

ارزیابی تأثیر پیوند و سطوح مختلف نیتروژن بر رشد و عملکرد طالبی سمسوری در شرایط مزرعه‌ای

مجید اسمعیلی^۱، رضا صالحی^{۲*}، مصباح بابالار^۳، محمدرضا ظاهری^۲ و حسین محمدی^۱
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۷)

چکیده

در این پژوهش تأثیر پایه Ace و سطوح مختلف نیتروژن (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد رویشی، عملکرد، ویژگی‌های کیفی میوه، غلظت نیتروژن برگ و میوه طالبی رقم سمسوری در شرایط مزرعه‌ای به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۲ ارزیابی شد. افزایش میزان نیتروژن از ۶۰ کیلوگرم به ۱۲۰ کیلوگرم، موجب ۲۳/۴ درصد افزایش در عملکرد کل بازارپسند شد، درحالی‌که با افزایش میزان نیتروژن از ۱۲۰ کیلوگرم به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بازارپسند ۱۹/۷ درصد کاهش یافت. عملکرد کل بازارپسند در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی، ۱۸/۸۵ درصد بیشتر بود. عملکرد تک بوته، شمار میوه و عملکرد بازارپسند در بوته در گیاهان پیوندی بالاتر از گیاهان غیرپیوندی بود. سفتی گوشت میوه در پاسخ به افزایش میزان نیتروژن، کاهش یافت و بالاترین میزان سفتی گوشت میوه در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به دست آمد. درصد ماده خشک در میوه‌های برداشت‌شده از گیاهان پیوندی به‌طور معنی‌داری بالاتر از گیاهان غیرپیوندی بود. مواد جامد محلول و pH تحت تأثیر پیوند و میزان نیتروژن قرار نگرفت. طول ساقه نیز تحت تأثیر تیمار پیوند قرار گرفت و بالاترین طول ساقه (۲۱۲/۱۷ سانتی‌متر) در گیاهان پیوندی به دست آمد، درحالی‌که کمترین طول ساقه (۱۷۳/۵۶ سانتی‌متر) در گیاهان غیرپیوندی ثبت شد. غلظت نیتروژن در برگ و میوه گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بیشتر بود. بر پایه نتایج، کاربرد روش پیوند و سطح بهینه نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم) می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد در گیاه طالبی شود.

واژه‌های کلیدی: پایه کدو، پیوندک، طالبی، عملکرد.

Evaluation the effects of grafting and different levels of nitrogen on growth and yield of Samsoori melon in field conditions

Majid Esmacili¹, Reza Salehi^{2*}, Mesbah Babalar³, Mohammad Reza Taheri² and Hossein Mohammadi¹

1, 2, 3. M.Sc. Student, Assistant Professor and Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Aug. 3, 2015 - Accepted: Jan. 27, 2016)

ABSTRACT

In this study effect of Ace rootstock and different levels of nitrogen (60, 120, 180 Kg/h) on vegetative growth, yield, quality characteristics of fruit, leaf and fruit nitrogen concentration of *Cucumis melo* cv. Samsoori as a factorial experiment in Completely Randomized block Design evaluated in field condition in 2013. Increasing nitrogen levels from 60 to 120 kg.ha⁻¹ increased marketable yield by 23.4%, whereas increasing nitrogen rate from 120 to 180 kg.ha⁻¹ decreased muskmelon yield by 19.7%. Marketable yield was higher (18.85%) in grafted in relation to non-grafted plants. Yield per plant, marketable fruit number and total yield per plant was higher in grafted plants. Fruit flesh firmness decreased in response to an increase in nitrogen fertilization and the highest values recorded on plants receiving 60 kg nitrogen per hectare. Fruit dry matter percent in fruits harvested from grafted plants were significantly higher than non-grafted plants. Total soluble solid and pH not affected by grafting and nitrogen amount. Stem length was also affected by grafting and highest stem length (212/17 cm) obtained in grafted plants, whereas lowest stem length (173/56 cm) were recorded in the non-grafted plants. Nitrogen concentration in leaf and fruits of grafted plants was higher than non-grafted. According to results, use of grafting and appropriate rate of nitrogen (120 kg) can improve growth and yield of muskmelon plants.

Keywords: *Cucurbita* rootstock, Melon, scion, yield.

مقدمه

نیترژن یک عنصر اصلی و مهم برای بیشتر گونه‌های گیاهی است که برای رسیدن به بیشینه عملکرد به مقادیر بالایی از این عنصر نیاز دارند (Ruiz *et al.*, 2006). از سوی دیگر کاربرد بیش از حد کود نیترژن باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌شود (Hayens, 1994; Waskom, 1985). برقراری تعادل بین نیترژنی که برای رشد بهینه گیاه نیاز است و کمترین انتقال نیترات به آب‌های زیرزمینی یکی از مشکلاتی است که امروزه در جهت کارایی بهتر کاربرد کودهای شیمیایی مورد توجه است (Dinnes *et al.*, 2002). گزینش و استفاده از ژنوتیپ‌هایی که کارایی بالایی در استفاده از نیترژن دارند می‌تواند مشکلات کمتری برای محیط و بوم‌نظام (اکوسیستم) کشاورزی ایجاد کرده و درعین حال عملکرد بیشتری داشته باشند (Lynch, 1998). به همین دلیل استفاده از سبزی‌های پیوندی در بسیاری از کشورها رو به افزایش است (Lee & Oda, 2003). هدف اصلی استفاده از این روش برای کنترل بیماری‌های خاک‌زاد است (Lee *et al.*, 2010). هرچند، تأثیر پیوند تنها شامل مقاومت بر علیه بیمارگر (پاتوژن)‌ها نیست، بلکه تحمل بیشتر به تنش‌های غیرزنده مانند شوری، فلزهای سنگین، خشکی، دمای پایین (Rouphael *et al.*, 2009; Colla *et al.*, 2010; Savvas *et al.*, 2008a; Colla *et al.*, 2010; Rouphael *et al.*, 2010; Flores *et al.*, 2010; Proietti *et al.*, 2008). افزون بر این بررسی‌های چندی نشان می‌دهد که بعضی از ترکیب‌های پیوندی تأثیر معنی‌داری روی جذب و انتقال عنصرها به پیوندک مانند فسفر، نیترژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و دیگر عنصرهای فرعی یا کم‌مصرف (میکرو) در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی داشتند (Salehi *et al.*, 2010; Pulgar *et al.*, 2000; Rouphael *et al.*, 2008b; Ruiz & Romero, 1999). فسفر و پتاسیم در برگ‌های خربزه پیوندشده روی پایه شینتوزا در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بالاتر بود (Salehi *et al.*, 2014). غلظت نیترژن، فسفر و پتاسیم در میوه خربزه‌های پیوندشده روی پایه‌های Ace و شینتوزا در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بالاتر بود، درحالی‌که میزان منیزیم و کلسیم در گیاهان غیرپیوندی

بالاتر بود (Salehi *et al.*, 2014). تأثیر پایه بر ترکیب محتوای مواد کانی در اندام‌های هوایی گیاه به ویژگی‌های فیزیکی نظام ریشه، مانند گسترش جانبی و عمودی که منجر به افزایش جذب آب و مواد کانی می‌شود، نسبت داده شده است (Heo, 1991). این یکی از انگیزه‌های اصلی برای استفاده گسترده از پایه‌ها است (Lee, 1994). گیاهان پیوندی به‌طور معمول افزایش در جذب عنصرها را در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی نشان می‌دهند، که می‌تواند ناشی از توان نظام ریشه پایه باشد، به همین دلیل استفاده از سبزی‌های پیوندی رشد تصاعدی پیدا کرده است (Lee, 1994). نظام ریشه پایه‌های انتخاب‌شده به‌طور معمول بزرگ‌تر و توانمندتر است و می‌تواند عنصرهای غذایی را بسیار کارآمدتر از گیاهان غیرپیوندی جذب کند، برای مثال در هندوانه توصیه می‌شود که میزان کود شیمیایی می‌تواند به نصف یا دوسوم میزان استاندارد برای گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی کاهش یابد (Salehi *et al.*, 2010; Lee & Oda, 2003). غلظت عنصرهای نیترژن، فسفر، کلسیم و منیزیم در شیرۀ خام آوند چوبی گیاهان پیوندی بیشتر از گیاهان غیرپیوندی است (Salehi *et al.*, 2010; Nie & chen, 2000). افزون بر این، مشخص شده است که در هندوانه و خربزه کاربرد پایه مشخص در گیاهان پیوندی می‌تواند باعث افزایش جذب نیترژن از راه بهبود جذب نیترات و انتقال آن به پیوندک شود (Colla *et al.*, 2010b). کاربرد پایه مشخص کدو برای خربزه باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتار و کاربرد نیترژن شد (Ruiz & Romero, 1999). این شواهد نشان می‌دهد که استفاده از گیاهان پیوندی روی پایه مشخص می‌تواند یک سازوکار برای افزایش عملکرد و رویارویی با مشکلات حاصل‌خیزی کم خاک باشد.

نیترژن بر عملکرد خربزه، اندازه میوه، بافت میوه (Bhella & Wilcox, 1986) و همچنین محتوای قند میوه تأثیر می‌گذارد (Hariprakasa & Srinivas, 1990). با افزایش میزان نیترژن از ۳۰ کیلوگرم در هکتار به ۸۵ کیلوگرم در هکتار یک افزایش عملکرد ۱۳ درصد مشاهده شد، درحالی‌که با افزایش میزان نیترژن به ۱۳۹ کیلوگرم در هکتار، کاهش عملکرد ۱۳ درصد گزارش شد (Cabello *et al.*, 2009). از سوی

دییگرتأثیر نداشتن سطوح مختلف نیتروژن روی سفتی، بریکس و pH در خربزه گزارش شده است (Cabello *et al.*, 2009). به طور کلی نیتروژن روی مواد جامد محلول بدون تأثیر است یا تأثیر کمی دارد (Kirnak *et al.*, 2005).

بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر رشد رویشی، عملکرد، ویژگی‌های کیفی میوه و غلظت نیتروژن برگ و میوه طالبی پیوندی و غیرپیوندی بود.

عملیات پیوند

روشی که برای پیوند گیاهچه‌های طالبی روی پایه کدو استفاده شد، روش نیم‌انیم تغییر یافته بود. در آغاز گیاهچه‌های پیوندک ۱ سانتی‌متر پایین‌تر از برگ‌های لپه‌ای به‌طور مورب قطع شد. آنگاه ژاتاک (مریستم) انتهایی (نقطه رشدی) پایه به همراه یک برگ لپه‌ای به‌صورت مورب قطع شد. دو محل بریده شده سپس روی هم قرار گرفته و از یک گیره پیوند برای ثابت نگه‌داشتن محل پیوند استفاده شد. گیاهچه‌های پیوندشده پس از پیوند به اتاقت رشد که در آن دما (۳۰ درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی (سه روز اول پس از پیوند در حدود ۹۵ درصد و بعد ۷۰ درصد) و نور (سه روز اول تاریکی مطلق و بعد نور طبیعی) به‌طور دقیق کنترل می‌شد، منتقل شدند. پس از گذشت هفت روز از زمان پیوند گیاهچه‌های پیوندی از اتاقت رشد خارج شده و به یک گلخانه شیشه‌ای با نور کافی و طبیعی (۱۵-۱۰ هزار لوکس)، دمای ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس (روز) و ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس (شب) منتقل شده و روزی یک نوبت آبیاری شدند.

اعمال تیمار نیتروژن

عنصر نیتروژن از راه کود اوره با محتوای ۴۶ درصد نیتروژن در سه نوبت (سرک) با توجه به مرحله رشد گیاهان (بنا بر عرف معمول و رایج) به خاک اضافه شد. نوبت اول که یک‌سوم میزان کود محاسبه شده را شامل می‌شد، پیش از انتقال نشاها و به‌صورت نواری در کنار خط کاشت روی ردیف‌ها به خاک اضافه شد. نوبت دوم نیتروژن یک ماه پس از نشاکاری اعمال شد. با توجه به اینکه سامانه آبیاری سنتی (جوی و پشته) بود، لذا به‌منظور افزودن کود نوبت دوم، در آغاز کود وزن شده بر پایه هر بلوک محاسبه و آنگاه در بشکه‌ای حل شد و به‌صورت محلول پای هر بوته پس از آبیاری

مواد و روش‌ها

محل و زمان آزمایش، تیمارهای آزمایشی

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در گلخانه‌های سبزی‌کاری و مرکز تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد (کاشت بذرهای پایه و پیوندک و انجام عملیات پیوند در گلخانه، اعمال تیمار نیتروژن در سبزی‌کاری). از گیاه طالبی، رقم 'سمسوری' نیز به‌عنوان پیوندک و شاهد استفاده شد. بذر طالبی سمسوری از شرکت تولید بذر فلات تهیه شد. از رقم کدوی دورگ (همبرید) به نام Ace (تولیدی شرکت تولید بذر Nongwoo Bio، کره جنوبی) که دورگ بین‌گونه‌ای *Cucurbita maxima* × *C. moschata* است، به‌عنوان پایه استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع گیاه (پیوندی و غیرپیوندی) و سه سطح نیتروژن (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) بود. در مجموع شش تیمار با سه تکرار و ده بوته برای هر تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بود.

کاشت بذرهای پایه و پیوندک

بذرهای پایه و پیوندک به‌طور همزمان در ۱ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۲ در سینی‌های نشایی ۱۰۵ حجره‌ای (۱۵×۷) که ابعاد هر حجره ۳/۲ سانتی‌متر (قطر دهانه) و ۴/۳ سانتی‌متر (عمق) با حجم ۲۸ سی‌سی کشت شدند. علت همزمان کاشت کردن بذرهای پایه و پیوندک این بود که در روش پیوند مورد استفاده (نیم‌انیم تغییر یافته) نیازی به یکسان بودن قطر محور زیر لپه

دستی (مدل Kruss ساخت کشور آلمان)، مواد جامد محلول میوه، اندازه‌گیری و بر پایه بریکس ثبت شد. برای اندازه‌گیری pH عصاره میوه از pH متر (مدل ۲۱۲ HANNA ساخت کشور سوئیس) استفاده شد. پس از تهیه عصاره میوه‌ها ۱۰ سی‌سی از آن در ظرف کوچکی ریخته و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده، سپس الکتروود pH متر درون عصاره قرار گرفت، پس از ثابت شدن عدد دستگاه، خوانده شد.

وزن تر، خشک و درصد ماده خشک برگ و ساقه، شمار و سطح برگ، طول ساقه اصلی

وزن تر برگ و ساقه هر بوته با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شد. آنگاه برای تعیین وزن خشک و درصد ماده خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. پس از خشک شدن کامل، وزن خشک آن‌ها توسط ترازوی دیجیتال توزین و درصد ماده خشک محاسبه شد. شمار کل برگ‌های موجود روی هر بوته در پایان دوره رشد شمارش و ثبت شد. برای اندازه‌گیری مجموع سطح برگ همه برگ‌های یک گیاه از دستگاه برگ‌سنج استفاده شد و مقادیر به دست آمده بر حسب سانتی‌متر مربع ثبت شدند. در انتهای دوره رشد طول ساقه اصلی که شامل فاصله بین یقه گیاه تا نوک ژاتاک انتهایی بود، اندازه‌گیری و مقادیر بر پایه واحد سانتی‌متر ثبت شد.

اندازه‌گیری نیتروژن کل در میوه و برگ

برای تعیین میزان نیتروژن کل موجود در میوه و برگ از روش کجلدال استفاده شد. بدین ترتیب که در آغاز ۱ گرم از نمونه پودر شده را در بالن کجلدال ریخته و سپس کاتالیزور (۴/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۵ گرم سولفات مس) به آن اضافه شد. ۱۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ ۹۸ درصد روی نمونه ریخته و به مدت دو ساعت در کوره در دمای حدود ۴۰۰ درجه قرار گرفت تا به کلی هضم و به رنگ روشن تبدیل شود. سپس با دستگاه کجلدال عمل تقطیر روی نمونه توسط سود ۴۰ درصد و آب مقطر صورت گرفت. در نهایت توسط اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال عیارسنجی

گیاهان اضافه می‌شد. همین عمل برای نوبت سوم پس از گذشت یک ماه تکرار شد.

صفات مورد ارزیابی

عملکرد کل و بازارپسند و شمار روزهای لازم از کاشت نشا تا برداشت نخستین میوه

میوه‌های بالغ شده کامل ۷۵ تا ۹۵ روز پس از انتقال نشا برداشت شدند. میوه‌های برداشت شده به دو گروه بازارپسند و غیر بازارپسند تقسیم شدند. معیار این گروه‌بندی وزن و شکل میوه در نظر گرفته شد. بدین صورت که میوه‌های زیر ۰/۵ کیلوگرم و میوه‌های بدشکل در گروه غیر بازارپسند و بالای ۰/۵ کیلوگرم با شکل مطلوب در گروه بازارپسند قرار گرفتند. شمار میوه در هر بوته و وزن تک میوه پس از برداشت، یادداشت می‌شد. برای وزن کردن میوه‌ها از ترازوی دیجیتالی استفاده شد و وزن آن‌ها به گرم ثبت شد. وزن کل میوه‌های برداشت شده از هر بوته به شمار میوه‌ها، تقسیم و وزن تک میوه محاسبه می‌شد. در نهایت بر پایه میوه‌های برداشت شده، عملکرد کل بازارپسند بر پایه تن در هکتار محاسبه شد. شمار روزهای لازم از کاشت نشا تا برداشت نخستین میوه بین تیمارهای مختلف یادداشت شد.

سفتی، ضخامت و درصد گوشت میوه، ماده خشک میوه، قطر حفره بذر، طول و قطر میوه، مواد جامد محلول (TSS) و pH عصاره میوه

سفتی گوشت میوه با استفاده از سفتی‌سنج دستی (مدل TA.XTPlus پایدار میکروسیستمز، Gomaling) با قطر کاوشگر (پروب) ۸ میلی‌متر (Ferrante et al., 2008) اندازه‌گیری و با واحد کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد. پس از برش طولی میوه، عامل‌های طول و قطر میوه، ضخامت گوشت میوه و قطر حفره بذر، با استفاده از یک کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری و مقادیر بر پایه واحد میلی‌متر ثبت شد. وزن گوشت، بذر و پوست میوه با ترازوی دیجیتال با دقت ± 0.1 گرم اندازه‌گیری و ثبت شد (سپس با توجه به داشتن وزن هر بخش از میوه و وزن کل میوه، میزان هر بخش بر پایه درصد محاسبه شد). با استفاده از یک دستگاه شکست‌سنج (رفراکتومتر)

افزایش ۱۸/۸۵ درصد در عملکرد کل بازارپسند در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد (شکل ۱). افزایش میزان نیتروژن از ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۲۰ کیلوگرم، موجب ۲۳/۴ درصد افزایش در عملکرد کل بازارپسند شد، در حالی که با افزایش میزان نیتروژن از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد کل بازارپسند ۱۹/۷ درصد کاهش یافت (شکل ۲). بیشترین عملکرد تک بوته (۴/۶۸ کیلوگرم) در گیاهان پیوندی و کمترین عملکرد تک بوته (۳/۸۴ کیلوگرم) در گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد (شکل ۳). گیاهان طالبی که ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن دریافت کرده بودند بیشترین عملکرد تک بوته (۵/۲۲ کیلوگرم) را داشتند و کمترین آن (۳/۴۲ کیلوگرم) در میزان نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۴). بیشترین شمار میوه بازارپسند در بوته (۳/۱۴ عدد) در گیاهان پیوندی به دست آمد، در حالی که کمترین شمار میوه بازارپسند در بوته (۲/۴۸ عدد) در گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد (شکل ۵). بیشترین شمار میوه بازارپسند در بوته (۳/۴۱ عدد) با دریافت ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. کمترین شمار میوه بازارپسند در بوته (۲/۳۸ عدد) با دریافت ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (شکل ۶). بیشترین عملکرد بازارپسند تک بوته (۴/۵۱ کیلوگرم) در گیاهان پیوندی و کمترین عملکرد بازارپسند تک بوته (۳/۶۹ کیلوگرم) در گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد (شکل ۷). بیشترین عملکرد بازارپسند تک بوته (۵/۱۹ کیلوگرم) با دریافت ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (۳/۱۷ کیلوگرم) با دریافت ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل ۸).

(تیتراسیون) انجام گرفت. برپایه میزان اسید مصرفی، میزان نیتروژن محاسبه شد (Bremner, 1996). تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1، برپایه طرح آزمایشی و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد. برای مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

عملکرد و اجزای عملکرد میوه طالبی

در جدول ۱، نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مربوط به تأثیر پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن روی عملکرد، اجزای عملکرد نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تأثیر مستقل پیوند نشان می‌دهد که تیمار پیوند بر عملکرد کل بازارپسند، عملکرد تک بوته، شمار میوه بازارپسند در بوته و عملکرد بازارپسند تک بوته در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۱). این در حالی است که شمار کل میوه در بوته، شمار روزهای لازم از نشاکاری تا برداشت نخستین میوه، تحت تأثیر تیمار پیوند قرار نگرفته و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱). همچنین تأثیر مستقل تیمار مقادیر مختلف نیتروژن بر شمار میوه بازارپسند در بوته در سطح ۵ درصد و عملکرد کل بازارپسند، عملکرد تک بوته و عملکرد بازارپسند تک بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). شمار کل میوه در بوته و شمار روزهای لازم از نشاکاری تا برداشت نخستین میوه تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفته و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱). اثر متقابل پیوند و میزان نیتروژن روی هیچ‌یک از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ۱).

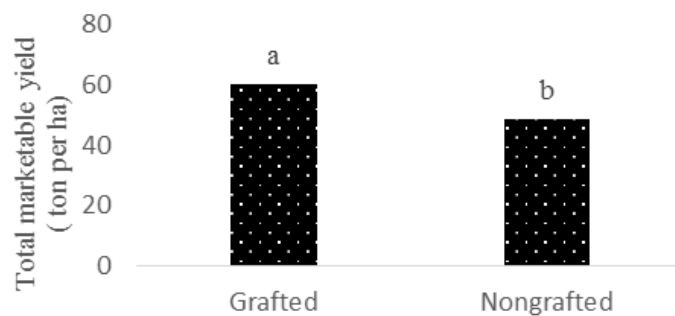
جدول ۱. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد طالبی تحت تأثیر پیوند و نیتروژن

Table 1. Vrainsces analysis of yield and yield componats of melon under effect of grafting and nitrogen

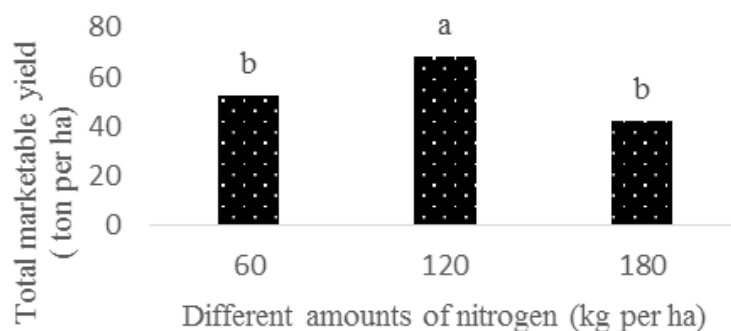
Source of variation	df	Total marketable yield	Marketable yield per plant	Number of marketable fruit per plant	Yield of plant	Total fruit number	Day from transplanting to first fruit harvest
Block	2	13.6589 ^{ns}	0.05028 ^{ns}	0.2515 ^{ns}	0.1365 ^{ns}	0.01851 ^{ns}	3.5 ^{ns}
Grafting	1	580.8337*	3.0786*	2*	3.1913*	0.15432 ^{ns}	0.22 ^{ns}
Nitrogen	2	1068.42**	6.2525**	1.7237*	4.9425**	0.324 ^{ns}	0.66 ^{ns}
Grafting × Nitrogen	2	231.2940 ^{ns}	1.3118 ^{ns}	0.449 ^{ns}	1.0661 ^{ns}	0.3533 ^{ns}	4.22 ^{ns}
Error	10	104.9154	0.53918	0.3256	0.4607	0.2529	3.1
C.V. (%)		18.77	17.88	20.27	15.91	15.96	2.24

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

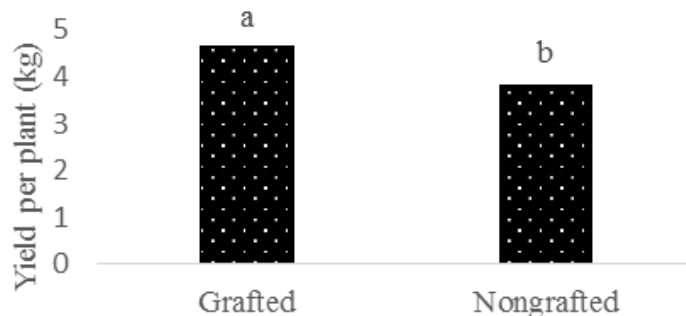
^{ns}, **, * Nonsignificant or significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively.



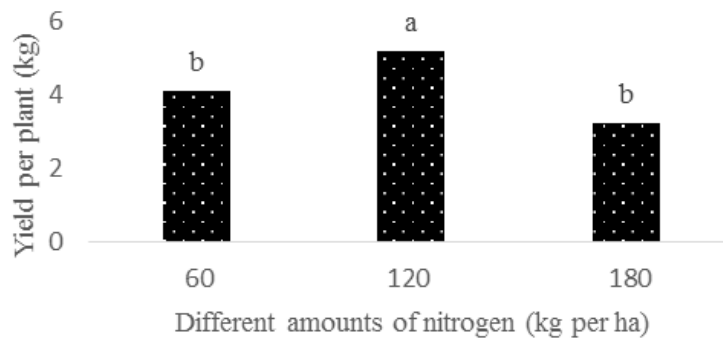
شکل ۱. تأثیر پیوند بر عملکرد کل بازارپسند طالبی
Figure 1. Effect of grafting on total marketable yield of melon



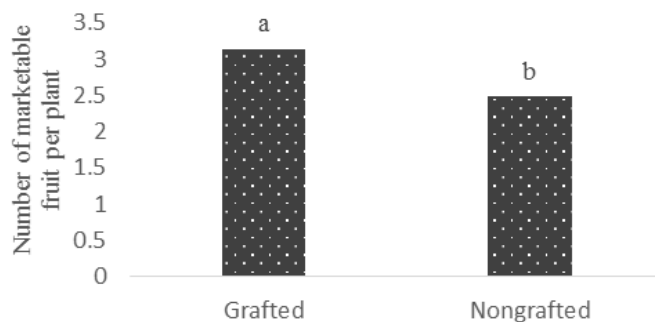
شکل ۲. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد کل بازارپسند طالبی
Figure 2. Effect of different amounts of nitrogen on total marketable yield of melon



شکل ۳. تأثیر پیوند بر عملکرد تک بوته طالبی
Figure 3. Effect of grafting on yield per plant of melon

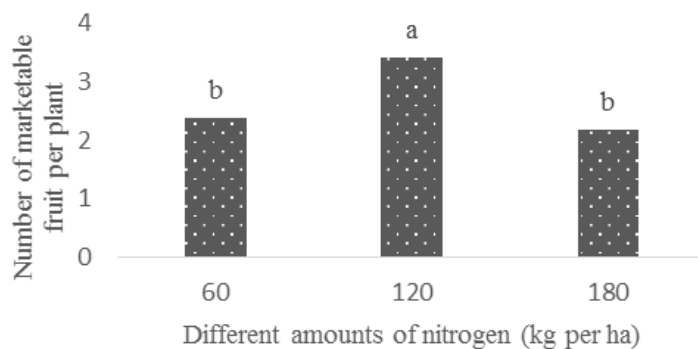


شکل ۴. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد تک بوته طالبی
Figure 4. Effect of different amounts of nitrogen on yield per plant of melon



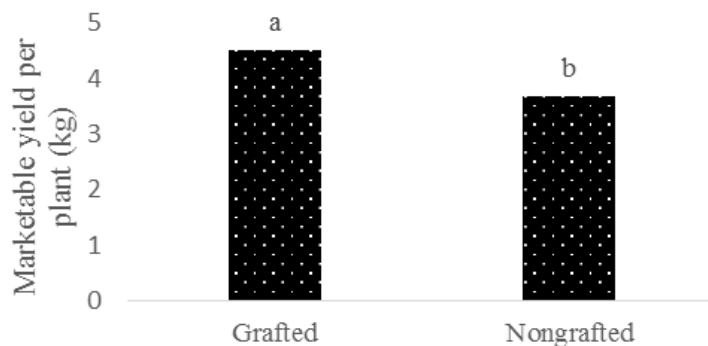
شکل ۵. تأثیر پیوند بر شمار میوه بازارپسند در بوته طالبی

Figure 5. Effect of grafting on number of marketable fruit per plant of melon



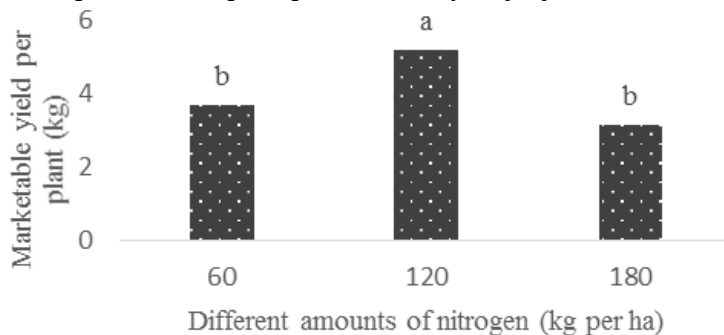
شکل ۶. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر شمار میوه بازارپسند در بوته طالبی

Figure 6. Effect of different amounts of nitrogen on number of marketable fruit per plant of melon



شکل ۷. تأثیر پیوند بر عملکرد بازارپسند تک بوته طالبی

Figure 6. Effect of grafting on marketable yield per plant of melon



شکل ۸. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد بازارپسند تک بوته طالبی

Figure 8. Effect of different amounts of nitrogen on marketable yield per plant of melon

صفات کیفی میوه طالبی

در جدول ۲، نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مربوط به تأثیر پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر صفات کیفی میوه نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تأثیر مستقل پیوند نشان می‌دهد که تأثیر پیوند بر درصد گوشت میوه در سطح ۵ درصد و درصد ماده خشک میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۲). این در حالی است که درصد پوست از وزن میوه، درصد بذر از وزن میوه، سفتی گوشت میوه، قطر حفرة بذر، درصد مواد جامد محلول و pH عصاره میوه تحت تأثیر تیمار پیوند قرار نگرفته و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بنا بر نتایج تجزیه واریانس تأثیر مستقل مقادیر مختلف نیتروژن بر سفتی گوشت میوه و درصد ماده خشک میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). درصد گوشت از وزن میوه، درصد پوست از وزن میوه، درصد بذر از وزن میوه، قطر حفرة بذر، درصد مواد جامد محلول و pH عصاره میوه تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفته و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲). اثر متقابل پیوند و

میزان نیتروژن تنها روی درصد ماده خشک میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین درصد ماده خشک گوشت میوه (۹/۳۵ درصد) در گیاهان پیوندی با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. در صورتی که کمترین درصد ماده خشک گوشت میوه (۴/۶۱ درصد) در گیاهان غیر پیوندی با کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (شکل ۹). بیشترین درصد گوشت از وزن میوه (۶۱/۹۸ درصد) در گیاهان پیوندی و کمترین درصد (۵۵/۸۹ درصد) در گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد، که یک افزایش ۹ درصد در درصد گوشت میوه در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی مشاهده شد (شکل ۱۰). سفتی گوشت میوه در پاسخ به افزایش میزان نیتروژن، کاهش یافت و بالاترین میزان سفتی گوشت میوه در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد (شکل ۱۱). تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای مواد جامد محلول (میانگین: ۷،۴۳، pH (میانگین: ۷،۰۷)، طول میوه، قطر میوه و قطر حفرة بذر مشاهده نشد.

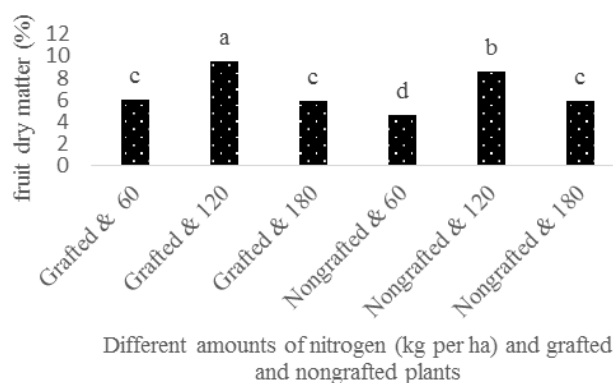
جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر کیفیت میوه طالبی

Table 2. Varinace analysis of grafting and nitrogen on fruit quality attributes of melon

S.O.V	df	Soluble solids	pH	Flesh of fruit weight (%)	Seed of fruit weight (%)	Skin of fruit weight (%)	Seed cave diameter	Fruit dry matter (%)	Flesh fruit firmness
Block	2	0.12 ^{ns}	0.28 ^{ns}	29.003 ^{ns}	5.31 ^{ns}	9.95 ^{ns}	113.15 ^{ns}	0.254 ^{ns}	0.482 ^{ns}
Grafting	1	0.52 ^{ns}	0.02 ^{ns}	116.57 [*]	3.13 ^{ns}	1.07 ^{ns}	85.358 ^{ns}	2.184 ^{**}	0.387 ^{ns}
Nitrogen	2	0.003 ^{ns}	0.18 ^{ns}	58.957 ^{ns}	3.5 ^{ns}	38.175 ^{ns}	117.256 ^{ns}	23.31 ^{**}	18.649 ^{**}
Grafting × Nitrogen	2	0.1 ^{ns}	0.30 ^{ns}	39.940 ^{ns}	9.34 ^{ns}	54.64 ^{ns}	37.429 ^{ns}	0.823 [*]	0.104 ^{ns}
Error	10	0.29	0.19	31.22	2.57	11.09	64.053	0.148	0.219
C.V. (%)		7.34	6.17	9.48	13.58	13.04	9.45	5.72	8.53

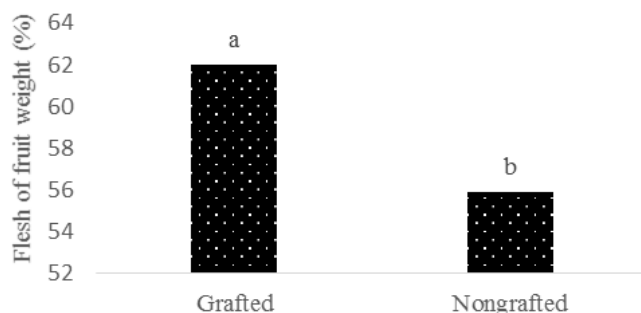
ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, ** Nonsignificant or significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively



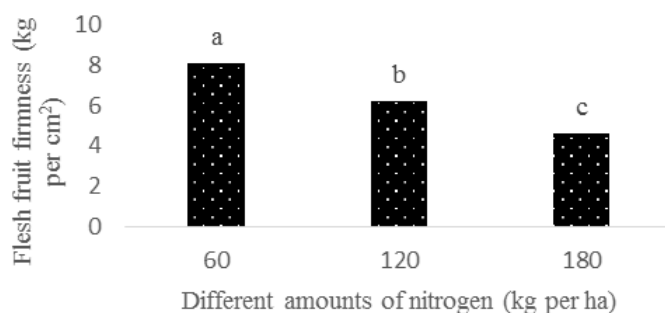
شکل ۹. اثر متقابل پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد ماده خشک میوه طالبی

Figure 9. Interaction of grafting and different amounts of nitrogen on percentage of fruit dry matter of melon



شکل ۱۰. تأثیر پیوند بر درصد گوشت از وزن کل میوه طالبی

Figure 10. Effect of grafting on flesh of fruit weight percentage of melon



شکل ۱۱. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر سفتی میوه طالبی

Figure 11. Effect of different amounts of nitrogen on flesh fruit firmness of melon

هکتار نیتروژن بود، درحالی که کمترین شمار برگ (۱۱۲ عدد) در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (شکل ۱۳). بیشترین وزن کل برگ (۱۴۸۳ گرم) در گیاهان پیوندی و کمترین وزن (۱۰۳۸/۱ گرم) در گیاهان غیرپیوندی مشاهده شد (شکل ۱۴). همچنین بیشترین وزن کل برگ (۱۵۳۵/۸ گرم) با دریافت نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن کل برگ (۱۰۱۱/۳ گرم) با دریافت نیتروژن ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۱۵). طول ساقه نیز تحت تأثیر تیمار پیوند قرار گرفت و بیشترین طول ساقه (۲۱۲/۱۷ سانتی‌متر) در گیاهان پیوندی به دست آمد، درحالی که کمترین طول ساقه (۱۷۳/۵۶ سانتی‌متر) در گیاهان غیرپیوندی مشاهده شد (شکل ۱۶).

غلظت نیتروژن برگ و میوه طالبی

اثر متقابل پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر صفت غلظت نیتروژن برگ و میوه طالبی از نظر آماری معنی‌دار است. بنا بر نتایج اثر متقابل پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن، گیاهان پیوندی که میزان ۱۲۰

صفات رویشی طالبی

بنابر جدول ۳ تجزیه واریانس تأثیر پیوند و سطوح مختلف نیتروژن بر صفات رویشی گیاهان پیوندی و غیرپیوندی نشان می‌دهد، تأثیر مستقل تیمار پیوند بر طول ساقه و وزن کل برگ در سطح ۵ درصد و شمار برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. هیچ تفاوت معنی‌داری از نظر آماری بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی طالبی در دیگر صفات رویشی اندازه‌گیری شده مشاهده نشد. تأثیر مستقل مقادیر مختلف نیتروژن بر شمار برگ و وزن کل برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. دیگر صفات رویشی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفت. اثر متقابل پیوند و سطوح مختلف نیتروژن در هیچ‌یک از صفات رویشی اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار نشد.

شمار برگ در گیاهان پیوندی بیشتر از گیاهان غیرپیوندی بود و بیشترین شمار برگ (۱۳۱/۱۱ عدد) در گیاهان پیوندی و کمترین شمار (۱۰۹/۳۸ عدد) در گیاهان غیرپیوندی مشاهده شد (شکل ۱۲). بیشترین شمار برگ (۱۳۴/۳۳ عدد) در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در

بر جدول (۴) مشاهده می‌شود که غلظت عنصر نیتروژن در برگ گیاهان پیوندی و غیرپیوندی تفاوت معنی‌دار دارد. غلظت عنصر نیتروژن در برگ گیاهان طالبی پیوندی (۲/۷۵ درصد) بود، درحالی‌که غلظت عنصر نیتروژن در برگ گیاهان غیرپیوندی (۲/۲۸ درصد) به دست آمد (شکل ۱۸).

کیلوگرم نیتروژن در هکتار دریافت کرده بودند، بالاترین غلظت نیتروژن در گوشت میوه را داشتند، درحالی‌که کمترین غلظت نیتروژن در گوشت میوه نیز برای گیاهان غیرپیوندی با دریافت ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل ۱۷). بنا بر تجزیه میزان عنصر نیتروژن برگ گیاهان طالبی و بنا

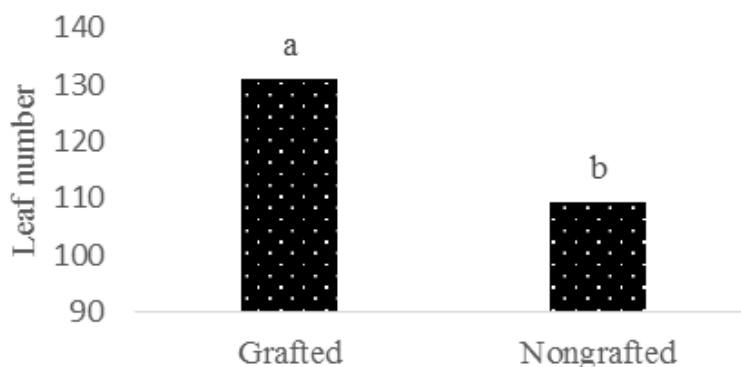
جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر صفات رویشی طالبی

Table 3. Varinace analysis of grafting and nitrogen on vegetative traits of melon

S.O.V	df	Stem dry matter (%)	Fresh stem weigth	Stem length	Leaf dry matter (%)	Total fresh leaf weigth	Total leaf area	Leaf number
Block	2	4.88 ^{ns}	126914.1 ^{ns}	716.72 ^{ns}	1.539 ^{ns}	21432.1 ^{ns}	796889.15 ^{ns}	104.541 ^{ns}
Grafting	1	2.06 ^{ns}	708656.1 ^{ns}	6708.68 [*]	5.831 ^{ns}	592951.3 [*]	2176766.13 ^{ns}	2123.347 ^{**}
Nitrogen	2	6.98 ^{ns}	44735.5 ^{ns}	1045.93 ^{ns}	3.954 ^{ns}	314221.7 [*]	771872.91 ^{ns}	901.291 [*]
Grafting × Nitrogen	2	0.307 ^{ns}	263782.7 ^{ns}	109.43 ^{ns}	1.373 ^{ns}	91032.8 ^{ns}	514214.18 ^{ns}	37.263 ^{ns}
Error	10	2.66	148849.1	824.45	4.71	54726.1	30383876	133.158
C.V. (%)		16.61	26.67	14.88	11.97	18.55	25.23	9.59

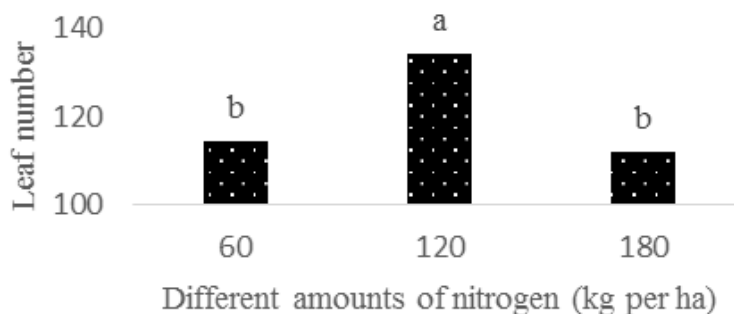
ns, *,** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *,** Nonsignificant or significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively.



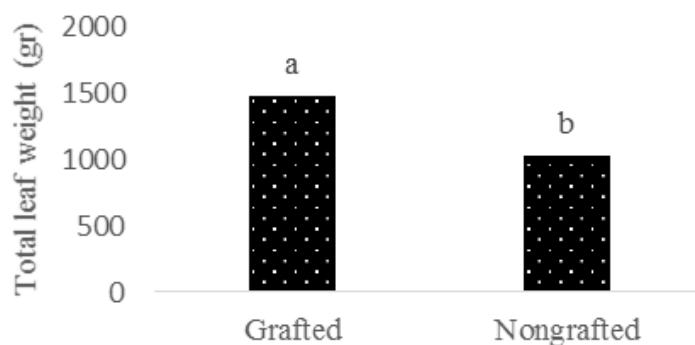
شکل ۱۲. تأثیر پیوند بر شمار برگ طالبی

Figure 12. Effect of grafting on leaf number of melon



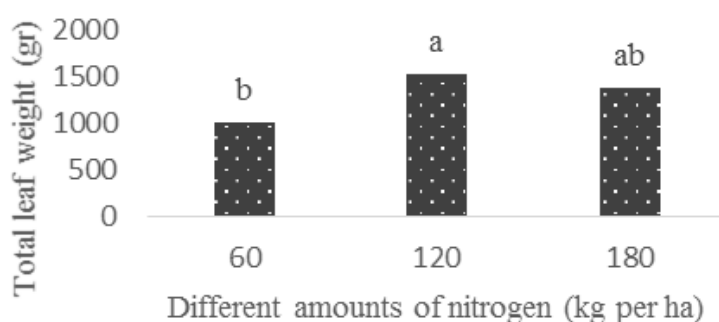
شکل ۱۳. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر شمار برگ طالبی

Figure 13. Effect of different amounts of nitrogen on leaf number of melon



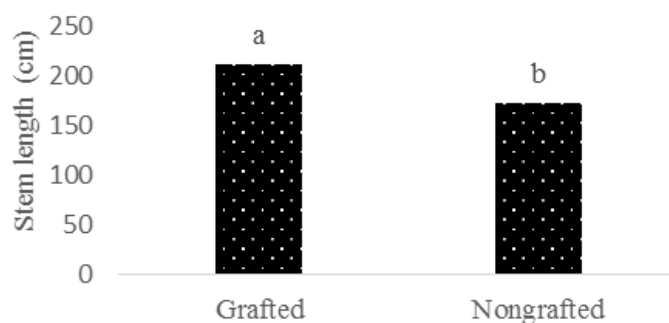
شکل ۱۴. تأثیر پیوند بر وزن کل برگ طالبی

Figure 14. Effect of grafting on total leaf weight of melon



شکل ۱۵. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر وزن کل برگ طالبی

Figure 15. Effect of different amounts of nitrogen on total leaf weight of melon



شکل ۱۶. تأثیر پیوند بر طول ساقه طالبی

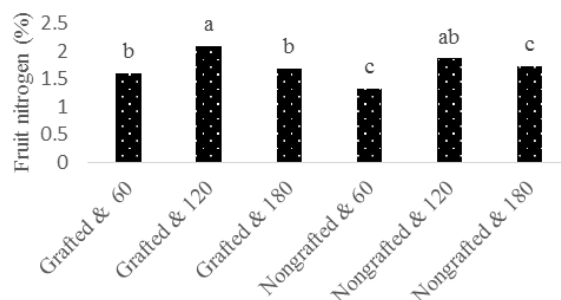
Figure 16. Effect of grafting on stem length of melon

جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر پیوند و نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ و میوه طالبی

Table 4. Varinace analysis of grafting and nitrogen on nitrogen concentration of leaf and fruit of melon

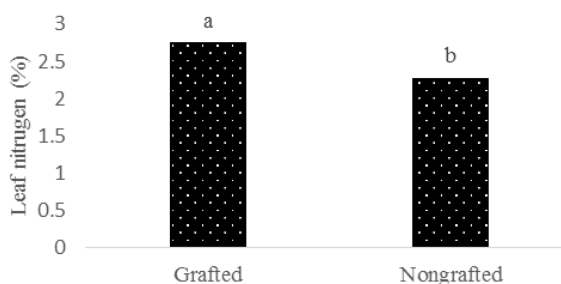
S.O.V.	df	Nitrogen	
		fruit	Leaf
Block	2	0.0008 ^{ns}	0.0828 ^{ns}
Grafting	1	0.0773 ^{**}	0.9583 ^{**}
Nitrogen	2	0.16535 ^{**}	0.0876 ^{ns}
Grafting × Nitrogen	2	0.0608 ^{**}	0.0287 ^{ns}
Error	10	0.0054	0.0495
C.V. (%)		4.39	8.78

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns, **, * Nonsignificant or significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively.



شکل ۱۷. اثر متقابل پیوند و مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد نیتروژن میوه طالبی

Figure 17. Interaction of grafting and different amounts of nitrogen on percentage of fruit nitrogen of melon



شکل ۱۸. تأثیر پیوند بر درصد نیتروژن برگ طالبی

Figure 18. Effect of grafting on leaf nitrogen percentage of melon

(*et al.*, 2005). نتایج همسانی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد عملکرد بازاریسندی در هکتار در پاسخ به مقادیر بالای ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار افزایش نمی‌یابد (Goreta *et al.*, 2005). تأثیر پیوند بر کیفیت میوه ممکن است در نتیجه انتقال متابولیت‌های مرتبط با کیفیت میوه به پیوندک از راه آوند چوبی و یا تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیک پیوندک باشد (Rouphael *et al.*, 2010). گزارش‌های متناقضی درباره تغییر در کیفیت میوه در نتیجه زدن پیوند وجود دارد (Flores *et al.*, 2010; Proietti *et al.*, 2008). در این بررسی تفاوتی بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی از نظر طول میوه، قطر میوه، سفتی گوشت میوه؛ قطر حفره بذر، درصد مواد جامد محلول و PH وجود نداشت. نتایج همسانی در مورد تأثیر نداشتن پیوند بر صفات کیفی توسط محققانی همچون (Alan *et al.*, 2006b; Colla *et al.*, 2007) گزارش شده است. تأثیر تیمار پیوند بر درصد ماده خشک گوشت میوه و درصد گوشت میوه معنی‌دار بود، که نتایج همسانی توسط (Colla *et al.*, 2010b; Proietti *et al.*, 2008) گزارش شده است. در بیشتر موارد تأثیر مثبت یا منفی پایه‌ها بر ویژگی‌های کیفی میوه به نوع پایه مورد استفاده

بحث

در این تحقیق، پیوند تأثیر مستقیم روی عملکرد کل بازاریسند داشت و با تغییر در شمار میوه و عملکرد تک بوته بازاریسند سبب افزایش عملکرد شد. نتایج همسان برای افزایش عملکرد در هندوانه، خربزه، خیار و گوجه‌فرنگی گزارش شده است (Lee & Oda, 2003). بررسی‌ها نشان می‌دهند که تأثیر مستقیم پیوند روی عملکرد گیاه ناشی از برهمکنش برخی یا همه فرآیندهای یادشده است: افزایش جذب آب و عنصرهای غذایی ناشی از قوی بودن نظام ریشه (Lee, 1994)، افزایش تولید هورمون‌های درون‌زا (Zijlstra *et al.*, 1994) یا افزایش توان پیوندک (Yamasaki *et al.*, 1990). فعال شدن برخی یا همه این فرآیندها را می‌توان دلیل عملکرد بالای گیاهان پیوندی در این تحقیق دانست. با افزایش میزان نیتروژن از ۶۰ به ۱۲۰ کیلوگرم افزایش در عملکرد مشاهده شد، درحالی‌که افزایش میزان نیتروژن از ۱۲۰ به ۱۸۰ کیلوگرم موجب کاهش عملکرد شد. مشخص شده کاربرد نیتروژن تا یک حد مجاز، منجر به افزایش عملکرد تا یک سطح بیشینه می‌شود، ولی افزایش کاربرد بیش از حد مجاز، اثر منفی در عملکرد می‌گذارد (Kirnak

کرده‌اند. گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی افزایش در جذب عنصرهای غذایی را نشان می‌دهند که ناشی از توان نظام ریشه است. از ویژگی‌هایی که می‌تواند نقش فعال در جذب یون‌ها داشته باشد، می‌توان به ویژگی‌های فیزیکی ریشه مانند گسترش جانبی و عمودی (Gahoonia & Nielsen, 1997)، طول و تراکم ریشه (Dvorlai & Jens, 1999)، شمار تارهای کشنده و طول آن‌ها (Itoh & Barber, 1983) و میزان گسترش ریشه (Krasilnikoff *et al.*, 2003) اشاره کرد. این یکی از انگیزه‌های اصلی برای استفاده گسترده از پیوند روی پایه‌های مناسب در پرورش سبزی‌های میوه‌ای است (Lee, 1994). این شواهد نشان می‌دهد که کارایی بالای جذب نیتروژن در برخی پایه‌ها می‌تواند کاهش عملکرد به علت حاصل‌خیزی کم خاک را به کمینه برساند یا حتی حذف کند.

نتیجه‌گیری کلی

بر پایه اطلاعات به‌دست‌آمده از این تحقیق پیوند توانست به‌گونه‌ای یکنواختی در وزن میوه‌های قابل‌برداشت ایجاد کند و روی عملکرد کل بازارپسند مؤثر باشد که این امر در ارتباط با گیاهان غیرپیوندی به دلیل وجود میوه‌هایی با وزن و اندازه‌های مختلف مشاهده نشد. میزان بهینه کاربرد کود نیتروژن برای به دست آوردن عملکرد مناسب و میوه‌های با کیفیت در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم به دست آمد و می‌تواند به‌عنوان میزان مناسب کودی برای این محصول توصیه شود و استنباط می‌شود استفاده میزان بیشتر کودهای نیتروژنه منجر به افزایش عملکرد و دیگر ویژگی‌های کمی و کیفی نمی‌شود.

و شرایط آب و هوایی برای رشد بستگی دارد (Crino *et al.*, 2008; Davis *et al.*, 2007). دلیل پاسخ‌های متفاوت در رشد رویشی در ترکیب‌های پیوندی مختلف، توان پایه‌ها و سازگاری پایه و پیوندک است (Lee & Oda, 2003). Salehi *et al.* (2010) افزایش رشد در گیاهان پیوندی را به محتوای سیتوکنین بیشتر در این گیاهان نسبت می‌دهند و نقشی که سیتوکنین در تقسیم یاخته‌ای و تشکیل اندام‌های گیاه در مرحله تقسیم یاخته‌ای و طویل شدن یاخته‌ها دارد و همچنین به دلیل اینکه این هورمون گیاهی باعث جذب بیشتر مواد غذایی و افزایش فعالیت متابولیکی می‌شود، دلیل خوبی برای رشد بیشتر در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی است. Yetisir *et al.* (2003) رشد رویشی بیشتر در گیاهان پیوندی را به مقاومت پایه‌ها به بیماری‌های خاکزاد، تحمل شرایط نامساعد خاک، افزایش جذب آب و مواد غذایی و افزایش ساخت (سنتر) هورمون‌های گیاهی و نظام ریشه‌ای قوی‌تر پایه‌ها نسبت دادند. غلظت نیتروژن در برگ و میوه تحت تأثیر پیوند قرار گرفت و گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی غلظت نیتروژن بالاتری در برگ و میوه خود داشتند (Edelstein *et al.*, 2004). Salehi *et al.* (2014) افزایش در غلظت عنصرهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بافت میوه و برگ گیاهان خربزه پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی را گزارش کردند. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ هندوانه‌های پیوندشده در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بالاتر بود (Yetisir *et al.*, 2013). Goto *et al.* (2013) نیز افزایش در میزان جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم را در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی گزارش

REFERENCES

1. Alan, O., Ozdemir, N. & Gunen, Y. (2007). Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy*, 6(2), 362.
2. Bhella, H. S. & Wilcox, G. E. (1986). Yield and composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. *Hortscience*, 21(1), 86-88.
3. Bremner, J. M. (1996). Total nitrogen, p. 1085-1121. In: Bingham, J.M. (Editor-in Chief). *Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods*, SSSA Book Series: 5. *Soil Science Society of America, Inc., and American Society of Agronomy Inc., Madison, WI.*
4. Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M. T., Salerno, A. & Rea, E. (2010a). The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 283-291.
5. Colla, G., Suárez, C. M. C., Cardarelli, M. & Roupael, Y. (2010b). Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. *HortScience*, 4, 559-565.

6. Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Massa, D., Salerno, A. & Rea, E. (2006). Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81, 146-152.
7. Crinò, P., Bianco, C. L., Roupael, Y., Colla, G., Saccardo, F. & Paratore, A. (2007). Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'Inodorus' melon. *HortScience*, 42(3), 521-525.
8. Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Levi, A., King, S. R. & CohenZhang, X. (2008). Grafting effects on vegetable quality. *HortScience*, 43, 1670-1672.
9. Dinnes, D. A., Karlen, D. L., Jaynes, D. B., Kaspar, T. C., Hatfield, J. L., Colvin, T. S. & Cambardella, C. A. (2002). Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained mid-western soils. *Journal of Agronomy*, 94, 153-171.
10. Dvoralai, W. & Jens R. N. (1999). Simple stereological procedure to estimate the number and dimensions of root hairs. *Plant and Soil*, 209, 129-136.
11. Edelstein, M., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., Meir, A. & Cohen, R. (2004). Assessing the effect of genetic and anatomic variation of Cucurbita rootstocks on vigour, survival and yield of grafted melons. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 370-374.
12. Flores, F. B., Sanchez-Bel, P., Estañ, M. T., Martinez-Rodriguez, M. M., Moyano, E. & Morales, B. (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125, 211-217.
13. Ferrante, A., Spinardi, A., Maggiore, T., Testoni, A., & Gallina, P. M. (2008). Effect of nitrogen fertilisation levels on melon fruit quality at the harvest time and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(4), 707-713.
14. Gahoonia, T. S. & Nielsen, N. E. (1997). Variation in root hairs of barley cultivars doubled soil phosphorus uptake. *Euphytica*, 98, 177-182.
15. Goreta, S., Perica, S., Dumicic, G., Bucan, L. & Zanic, K. (2005). Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates. *HortScience*, 40(2), 366-369.
16. Goto, R., de Miguel, A., Marsal, J. I., Gorbe, E. & Calatayud, A. (2013). Effect of different rootstocks on growth, chlorophyll a fluorescence and mineral composition of two grafted scions of tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 36(5), 825-835.
17. Hariprakasa, M. & Srinivas, K. (1990). Effect of different levels of N, P, K on petiole and leaf nutrients, and their relationships to fruit yield and quality in muskmelon. *Indian Journal of Horticulture*, 47 (2), 250-255.
18. Hayens, R. J. (1985). Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. *Fertilizer Research*, 6(2), 235-255.
19. Heo, Y. C. (1991). *Effects of rootstocks on exudation and mineral elements contents in different parts of Oriental melon and cucumber*. MS thesis, Kyung Hee University, Seoul, South Korea, (in Korean with English summary).
20. Itoh, S. & Barber, S. (1983). Phosphorus uptake by six plant species as related to root hairs. *Agronomy Journal*, 75, 457-461.
21. Jang, K. U. (1992). Utilization of sap and fruit juice of *Luffa cylindrica* L. Research Report. Taejon, South Korea: Korean Ginseng and Tobacco Institute.
22. Kirnak, H., Higgs, D., Kaya, C. & Tas, I. (2005). Effects of irrigation and nitrogen rates on growth, yield, and quality of muskmelon in semiarid regions. *Journal of Plant Nutrition*, 28, 621-638.
23. Krasilnikoff, G., Gahoonia, T. S. & Nielsen, N. E. (2003). Variation in phosphorus uptake efficiency by genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata*) due to differences in root and root hair length and induced rhizosphere processes. *Plant and Soil*, 251, 83-91.
24. Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience*, 29, 235-239.
25. Lee, J. M. & Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. *Horticultural Reviews*, 28, 61-124.
26. Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L. & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93-105.
27. Lynch, J. P. (1998). The role of nutrient-efficient crops in modern agriculture. *Journal of Crop Production*, 1, 241-264.
28. Nie, L. C. & Chen, G. L. (2000). Study on growth trends and physiological characteristics of grafted watermelon seedlings. *Acta Boreali Occidentalis Sinica*, 9, 100-103.
29. Proietti, S., Roupael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., Moscatello, S. & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1107-1114.

30. Pulgar, G., Villora, G., Moreno, D. A. & Romero, L. (2000). Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: nitrogen metabolism. *Biologia Plantarum*, 43, 607-609.
31. Rivero, R. M., Ruiz, J. M. & Romero, L. (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 1, 70-74.
32. Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A. & Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127, 172-179.
33. Rouphael, Y., Cardarelli, M., Reab, E. & Colla, G. (2008a). Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1), 49-58.
34. Rouphael, Y., Cardarelli, M., Colla, G. & Rea, E. (2008b). Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43, 730-736.
35. Ruiz, J. M., Rivero, R. M., Cervilla, L. M., Castellano, R. & Romero, L. (2006). Grafting to improve nitrogen-use efficiency traits in tobacco plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1014-1021.
36. Ruiz, J. M. & L. Romero. 1999. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae*, 81, 113-123.
37. Salehi, R., Kashi, A. Lee, J. M. & Javanpour, R. (2014). Mineral concentration, sugar content and yield of Iranian 'Khatooni' melon affected by grafting, pruning and thinning. *Journal of Plant Nutrition*, 37(8), 1255-1268.
38. Salehi, R., Kashi, A., Lee, J. M., Babalar, M., Delshad, M., Lee, S. G. & Huh, Y. C. (2010). Leaf gas exchanges and mineral ion composition in xylem sap of Iranian melon affected by rootstocks and training methods. *HortScience*, 45(5), 766-770.
39. Salehi, R., Kashi, A., Lee, S. G., Huh, Y. C., Lee, J. M., Babalar, M. & Delshad, M. (2009). Assessing the survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbita rootstocks. *Kor. Journal of Horticultural Science and Technology*, 27, 1-6.
40. Savvas, D., Papastavrou, D., Ntatsi, G., Ropokis, A., Olympios, C., Hartmann, H. & Schwarz, D. (2009). Interactive effects of grafting and manganese supply on growth, yield, and nutrient uptake by tomato. *HortScience*, 44, 1978-1982.
41. Waskom, R. M. (1994). *Best management practices for nitrogen fertilization*. Bulletin # XCM-172. <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops/xcm172.pdf>.
42. Yamasaki, A., Yamashita, M. & Furuya, S. (1994). Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudate of grafted watermelons as affected by rootstocks and crop load. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 62, 817-826.
43. Yetisir, H., Özdemir, A. E., Aras, V., Candır, E. & Aslan, Ö. (2013). Rootstocks effect on plant nutrition concentration in different organ of grafted watermelon. *Agricultural Sciences*, 4, 230.
44. Yetisir, H. & Sari, N. (2003). Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experiental Agriculture*, 43, 1269-1274.
45. Zijlstra, S., Groot, S. P. C. & Jansen, J. (1994). Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber; possibilities for improving the root system by plant breeding. *Scientia Horticulturae*, 56(3), 185-196.