژنی در رقم در زمان کوددهی بر وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ (۴/۸۸ گرم) مربوط به رقم 'فورتو' در زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت با مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. همچنین همبستگی بین وزن خشک برگ با وزن تر برگ (۰/۳۶) در سطح احتمال ۱ درصد مثبت و معنی‌دار بود. در بررسی‌های انجام شده نشان داده شد که وزن خشک برگ به طور معنی‌داری در مقادیر بالاتر

کود نیتروژنی بیشتر است (Sisay et al., 2008). طی بررسی‌هایی نشان داده شد که افزایش کود نیتروژنی رشد رویشی قسمت‌های هوایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که افزایش رشد رویشی سبب جذب بیشتر مواد معدنی می‌شود که به دنبال آن وزن خشک قسمت‌های هوایی را افزایش می‌دهد (Hole et al., 1987a). نتایج به دست آمده در این بررسی‌ها با نتایج این دانشمندان مطابقت دارد و با کاربرد کود نیتروژنی به صورت تقسیط و افزایش جذب نیتروژن در اثر افزایش مقدار کود، رشد گیاه و در نتیجه وزن خشک برگ افزایش یافت.

جدول ۴- جدول ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در هویج

وزن تر برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه	طول برگ	طول ریشه	عملکرد	میزان فنول	میزان کاروتنوئید	میزان نیترات
وزن تر برگ	۱								
وزن تر ریشه	۰/۶۱۶**	۱							
وزن خشک برگ	۰/۳۶۸**	۰/۱۱۴	۱						
وزن خشک ریشه	۰/۷۱۷**	۰/۵۲۷**	۰/۰۹۷	۱					
طول برگ	۰/۲۵۹*	۰/۰۶۴	۰/۶۴۵**	-۰/۰۱۳	۱				
طول ریشه	۰/۴۷۳**	۰/۴۰۹**	۰/۰۸۵	۰/۱۲۴	۱				
عملکرد	۰/۲۹۳**	۰/۶۲۴**	۰/۳۰۲**	-۰/۱۲۵	-۰/۲۳	۱			
میزان فنول	-۰/۲۷۴*	۰/۱۰۹	-۰/۰۱۴	-۰/۱۱۶	-۰/۲۲۶	۰/۱۰۸	۱		
کاروتنوئید	-۰/۱۲۰	-۰/۲۲۲	۰/۱۷۵	-۰/۱۹۵	۰/۱۶۸	-۰/۲۹۴*	۰/۱۹۸	۱	
نیترات	۰/۱۰۴	۰/۰۱۸	۰/۳۵۷**	-۰/۰۷۵	۰/۳۰۷**	-۰/۰۱	۰/۰۴۲	۰/۰۵۸	۱

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

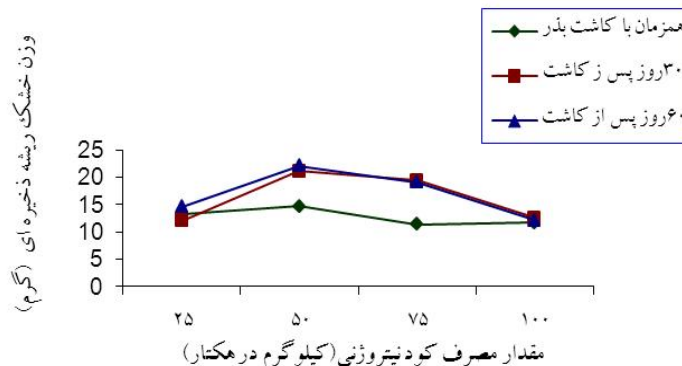
وزن خشک ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که سه برهمکنش دو جانبه رقم و زمان کوددهی، رقم و میزان کود نیتروژنی و زمان کود نیتروژنی بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال یک

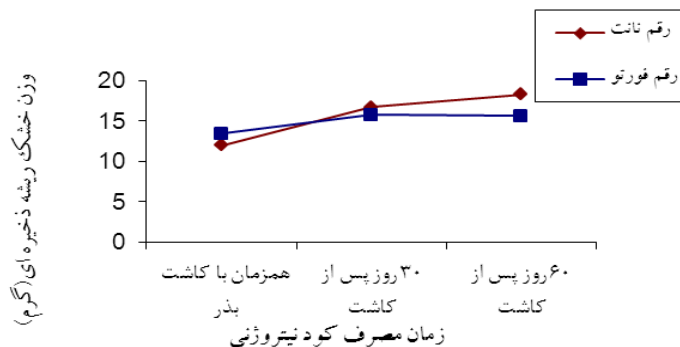
درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین برهمکنش میزان کود نیتروژنی و زمان کوددهی نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک ریشه (۲۲/۰۹۵ گرم) مربوط به ۶۰ روز پس از کاشت و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. برهمکنش رقم و زمان کوددهی نیز نشان داد که

ریشه می‌شود. همچنین با افزایش مقدار نیتروژن وزن خشک ریشه کاهش می‌یابد (Smolen & Sady, 2009). طی بررسی‌های انجام شده گزارش شد که کود نیتروژنی بالا در طول دوره رشد باعث کم شدن مقدار وزن خشک ریشه می‌شود (Martin et al., 2004). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های این دانشمندان مطابقت دارد، زیرا افزایش سطح کود نیتروژنی تا یک حدی منجر به افزایش سطح فتوسنتزی و به دنبال آن افزایش ماده خشک می‌شود اما در سطوح بالاتر از ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن منجر به کاهش سطح فتوسنتزی و در نتیجه کاهش ماده خشک می‌شود.

بیشترین وزن خشک ریشه (۱۸/۳۱۳ گرم) مربوط به رقم 'نانتز' و زمان کوددهی ۶۰ روز پس از کاشت بود. همچنین مقایسه میانگین برهمکنش دو جانبه رقم و میزان کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه (۱۹/۴۳ گرم) در رقم 'فورتو' و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد. وزن خشک ریشه نیز با وزن تر برگ (۰/۷۱) و وزن تر ریشه (۰/۵۲) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. تحقیقات نشان داده است که کود نیتروژنی تأثیر معنی‌داری روی وزن خشک ریشه هویج دارد به طوری که مقادیر مختلف کود نیتروژنی سبب کاهش قابل توجهی در وزن خشک



شکل ۱- نمودار برهمکنش زمان کوددهی و سطوح مختلف کود نیتروژنی بر تغییرات وزن خشک ریشه



شکل ۲- نمودار برهمکنش رقم و زمان کوددهی بر تغییرات وزن خشک ریشه

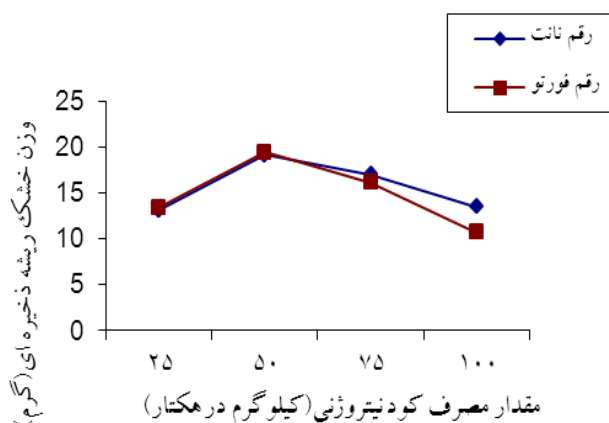
برهمکنش زمان کوددهی و میزان کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین طول برگ (۳۳/۲۷ سانتی‌متر) مربوط به زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود که با زمان کوددهی همزمان با کاشت بذر و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۲۷/۰۹۳)

طول برگ

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) دو برهمکنش دو جانبه زمان کوددهی و میزان کود نیتروژنی و رقم و زمان کوددهی بر طول برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین

سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به رقم 'فورتو' و 'نانتز' و زمان کوددهی ۶۰ روز پس از کاشت بود. همبستگی بین طول برگ با وزن تر برگ (۰/۲۵) و وزن خشک برگ (۰/۶۴) به ترتیب در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد مثبت و معنی‌دار بود.

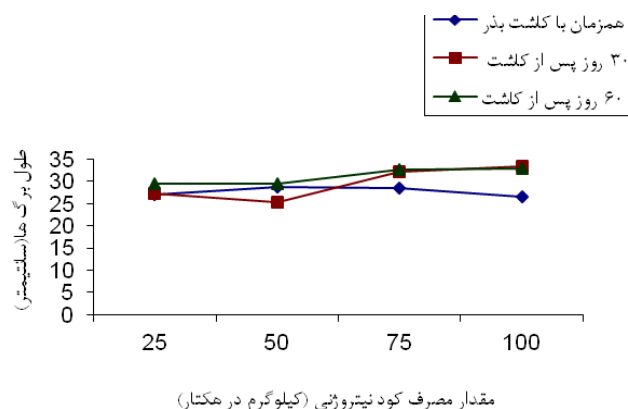
سانتی‌متر)، زمان کوددهی همزمان با کاشت بذر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۲۶/۵۵ سانتی‌متر) و زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۲۵/۳۷۵ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و زمان کوددهی نیز نشان داد که بیشترین طول برگ (۳۱/۴۶۱ و ۳۰/۸۰۲



شکل ۳- نمودار برهمکنش رقم و سطوح مختلف کود نیتروژنی بر تغییرات وزن خشک ریشه

بیشترین ذخیره نیتراتی است، چون نیتروژن باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود، در نتیجه هر چه نیتروژن بیشتر، جذب آن بیشتر، ذخیره نیتراتی بیشتر و ارتفاع گیاه هم بیشتر می‌شود (Robin et al., 2001).

متوسط ارتفاع گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود نیتروژنی قرار می‌گیرد و ارتفاع گیاه به طور معنی‌داری در مقادیر بالاتر کود نیتروژنی بالاتر بود (Sisay et al., 2008). بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به



شکل ۴- نمودار برهمکنش زمان کوددهی و سطوح مختلف کود نیتروژنی بر تغییرات طول برگ

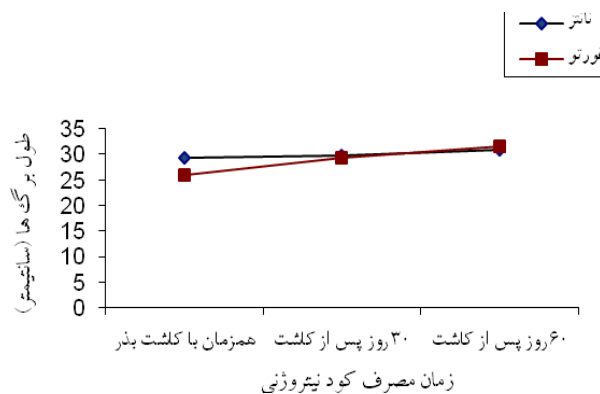
طول ریشه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، دو اثر اصلی مقدار کود نیتروژنی و زمان کوددهی بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. مقایسه

نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر مطالعات این دانشمندان را تأیید می‌کند و افزایش مقدار کود نیتروژنی آن هم به صورت تقسیط باعث افزایش طول برگ‌ها شد.

مربوط به زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت بود. همبستگی بین طول ریشه با وزن تر برگ (۰/۴۷)، با وزن تر ریشه (۰/۴۰) و با وزن خشک ریشه (۰/۵۷) در سطح احتمال ۱ درصد مثبت و معنی‌دار بود.

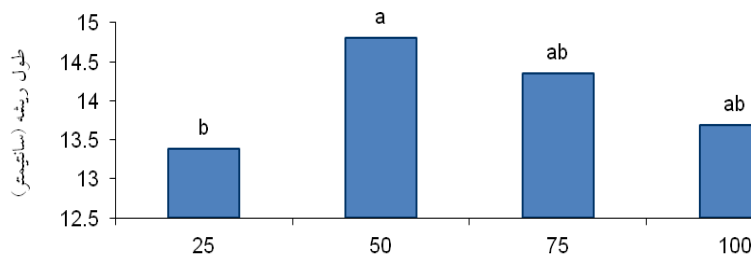
میانگین اثر اصلی مقدار کود نیتروژنی بر طول ریشه نشان داد که بیشترین طول ریشه (۱۴/۸۰ سانتی‌متر) مربوط به ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. همچنین مقایسه میانگین اثر اصلی زمان کوددهی بر طول ریشه نشان داد که بیشترین طول ریشه (۱۴/۵۶ سانتی‌متر)



شکل ۵- نمودار برهمکنش رقم و زمان کوددهی بر تغییرات طول برگ

دنبال آن تجمع ماده خشک بیشتر و در نتیجه طول ریشه بلندتر می‌شود و بیشترین طول ریشه در زمان کاربرد کود بصورت تقسیط بخاطر سهولت در جذب آن دیده شد زیرا با افزایش کود نیتروژنی رشد رویشی افزایش یافته و مانع رشد ریشه می‌شود.

مقادیر بالاتر کود نیتروژنی تأثیری بر افزایش طول ریشه نداشت ولی مقدار پایین کود نیتروژنی طول ریشه را بهبود بخشید (Dechassa et al., 2003). نتایج حاضر با این یافته‌ها مطابقت دارد زیرا افزایش سطح نیتروژن تا یک حدی منجر به افزایش سطح فتوسنتزی و به



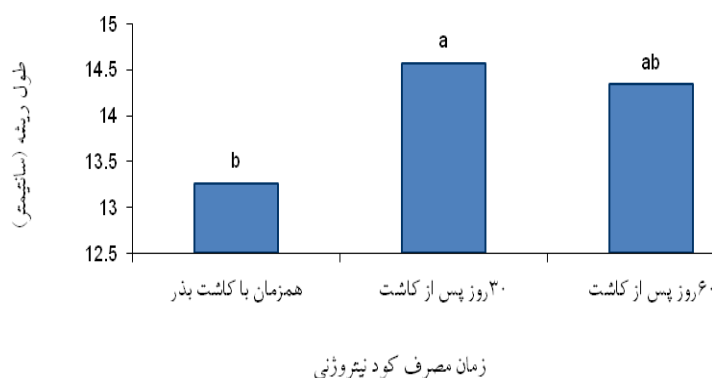
شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنی بر تغییرات طول ریشه در دو رقم هویج 'نانتز' و 'فورتو'

به رقم 'نانتز' و زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و به میزان ۷/۲۴۶ کیلوگرم بر متر مربع بود. عملکرد نیز با وزن تر برگ (۰/۲۹)، با وزن تر ریشه (۰/۶۲)، با طول برگ (۰/۳۰) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و با طول ریشه (۰/۲۶) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح پنج درصد با مقدار

عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که برهمکنش سه جانبه مقدار کود نیتروژنی و رقم و زمان کوددهی در عملکرد در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش دو جانبه زمان در نیتروژن در سطح یک درصد و رقم در نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد مربوط

تحقیق حاضر با یافته‌های فوق مطابقت دارد. کوددهی با نیتروژن در اواسط دوره رشد تکامل ریشه عملکرد و کیفیت محصول را افزایش داد و در نتیجه کوددهی بصورت سرک عملکرد را نسبت به زمانی که کود تنها در زمان آماده‌سازی بستر استفاده می‌شد را بهبود بخشد. کود نیتروژنی باعث افزایش سطح فتوسنتزی و اندازه ریشه شده در نتیجه عملکرد افزایش یافت.



شکل ۷- تأثیر زمان کوددهی بر تغییرات طول ریشه در دو رقم هویج 'نانتز' و 'فورتو'

کاروتنوئید

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) ملاحظه می‌شود که برهمکنش میزان کود نیتروژنی و رقم و زمان کوددهی بر میزان ترکیبات کاروتنوئیدی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۳) بر همکنش تیمارها نشان داد که بیشترین میزان ترکیبات کاروتنوئیدی (۱/۷۹ و ۱/۷۹ و ۱/۷۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) به ترتیب مربوط به رقم 'فورتو' و زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، رقم 'فورتو' و زمان کوددهی ۶۰ روز پس از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و رقم 'نانتز' و زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. میزان ترکیبات کاروتنوئیدی (۲۹٪) با عملکرد (میزان محصول) در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در بررسی‌ها نشان داده شد که غلظت کاروتنوئید ریشه به وسیله کود نیتروژنی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و کود اوره مقدار کاروتنوئید را افزایش می‌دهد (Rozek et al., 2000). نتایج حاضر در این تحقیق با نتایج این دانشمندان مطابقت دارد و علت آن این است

کاروتنوئید داشت (۲۹/۰-). نتایج بدست آمده توسط محققین نشان داد که عملکرد ریشه هویج با افزایش مقدار کود نیتروژنی افزایش می‌یابد (Sarkindiya & Yakubu, 2006). عملکرد هویج به وسیله سطوح کود نیتروژنی تحت تأثیر قرار گرفت (Sisay et al., 2008). همچنین محققین به این نتیجه رسیدند که کاهش مقدار کود نیتروژنی عملکرد پایین‌تر هویج را سبب می‌شود (Rozek et al., 2000). نتایج بدست آمده

میزان ترکیبات فنولی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که برهمکنش میزان کود نیتروژنی و رقم و زمان کوددهی بر میزان ترکیبات فنولی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان ترکیبات فنولی (۲۸۴/۵۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر) مربوط به رقم 'نانتز' و زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود که با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین همبستگی بین میزان ترکیبات فنولی با وزن تر برگ (۲۷٪) در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. مطالعات بر روی کلم‌ها نشان داد که کوددهی با نیتروژن باعث افزایش ترکیبات فنولی می‌شود (Sady et al., 1999).

تحقیقات انجام شده نشان داد گیاهانی که با کود نیتروژنی هم در زمان آماده‌سازی بستر کشت و هم به صورت سرک تیمار شده بودند، ترکیبات فنولی بیشتری در مقایسه با کوددهی تنها در زمان آماده‌سازی بستر داشتند (Smolen & Sady, 2009).

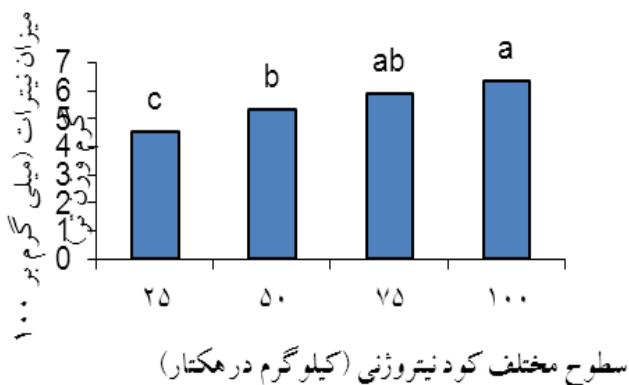
اگر بلافاصله به پروتئین تبدیل نشوند به شکل نیترات در سلول‌ها ذخیره می‌شود و ممکن است تبدیل نیترات به نیتريت (در اثر بلع یا پختن) و سپس ترکیب آن با آمیدها باعث تشکیل نیتروآمین‌های سرطان‌زا شود. میزان جذب و مصرف نیترات توسط گیاهان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع خاک، آب و هوا، شدت نور، واریته و مصرف کود قرار می‌گیرد.

تجمع نیترات در نتیجه عدم تعادل بین جذب و انتقال نیترات از طریق آوند چوب و به دنبال آن احیای نیترات به آمونیوم است که سپس به سرعت به اسید-آمین تبدیل می‌شوند. هر چند که به نظر می‌رسد غلظت نیترات درونی گیاه توسط مکانیسم خودتنظیمی کنترل می‌شود ولی میزان نیترات در سبزی‌ها را می‌توان با کاهش مصرف نیتروژن در تولید محصول کاهش داد و خطر سلامتی انسان توسط احیای نیترات به نیتريت در سبزیجات را بهبود بخشید (Smolen & Sady, 2008).

که تا حدودی افزایش کود نیتروژنی مقدار کاروتنوئید را افزایش می‌دهد و مقادیر خیلی بالاتر به دلیل ایجاد شیب اسمزی اثر معکوس در مقدار کاروتنوئید دارد.

نیترات

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر اصلی میزان کود نیتروژنی بر میزان نیترات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار میزان کود نیتروژنی بر میزان نیترات نشان داد که بیشترین میزان نیترات (۶/۳۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. میزان نیترات با وزن خشک برگ (۰/۳۵) و با طول برگ (۰/۳۰) در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. برخی محققین نشان دادند که کاربرد کود نیتروژنی به صورت سرک باعث افزایش سطح تجمع نیترات در هویج می‌شود (Sady et al., 1999). همچنین محققین گزارش کردند که کود نیتروژنی باعث افزایش غلظت نیترات در هویج می‌شود (Smolen & Sady, 2008). اصولاً ترکیبات نیتراته به راحتی توسط گیاه جذب می‌شوند و



شکل ۸- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنی بر تغییرات میزان نیترات در دو رقم هویج 'نانتز' و 'فورتو'

نتیجه‌گیری کلی

نیتروژن و در زمان‌های کوددهی ۳۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت بود. بنابراین با کاربرد صحیح و مناسب کود نیتروژنی بر اساس نیاز گیاه می‌توان خواص کیفی و کمی هویج را بهبود بخشید و میزان نیترات جذب شده را در گیاه به حداقل رساند، و در نهایت بهترین تیمار توصیه شده مقادیر کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در زمان‌های کودی ۳۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت می‌باشد.

به نظر می‌رسد شاخص‌ترین نتیجه به دست آمده از این مطالعه این باشد که بیشترین وزن تر برگ، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، عملکرد، ترکیبات فنولی و کاروتنوئید در هر دو رقم هویج مربوط به مقادیر کودی ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در زمان‌های کوددهی ۳۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت بود. بیشترین وزن خشک برگ و طول برگ در هر دو رقم مربوط به مقادیر کودی ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار

سیاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه

گیلان به خاطر تأمین اعتبارات لازم برای انجام پژوهش فوق تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

REFERENCES

1. Dechassa, N., Schenk, N. M. K. & Teingrobe, N. (2003). Phosphorus efficiency of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata), carrot (*Daucus carota* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Soil*, 250, 215-224.
2. Hole, C. C. (1996). Carrots. In: Zamski E, Schaffer AA (eds). Photo assimilates distribution in plants and crops. Marcel Dekker, New Publishers. USA.
3. Hole, C. C., Morris, G. E. L. & Cowper, A. (1987a). Distribution of dry matter between shoot and storage root of field-grown carrots. I. Onset of differences between initiation cultivars. *Journal of Horticulture Science*, 62, 335-341.
4. Ismail, A., Marjan, Z. M. & Foong, C. W. (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87, 581-586.
5. Kanemasu, E. T., Flitcroft, I. & Li, B. (1997). Sustainable Agriculture: Research or re-search. *Journal of Agriculture Meteorology*, 52 (5), 409-418.
6. Kuchaki, A., Nakhforush, A. & Zarif ketabi, H. (1997). *Organic Farming*. Publication.F University of Ferdosi Mashhad (In Farsi).
7. Leja, M., Stodolak, B. Mareczek, A. & Rozek, S. (1997). Cultivar variability in phenolic metabolism of carrot roots, Part II. Enzymatic discoloration. *Umbelliferae Improvement Newsletter*, 7, 10-12.
8. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
9. Martin, N., Greet-jan, V. & Arne, V. B. (2004). Parameter for carrot quality and the development of inner quality concept. Louis Blok Institute, (in Netherlands).
10. Page, A.L. (1982). *Methods of soils analysis*. Part 2: chemical and microbiological methods. Soil Science American Madison, Wisconsin. USA.
11. Peyvast, G. A. (2005). *Vegetable production*. Publication of Daneshpazir. Third edition (In Farsi).
12. Podsedek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: a review. *Food Science & Technology*, 40, 1-11.
13. Robin, L.W., Burns, L.G. & Moorby, J. (2001). Responses of plant growth rate to nitrogen supply: a comparison of relative addition and N interruption treatments. *Journal of Experimental Botany*, 52 (355), 309-317.
14. Rozek, S., Leja, M. & Wojciechowska, R. (2000). Effect of differentiated nitrogen fertilization on changes of certain compounds in stored carrot roots. *Folia Horticulture*, 12 (2), 21-34.
15. Sady, W., Rozek, S. Leja, M. & Mareczek, A. (1999). Spring cabbage yield and quality as related to nitrogen fertilizer type and method of fertilizer application. *Acta Horticulturae*, 506, 77-80.
16. Sarkindiya, S. & Yakubu, A. I. (2006). Effect of intra-row spacing, fertilizer level and period of weeding on the Performance of carrot (*Daucus carota* L.) in Skoto Rima Valley. *Journal of Agriculture*, 1. (1), 1-5.
17. Singelton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, R. S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Cicalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
18. Sisay, H., Tilahun, S. & Nigussie, D. (2008). Effect of Combined application of organic-P and inorganic-N fertilizers on yield of Carrot. *African Journal of Biotechnology*, (1), 27-34.
19. Smolen, S. & Sady, W. (2008). Effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on carrot (*Daucus carota* L.) yield. *Journal of Horticulture Science & Biotechnology*, 83, 427-435.
20. Smolen, S. & Sady, W. (2009). The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of nitrates, ammonium ions, dry matter and N-total in Carrot (*Daucus carota* L.) roots. *Scientia Horticulturae*, 119 (3), 219-231.
21. Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls A and B, as well as total carotenoids, using various solvent with spectrophotometers of different resolution. *Journal of plant physiology*, 144, 307-313.