نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۲۱۴-۲۰۷

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 3, Fall 2012, p. 207-214

بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد، فتوسنتز و پیگمانت‌های فتوسنتزی، کلروفیل و غلظت نیتروژن اجزای گیاه دارویی و صنعتی موسیر (*Allium altissimum* **Regel.**)

ایمان عارفی[1*]، محمد کافی[2]، حمیدرضا خزاعی[3] و محمد بنایان اول[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۱۶

چکیده

موسیر (*Allium altissimum* Regel.) گیاهی دارویی، چندساله دارای غده زیرزمینی و از محصولات فرعی مراتع و جنگل‌ها می‌باشد که در رویشگاه‌های مرتفع و طبیعی رشد می‌کند. با توجه به خودرو بودن این گیاه و احتمال مواجه شدن با کمبود عناصر غذایی و تأثیر بر عملکرد آن تعیین نیاز غذایی گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین جهت به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی در سه تکرار در محیط کنترل شده گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح نیتروژن صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و فتوسنتز توده موسیر کلات بود. نتایج نشان داد که افزایش نیتروژن تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد خشک و تر پیاز و میزان نسبی کلروفیل داشت. نیتروژن، فسفر و اثرات متقابل نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری بر افزایش فتوسنتز برگ گیاه داشت، ولی پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت که احتمالاً به دلیل پتاسیم کافی محیط رشد بود. نتایج تجزیه نمونه خاک گلدان و ساقه و برگ پس از برداشت نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتروژن نمونه‌ها در سطوح مختلف این کود وجود نداشت. آزمایش نمونه پیاز موسیر نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژنه، غلظت نیتروژن پیاز بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، بطوریکه بالاترین غلظت نیتروژن آن با ۲/۳ درصد در سطح چهارم نیتروژن کاربردی مشاهده شد که نسبت به شاهد بیش از شش برابر افزایش داشت.

واژه‌های کلیدی: اهلی‌سازی، رنگریزه فتوسنتزی، گیاه چندساله

مقدمه

انسان در طول تاریخ وابسته به گیاهان دارویی بوده و در عصر حاضر نیز علیرغم پیشرفت‌های وسیع و فراگیر علمی و صنعتی تمایل انسان برای استفاده از این گیاهان نه تنها کاهش نیافت، بلکه در مواردی نیز افزایش نشان می‌دهد (Omidbeig, 1994). کشور ایران دارای منابع غنی گیاهان دارویی بوده و از لحاظ آب وهوایی، موقعیت جغرافیایی و زمینه رشد این گیاهان یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌گردد، ولی متاسفانه علیرغم دارا بودن این پتانسیل‌ها، استفاده از این گیاهان به صورت خودرو و زراعی به نحوی که در دیگر کشورها معمول است، هنوز در ایران که تاریخچه چشمگیری در این زمینه دارد مورد توجه قرار نگرفته است (Samsam Shariat, 1994).

موسیر (*Allium altissimum* Regel.) گیاهی است چند ساله از خانواده آلیاسه[5] دارای غده زیرزمینی و از محصولات فرعی مراتع می‌باشد که در رویشگاه‌های مرتفع و طبیعی رشد می‌کند. این گیاه بومی ایران– توران می‌باشد و به طور سنتی به عنوان ادویه، چاشنی غذایی در بین ایرانیان و در طب سنتی به عنوان یک گیاه دارویی شناخته شده است (Kamenetsky & Gutterman, 2000). پیاز و ساقه‌های زیرزمینی موسیر دارای خواص دارویی زیادی از جمله درمان رماتیسم، ترمیم زخم‌های سطحی، دفع سنگ کلیه، کاهش فشار خون، ضد اسهال، اشتهاءآور، تقویت کننده سیستم گوارش است. همچنین عصاره پیاز موسیر مانع از تکثیر سلول‌های سرطانی می‌شود

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، استاد، دانشیار و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: arefi_iman@yahoo.com)

5- Alliaceae

(Baril et al., 2005). این گیاه در ایران از لحاظ بهره‌برداری از منابع طبیعی به دلیل شرایط ویژه زیستگاه و زادآوری جزء گیاهان غیرمجاز به بهره‌برداری محسوب می‌شود. با توجه به اینکه بخش اعظم این گونه از طبیعت جمع‌آوری می‌شود، لذا افزایش تقاضا برای این نوع گونه‌ها باعث تخریب و بهره‌برداری بی‌رویه از آنها در طبیعت شده است (Sepahvand et al., 2008). با اینوجود مطالعات نسبتاً اندکی روی بهینه‌سازی شرایط رشدی این گونه ارزشمند صنعتی انجام شده است. رضوان‌بیدختی و همکاران (Rezvan Beydokhti et al., 2011) با بررسی اثر تنش یخزدگی بر میزان نشت الکترولیت‌ها در موسیر گزارش نمودند که کاهش دما بطور معنی‌داری منجر به افزایش نشت الکترولیت‌ها از اندام‌های مختلف شد، بطوریکه بیشترین و کمترین میزان نشت به ترتیب برای ریشه و برگ مشاهده شد.

نیتروژن، فسفر و پتاسیم به عنوان عناصر مغذی اصلی گیاهان شناخته می‌شوند و با توجه به اینکه هر ساله در اثر کشت و کار محصولات کشاورزی مقادیر زیادی از این عناصر از خاک خارج می‌شود گیاهان معمولاً دچار کمبود این عناصر می‌شوند (Marschner, 1995). گیاهان پیازدار به دلیل ریشه کم عمق و فقدان ریشه‌های فرعی فراوان نسبت به کمبود عناصر غذایی به خصوص عناصر غذایی غیرمتحرک از سایر محصولات زراعی حساسیت بیشتری دارند و به افزایش کود پاسخ بهتری می‌دهند (Brewster, 1994).

مقدار نیتروژن لازم گیاه معمولاً به میزان ماده آلی خاک، نیروی جذب گیاه و سطح عملکرد بستگی دارد. گستره نیتروژن جذب شده توسط گیاهان پیازدار بسته به رقم، اقلیم، تراکم گیاه و سطح کود و عملکرد بین کمتر از ۴۰ تا بیشتر از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار قرار دارد (Pire et al., 2001). فرآیند فتوسنتز با مقدار نیتروژن برگ ارتباط زیادی دارد، زیرا فتوسنتز با رابیسکو و سایر پروتئین‌های موجود در مزوفیل مرتبط است و این پروتئین‌ها حدود ۷۵ درصد از کل نیتروژن سلولی را شامل می‌شوند، همزمان با کاهش میزان نیتروژن برگ، مقدار اکثر پروتئین‌های برگ نیز کاهش می‌یابد (Evans, 1989).

پس از نیتروژن، فسفر مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است و گیاهان برای ساختن بسیاری از ترکیبات آلی مانند اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و کوآنزیم‌ها، همچنین برای جذب و انتقال انرژی شیمیایی و سوخت و ساز حیاتی به عنصر فوق نیاز دارند. در گیاهان پیازدار کمبود فسفر رشد ریشه و برگ، اندازه پیاز و عملکرد همچنین رسیدگی را به تأخیر می‌اندازد (Ojala et al., 1983). کاربرد فسفر در خاک‌های ضعیف یا فاقد این عنصر باعث افزایش رشد و عملکرد پیاز شده است. نتایج تحقیقات طولانی مدت در آلمان نشان داد که پیاز (*Allium sativum* L.) به استفاده از کود فسفره واکنش زیادی نشان می‌دهد (Alt et al., 1999). غلظت فسفر معدنی در برگ بر روی فتوسنتز (از طریق آنتی‌پورتی که خروج تریوز فسفات را از استروما به سیتوسول آسان می‌کند) اثر می‌گذارد، غلظت کمتر فسفات معدنی سیتوسول ممکن است اثر منفی روی چرخه کالوین و یا آنزیم‌های مورد نیاز و سطح فعالیت آنها داشته باشد. در آزمایشات مختلف مشخص شده است که کمبود فسفر کارائی فتوسنتز را در محصولات زراعی کاهش می‌دهد (Wissuwa et al., 2005).

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاه است که در بسیاری از فعالیت‌های گیاه مانند فتوسنتز، جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی نقش دارد (Epstin, 1972). گیاهان پیازدار پتاسیم را تقریباً به اندازه نیتروژن جذب می‌کنند (Salo et al., 2002). پتاسیم نقش حیاتی در فتوسنتز دارد چون باعث افزایش مستقیم رشد و شاخص سطح برگ و لذا جذب CO_2 و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می‌گردد (Sarmadnia & Koocheki, 1989). فعالیت اخیر نتیجه تشکیل ATP بیشتر است که برای بارگیری مواد فتوسنتزی در آوند آبکش لازم است.

با توجه به مصارف بالای گیاه موسیر در کشور و احتمال نابودی آن بر اثر استفاده بی‌رویه از رویشگاه‌های طبیعی گیاه، انجام تحقیقات در زمینه فرآیند اهلی‌سازی و تولید انبوه این گیاه با ارزش برای جلوگیری از فرسایش ژنتیکی ضرورت دارد. لذا این مطالعه به منظور بررسی یکی از پارامترهای اصلی فرآیند اهلی‌سازی موسیر یعنی ارزیابی نیاز عناصر غذایی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. در این مطالعه اثرات سطوح مختلف عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر گیاه دارویی و صنعتی موسیر به صورت طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح نیتروژن N_1= ۰، N_2= ۷۰، N_3=۱۴۰ و N_4= ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، سه سطح فسفر P_1=۰، P_2= ۵۰ و P_3=۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح پتاسیم K_1=۰، K_2=۲۵ و K_3= ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه مورد استفاده در این آزمایش به ترتیب شامل اوره (۴۶ درصد نیتروژن)، سوپرفسفات (۴۶ درصد فسفر) و سولفات پتاسیم (۵۲ درصد پتاسیم) بود.

برای تهیه بستر کاشت از گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی که با خاک سبک به نسبت ۶۰ درصد ماسه، ۲۴ درصد سیلت و ۱۶ درصد لوم پر شده بودند استفاده شد. قبل از کاشت از خاک مورد استفاده نمونه-برداری شد و ویژگی‌های خاک تعیین شد (جدول ۱). به منظور جلوگیری از آبشویی ناشی از بارندگی، گلدان‌ها در واحد گلخانه‌ای که دمای آن مطابق با شرایط دمای محیط بیرون تنظیم شده بود قرار گرفت. پس از محاسبه مقدار کود مورد نیاز تیمارهای مختلف براساس

وزن خاک گلدان ۱۰ کیلوگرمی، سطوح مختلف فسفر و پتاسیم در ابتدای کاشت اضافه شد و به منظور جلوگیری از آبشویی کود نیتروژنه، ۵۰ درصد از آن همزمان با مشاهده جوانه‌زنی در ابتدای فصل رشد و باقیمانده کود نیتروژنه در مرحله سه برگی افزوده گردید.

غده‌های موسیر مورد استفاده در این آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۷ از منطقه کلات خراسان رضوی جمع‌آوری شد. گستره وزن غده‌ها بین ۴۰-۳۰ گرم بود. کاشت در آبان ماه سال ۱۳۸۸ در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک گلدان انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. به منظور جلوگیری از آبشویی از مقدار آب کم اما با دور آبیاری کوتاه و همچنین از زیر گلدانی استفاده شد. بدین ترتیب، بطور متوسط با توجه به مراحل فنولوژیکی گیاه آبیاری هر پنج روز یکبار انجام شد. پایش ویژگی‌های رشدی گیاه از مرحله جوانه‌زنی تا برداشت محصول ثبت گردید. اندازه‌گیری‌ها شامل فتوسنتز، محتوای نسبی کلروفیل و غلظت نیتروژن اجزای مختلف گیاه موسیر بود. محتوای نسبی کلروفیل بر اساس قرائت SPAD انجام شد. بدین منظور از هر بوته چهار برگ همسان (جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته) انتخاب و محتوای نسبی کلروفیل آنها توسط دستگاه Mintola Reading SPAD-502, Japan قرائت شد.

به منظور اندازه‌گیری فتوسنتز در طی چند مرحله، از هر بوته دو برگ همسان (جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته) بر انتخاب و میزان فتوسنتز برگ با دستگاه فتوسنتز مدل LCA4 محاسبه شد. در مرحله نهائی رشد و همزمان با رسیدگی بذر که با علائم تشکیل پوسته سیاه بذر قابل تشخیص بود، آبیاری قطع و پس از یک هفته برداشت غده و بذر انجام شد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن در ابتدا یک گرم نمونه آسیاب شده همراه با ۱/۷ میلی‌لیترکاتالیزور و ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک به مدت دو ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد هضم شد. محصول به دست آمده NH_4 بود که بوسیله سود در دستگاه میکرو کجلدال تقطیر شد . محصول بدست آمده NH_3 (گاز) بود که با اسید بوریک خنثی و با اسید سولفوریک تیتر شد. سپس با استفاده از معادله (۱) ابتدا در صد نیتروژن بدست آمد:

معادله (۱)

$$\text{نیتروژن (درصد)} = \frac{(\text{نرمالیته اسید} \times ۱۴ \times ۱۰۰)(\text{وزن نمونه} \times ۱۰۰۰)}{}$$

جهت محاسبات آماری و مقایسه میانگین در این مطالعه از نرم افزارهای Mstat-C، JMP 4.0 و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام گرفت و سطح احتمال بکار رفته در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها پنج درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

عملکرد

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد خشک و تر پیاز موسیر اثر معنی‌داری داشت ($p\leq ۰/۰۵$). با بالا رفتن سطوح نیتروژن، عملکرد خشک و تر پیاز موسیرکه مهمترین بخش اقتصادی این گیاه محسوب می‌شود افزایش یافت؛ بطوریکه بالاترین عملکرد خشک و تر پیاز از تیمار ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۹/۱۱ و ۶۹/۲۸ گرم در بوته بدست آمد. بعد از تیمار سطح چهارم نیتروژن بالاترین میانگین عملکرد از تیمار سطح سوم نیتروژن یعنی ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی‌داری بین سطح چهارم و سوم مشاهده نشد (جدول ۲)، در حالیکه تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۸۵ گرم در بوته ماده خشک و ۴۱/۰۶ عملکرد تر پیاز دارای کمترین عملکرد بود. این افزایش عملکرد را می‌توان به نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی و تجمع مواد فتوسنتزی ساخته شده در پیاز و در نتیجه افزایش قطر و وزن پیاز زیرزمینی نسبت داد (Sharma, 1992).

همچنین با افزایش سطوح فسفر عملکرد خشک و تر موسیر افزایش یافت، بطوریکه سطح سوم فسفر به‌ترتیب با میانگین ۱۵/۸۱ و ۵۶/۸۸ گرم در بوته دارای بالاترین عملکرد خشک و تر پیاز بود که نسبت به میانگین تیمار شاهد حدود ۳۶ درصد افزایش عمکرد است. الرحیم (El-Rehim, 2000) بیشترین افرایش عملکرد خشک پیاز گیاه سیر را در شرایط مصرف ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بدست آورد. فسفر همچنین باعث افزایش اندازه و تعداد پیاز سیر شد (Zaharah et al., 1994). در گیاه پیاز بیشترین عملکرد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار بدست آمد (Vachhani & Pated, 1993). همچنین اثر متقابل نیتروژن، فسفر نیز بر افزایش عملکرد معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود، بطوریکه بیشترین عملکرد خشک و تر پیاز از اثرات متقابل سطح سوم و چهارم نیتروژن با سطح دوم وسوم فسفر بدست آمد، اما تفاوت معنی‌داری بین سطح دوم و سوم فسفر مشاهده نشد (جدول ۲). اسکاف و الجارو (Escaff & Aljaro, 1982) هنگامی که از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای گیاه سیر استفاده کردند بیشترین عملکرد پیاز را بدست آوردند. همچنین اثر متقابل نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد گیاه پیاز خوراکی داشت (Al-Moshileh, 2001).

افزایش سطح پتاسیم و سایر اثرات متقابل بین تیمارها تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد نشان نداد که با توجه به آنالیز نمونه خاک و بالا بودن سطح پتاسیم موجود در خاک، به نظر می‌رسد که موسیر از لحاظ این عنصر تأمین بوده است و به این دلیل به کود واکنش نشان نداده است (جدول ۲).

فتوسنتز موسیر معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) (جدول ۳).

اثر نیتروژن، فسفر و اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر فتوسنتز بـرگ

جدول ۱- مهمترین خصوصیات شیمیایی خاک آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the experimental soil

ماده آلی (درصد) Organic material (%)	پتاسیم (میلی‌گرم برکیلوگرم) potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم برکیلوگرم) Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	مجموع مواد خنثی شونده (درصد) Total neutralizing value (%)	درصد اشباع Saturation percent	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برمتر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
1.002	278	10.2	0.053	10.15	36.66	1.79	7.21

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد پیاز موسیر تحت تأثیر اثر متقابل نیتروژن و فسفر

Table 2- Mean comparison of Persian shallot bulb yield as a result of interaction between nitrogen and phosphorous levels

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.\ ha^{-1}$)	0	0	0	70	70	70	140	140	140	210	210	210	
سطوح فسفر (کیلوگرم در هکتار) Phosphorous levels ($kg.ha^{-1}$)	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100	
وزن خشک پیاز (گرم در بوته) Dry bulb weight ($g.plant^{-1}$)	9.44*	12.81	14.47	12.24	15.59	16.93	15.31	18.72	19.67	18.14	22.05	21.93	LSD = 3.34*
وزن تر پیاز (گرم در بوته) Wet bulb weight ($g.plant^{-1}$)	33.17	46.51	53.52	42.33	54.52	60.17	56.12	65.38	73.83	66.12	78.83	79.15	LSD = 12.05

* میانگین‌های دارای تفاوت بیشتر از LSD برای هر ردیف دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

* Means with the difference rate more than LSD for each row had significant difference according to the LSD test in 5 per cent probability level.

با افزایش کاربرد نیتروژن، فتوسنتز گیاه موسیر بطـور معنـی‌داری افزایش یافت، بطوریکه بیشترین فتوسنتز در سطح چهارم نیتـروژن بـا ۴/۴ میکرومول بر متر مربع در ثانیه مشاهده شد. به غیر از سطح سوم و چهارم نیتروژن بین سایر سطوح تفـاوت معنـی‌داری از نظـر میـزان فتوسنتز مشاهده شد. افزایش نیتروژن خاک باعـث افـزایش محتـوی نیتروژن برگ می‌شود. پاسخ فتوسنتز برگ به تشعشع، تا حـد زیـادی وابسته به محتوای نیتروژن برگ اسـت پـروتئین‌هـای فتوسـنتزی، از جمله مقادیر زیاد رابیسکو و به میزان کمتر مجموعه دریافت‌کننده نـور نشان‌دهنده بخش بزرگی از کل نیتروژن برگ مـی‌باشـند (Field & Mooney, 1986). مطالعات گسترده در مناطق مختلف جهان نشـان داده است که فتوسنتز برگ در شرایط اشباع نوری بـا افـزایش میـزان نیتـروژن بـرگ بـه صـورت خطـی زیـاد مـی‌شـود (Evans, 1989; Grindlay, 1997) در آزمایشی مشـاهده شـد کـه میـزان فتوسـنتز خالص در گونه‌های مختلف در شرایط عرضه مقادیر مختلف نیتـروژن متفاوت است. علاوه بـراین، گونـه‌هـا ممکـن اسـت از لحـاظ میـزان اختصاص نیتروژن به بخش‌های غیرفتوسـنتزی بـا یکـدیگر متفـاوت باشند (Sinclair & Horie, 1989). از سوی دیگر، افزایش نیتـروژن در گیاه سبب افزایش پروتوپلاسم و در نتیجه افزایش انـدازه سـلول و سطح برگ شده و در نهایت باعث افزایش فعالیت فتوسنتز می‌گردد.

فسفر نیز بطور معنی‌داری باعث افزایش فتوسنتز برگ گیاه موسیر شد، بطوریکه با افزایش کاربردکود فسفره فتوسنتز نیز افـزایش یافـت. بیشترین فتوسنتز با ۳/۹ میکرو مول بر مترمربع در ثانیه در سطح سوم فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که نسبت به تیمـار شـاهد اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). اطلاعات کمتـری از محـدودیت فتوسنتز توسط فسفر وجود دارد. سرعت فتوسنتز ممکـن اسـت در اثـر کاهش فعالیت کربوکسیلاسیون ناشی از انتقال الکترون یا انتقال تریوز

فسفات باشد. رابطه خطی و مثبت بین پارامترهای فتوسنتزی و فسفات به دست آمده است (Loustau et al., 1999).

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر و اثرمتقابل آنها بر فتوسنتز برگ موسیر در مرحله گلدهی

Table 3- The effect of different levels of nitrogen, phosphorous and their interaction effects on photosynthesis rate of Persian shallot at flowering stage

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	0	0	0	70	70	70	140	140	140	210	210	210
سطوح فسفر (کیلوگرم در هکتار) phosphorous levels ($kg.ha^{-1}$)	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
فتوسنتز (میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه) Photosynthesis ($\mu mol.m^{-2}.S^{-1}$)	2.6f*	3.3e	3.7cd	3.6d	3.8cd	3.9c	4.2bc	4.4a	4.3ab	4.3bc	4.5a	4.3b

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند

*Means designated by the same letter are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

کاهش فتوسنتز در اثر کمبود فسفر ناشی از دو عامل روزنه و فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی است که خود بستگی به تعداد، منافذ، اندازه و موقعیت روزنه‌ها دارد (Lal et al., 1996).

اثر متقابل نیتروژن و فسفر نیز بطور معنی‌داری باعث افزایش فتوسنتز شد، بطوریکه بیشترین فتوسنتز از اثرات متقابل سطح سوم و چهارم نیتروژن با سطح دوم و سوم فسفر بدست آمد، اما تفاوت معنی‌داری بین اثر متقابل سطح سوم نیتروژن با سطح دوم و سوم و سطح چهارم نیتروژن با سطح دوم و سوم فسفر مشاهده نشد (جدول ۳). سایر تیمارها شامل سطوح مختلف پتاسیم و اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم، فسفر و پتاسیم و نیتروژن فسفر پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش فتوسنتز نشان ندادند.

غلظت کلروفیل برگ

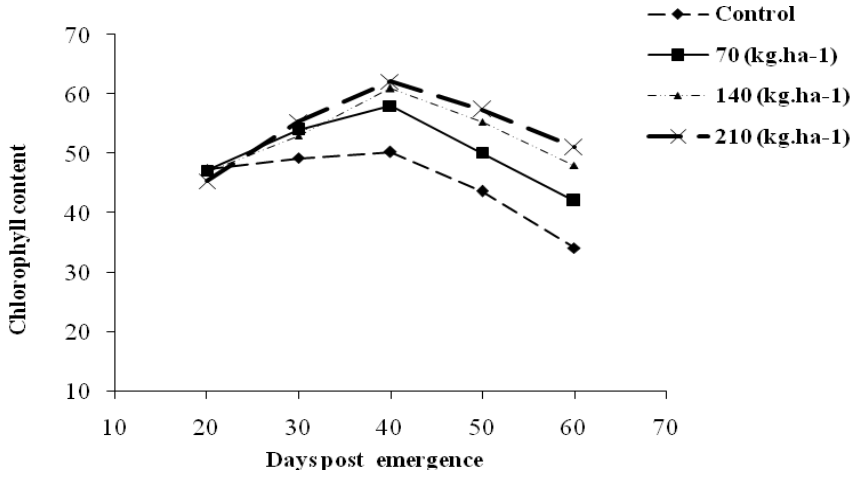
افزایش سطوح نیتروژن تا حد ۱۴۰کیلوگرم در هکتار باعث شد که میزان نسبی کلروفیل به طور معنی‌داری افزایش پیدا کند (شکل ۱). افزایش کاربرد نیتروژن بیش از میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر اندکی بر افزایش عدد کلروفیل داشت. وارول و همکاران (Varvel et al., 1997) نیز تأیید کردند که افزایش کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش میزان نسبی کلروفیل می‌شود. میزان نسبی کلروفیل از ابتدای فصل رشد تا مرحله شروع تشکیل دانه افزایش پیدا کرد و پس از این مرحله به تدریج مقدار آن کاهش یافت. محققین مرحله رشدی که برگ‌های گیاه بیشترین میزان کلروفیل را دارند، مرحله بلوغ فتوسنتزی نامیده‌اند و عقیده بر این است که در این زمان گیاه بیشترین سرعت فتوسنتز را دارد. کمترین میزان کلروفیل برگ در مراحل اولیه رشد مشاهده شد. افزایش میزان نسبی کلروفیل با افزایش سن گیاه توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (Costa et al., 2001). لوح و همکاران (Loh et al., 2002) گزارش کردند که با افزایش سن گیاه و گسترش برگ‌ها تا مرحله‌ای که به حداکثر توسعه یافتگی برسند، محتوای نسبی کلروفیل پنبه افزایش می‌یابد. محتوی نسبی کلروفیل همبستگی مثبتی را با سطح ویژه برگ و میزان نیتروژن آن داشت. از آنجا که بیشتر نیتروژن موجود در برگ‌ها در آنزیم‌های مرتبط با کلروفیل وجود دارد، ارزیابی محتوای کلروفیل توسط کلروفیل‌متر و رابطه آن با غلظت نیتروژن برگ، می‌تواند به شکل تقریباً مستقیم تخمینی از محتوای کلروفیل برگ باشد (Chapman & Barreto, 1997).

سطوح مختلف فسفر و پتاسیم همچنین اثرات متقابل بین نیتروژن ، فسفر و پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر میزان نسبی کلروفیل نداشت که با نتایج شائوبینگ و همکاران (Shaobing et al., 1999) مطابقت داشت. پنگ و همکاران (Peng et al., 1999) در آزمایشی روی برنج (*Oryza sativa* L.) گزارش کردند که محتوای نسبی کلروفیل در اثر کاربرد نیتروژن افزایش یافت و همبستگی بالایی را با غلظت نیتروژن برگ نشان داد. اثر فسفر بر روی محتوای نسبی کلروفیل برگ نشان داد که بر خلاف نیتروژن، کمبود فسفر تأثیر چندانی روی این پارامتر نداشت. عدد کلروفیل متر تنها یک تا دو واحد در تیمار شاهد بیشتر از تیمار کاربرد فسفر بود. کمبود فسفر ممکن است سبب محدودیت ریشه شود و توانایی جذب نیتروژن از

خاک را کاهش دهد. البته کمبود فسفر سبب ایجاد رنگ سبز تیره در گیاه می‌شود و بسته به میزان نیتروژن برگ، ممکن است عدد کلروفیل‌متر مقدار بالاتری را نشان دهد. این نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از کلروفیل‌متر می‌توان بطور تقریبی به محتوای کلروفیل کل و نیتروژن برگ پی برد. مزیت این روش، نیاز کمتر به وقت و هزینه برای تخمین میزان کلروفیل برگ است، زیرا روش‌های معمول استخراج و اندازه گیری کلروفیل زمان‌بر و پرهزینه هستند، در حالیکه تخمین میزان کلروفیل براساس قرائت عدد دستگاه کلروفیل‌متر، سریع و آسان است. بنابراین، کلروفیل‌متر می‌تواند به عنوان یک وسیله جهت تخمین سریع و بدون تخریب میزان کلروفیل گیاه بکار رود (Uddling & Gelang-Alfredsson, 2007).

غلظت نیتروژن خاک

مقدار نیتروژن باقیمانده در خاک پس از برداشت محصول یکی از شاخص‌های جذب نیتروژن از خاک به وسیله گیاه می‌باشد (Zebarth et al., 2004). نتایج تجزیه نمونه خاک جمع‌آوری شده پس از برداشت، نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتروژن در نمونه خاک گلدان‌ها، در سطوح مختلف نیتروژن به کار رفته وجود نداشت. البته با افزایش نیتروژن مقدار نیتروژن باقیمانده در خاک به میزان کمی بهبود یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که بخش عمده نیتروژن اضافه شده به خاک توسط گیاه جذب و یا به روش‌های دیگر از خاک خارج شده است. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2008) نیز گزارش کردند که باقی‌مانده کودها اثر معنی‌داری بر نیتروژن کل خاک نداشته است. آبشویی، تصعید، مصرف توسط گیاه و محبوس شدن در سلول‌های میکروبی و یا در ساختار پیوندی کانی‌های رسی (تبدیل به فرم‌های غیرقابل دسترس) می‌تواند بر کاهش غلظت نیتروژن در خاک تأثیر داشته باشد (Beauchamp, 1987).



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن برتغییرات میزان نسبی کلروفیل برگ موسیر در طی فصل رشد

Fig. 1- The effects of different levels of nitrogen on **Persian shallot chlorophyll content during growing season**

جدول ٤- غلظت نیتروژن خاک، برگ و ساقه و پیاز موسیر در سطوح مختلف نیتروژن کاربردی

Table 4- Effect of nitrogen application levels on concentrations of soil nitrogen, stem, leaves and bulb of Persian shallot

سطح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen level (kg.ha^{-1})				صفت‌ها Traits
210	140	70	0	
0.043a	0.041a	0.042a	0.036a*	غلظت نیتروژن خاک (درصد) Soil nitrogen concentrations soil (%)
0.082a	0.084a	0.083a	0.81a	غلظت نیتروژن برگ و ساقه (درصد) Nitrogen concentration of stem and leaves (%)
2.48a	1.83b	0.055c	0.043d	غلظت نیتروژن پیاز (درصد) Bulb nitrogen concentration of bulb (%)

* در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

*Means of each factor designated by the same letter are not significantly different at 5% level, using LSD test.

غلظت نیتروژن برگ و ساقه

تجزیه و تحلیل غلظت نیتروژن در تیمارهای مختلف اعمال شده تأثیر معنی‌داری در غلظت نیتروژن کاه و کلش (برگ و ساقه پس از مرحله رسیدگی) نشان نداد (جدول ۴). از آنجا که نیتروژن تحرک زیادی در گیاه دارد و اندام‌های در حال نمو نظیر میوه و دانه که نیاز شدیدی به ذخیره‌سازی دارند ممکن است به مقدار زیادی نیتروژن برگ‌های پیر را به سوی خود بکشند (Sarmadnia & Koocheki, 1989). به نظر می‌رسد که نیتروژن برگ موسیر در مرحله رسیدگی به اجزاء زایشی گیاه از قبیل پیاز و دانه انتقال یافته است. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2008) نیز در بررسی خود گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در غلظت نیتروژن باقی مانده کاه و کلش در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) وجود نداشت.

غلظت نیتروژن پیاز

با افزایش نیتروژن در خاک، غلظت نیتروژن بطور معنی‌داری در پیاز گیاه موسیر افزایش پیدا کرد، بطوریکه بالاترین غلظت نیتروژن پیاز (۲/۳ درصد) در کاربرد ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که نسبت به شاهد ۶/۴ برابر افزایش مشاهده شد (جدول ۴). ساردی و تایمار (Sardi & Timar, 2005) گزارش کردند که افزایش کاربرد نیتروژن باعث بالا رفتن غلظت نیتروژن در پیاز گیاه سیر شد. بطوریکه که بالاترین غلظت در کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده گردید. در تحقیقی دیگر، افزایش کاربرد کود نیتروژنه باعث بالارفتن غلظت نیتروژن پیاز سیر شد، بطوریکه بیشترین غلظت نیتروژن در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (Ershadi et al., 2009). به نظر می‌رسد که پیاز موسیر مخزنی است که مقدار زیادی از نیتروژن در طول فصل رشد و در مرحله انتقال مجدد به این اندام گیاهی وارد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد گیاه موسیر به کاربرد عناصر غذایی اصلی واکنش نشان می‌دهد. بالا رفتن سطوح نیتروژن و فسفر باعث افزایش میزان نسبی کلروفیل، فتوسنتز برگ و غلظت نیتروژن پیاز موسیر شد. همچنین اثر متقابل نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری در افزایش میزان نسبی کلروفیل، فتوسنتز برگ و غلظت نیتروژن پیاز موسیر داشت، اما سطوح پتاسیم و سایر اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد که با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز این گیاه بتوان میزان عملکرد را در آن افزایش داد و در جهت اهلی‌سازی و کشت آن به عنوان یک گیاه دارویی زراعی مبادرت ورزید.

منابع

1- Alt, D., Ladebusch, H., and Melzer, O. 1999. Long-term trial with increasing amounts of phosphorus, potassium and magnesium applied to vegetable crops. Acta Horticulturae 506: 29-36.
2- Al-Moshileh, A.M. 2001. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer on onion productivity in central region of Saudi Arabia. Assiut Journal of Horticultural Science 32: 291-305.
3- Baril, E., Capasso, R., Izzo, A.A., Lanzotti, V., Sajjadi, S.E., and Zolfaghari, B. 2005. Structure activity relationships for saponins from *Allium hirtifolium* and *Allium elburzense* and their antispasmodic activity. Planta Medica 71: 1010-1018.
4- Beauchamp, E.G. 1987. Corn response to residual N from and manure applied in previous year. Canadian Journal of Soil Science 67: 931-942.
5- Brewster, J. L. 1994. Onion and other vegetable *Alliums*. CAB International, UK, 334 pp.
6- Chapman, S.C., and Barreto, H.J. 1997. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. Agronomy Journal 89: 557-562.
7- Costa, C. Dwyer, L.M., Dutilleul, P., Stewart, D.W., Ma, B.L., and Smith, D.L. 2001. Inter-relationships of applied nitrogen, Spad, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. Journal of Plant Nutrition 26: 114-120.
8- Ebrahimi, N., Afyooni, M., Karami, M., and Rezaie Nejad, Y. 2008. Residual and cumulative effects of organic matters on nitrogen, phosphorous and potassium concentration of soil. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources 46: 103-113.
9- El-Rehim, G.H.A. 2000. Effect of phosphorus fertilization on yield and quality of onion bulb under Egypt condition. Assiut Journal of Agricultural Sciences 31: 115-121.
10- Epstin, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. New York: Wiley. 189 pp.
11- Ershadi, A., Noori, M., Dashti, F., and Bayat, F. 2009. Effect of different nitrogen fertilizer on yield, pungency and nitrate accumlation in garlic (*Allium sativum*). International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants–SIPAM 2009.
12- Escaff, G., and Aljaro, U.A. 1982. Two trials on the effect of nitrogen and phosphorus on garlic. Agriculture Tecnica 42: 143-147.

13- Evans, J. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C_3 plants. Oecologia 78: 9 19.
14- Kamenetsky, R., and Gutterman, Y. 2000. Germination strategies of some *Alliums* species of the subgenus Melanocrommuyum from arid zone of Central Asia. Journal of Arid Environments 45: 61-71.
15- Lal, A., Ku, M.S., and Edwards, G.E. 1996 Analysis of inhibition of photosynthesis due to water stress in the C_3 species *Hordeum vulgare* and *Vicia faba*: Electron transport, CO_2 fixation and carboxylation capacity. Photosynthetic Researches 49: 57-69.
16- Loh, F.C.W., Grabosky, J.C., and Bassuk, N.L. 2002. Using the SPAD-502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of Benjamin Fig and Cottonwood leaves. Horticultural Technology 12: 682-686.
17- Loustau, D., Brahim, M. B., Gaudillère, J.P., and Dreyer, E. 1999. Photosynthetic responses to phosphorus nutrition in two-year-old maritime pine seedlings. Tree Physiology 19: 707–715.
18- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press, London.
19- Ojala, J.C., Jarrell, W.M., Menge, J.A., and Johnson, E.L.V. 1983. Influence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. Agronomy Journal 75: 255-259.
20- Omidbeigi, R. 1994. Production and Processing Approaches of Medicinal Plants. Fekre Rouz Publication, Tehran, Iran. 254 pp. (In Persian)
21- Peng, S., Sanico, A.L., Grrcia, F.V., Laza, R.C., Visperas, R.M., Descalsota, J.P. and Cassman, K.G. 1999. Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll meter reading in rice. Plant Production Science 2: 227-231.
22- Pire, R., Ramirez, H., Riera, J., and Gómez de, T.N. 2001. Removal of N, P, K and Ca by an onion crop (*Allium cepa* L.) in a silty-clay soil, in a semiarid region of Venezuela. Acta Horticulturae 555: 103-109.
23- Rezvan Beydokhti, S., Nezami, A., Kafi, M., and Khazaei, H.R. 2011. Effects of freezing stress on electrolyte leakage of Persian shallot (*Allium altissimum* Regel.) under controlled condition. Agroecology 3(3): 371-382. (In Persian with English Summary)
24- Salo, T., Suojala, T., and Kallela, M. 2002. The effect of fertigation on yield and nutrient uptake of cabbage, carrot and onion. Acta Horticulturae 571: 235-241.
25- Samsam Shariat, H. 1994. Growth and Regeneration of Medicinal Plants. Mani publications, Tehran, Iran 34 pp. (In Persian)
26- Sardi, K., and Tima´r, E. 2005. Responses of garlic (*Allium sativum* L.) to varying fertilization levels an nutrient ratios. Soil Science and Plant Analysis 36: 673–679.
27- Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 1989. Physiology of Crop Plants. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Iran. 400 pp. (In Persian)
28- Sepahvand, A., Astereki, H., Naghavi, M.R., Daneshian J., and Mohammadian, A. 2008. Evaluation of morphological variation in different accession of *Allium hirtifolium* Boissier from Lorestan Province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24: 109-116. (In Persian with English summery)
29- Shaobing, P., Sanico, L., Garsia, A.L., and. Gassman, K.G. 1999. Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll meter reading in rice. Plant Production Science 2(4): 227-231.
30- Sharma, R.P. 1992. Effect of planting material, nitrogen and potash on bulb yield of rainy season onion (*Allium cepa* L.). Indian Journal of Agronomy 37: 868-869.
31- Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., and Pleijel, H. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. Photosynthesis Researches 91: 37-46.
32- Vachhani, M.U., and Patel, Z.G. 1993. Growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by levels of nitrogen, phosphorus and potash under South Gujarat conditions. Progressive Horticulture 25(3).
33- Varvel, G.E., Schepers, J.S., and Francis, D.D. 1997. Ability for in season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. Soil Science Society of America Journal 61: 1233-1239.
34- Wissuwa, M., Gamat, G., and Ismail, A.M. 2005. Is root growth under phosphorus deficiency affected by source or sink limitation. Journal of Experimental Botany 56: 1943-1950.
35- Zaharah, A., Vimala, P., Siti Zainab, R., and Salbiah, H. 1994. Response of onion and shallot to organic fertilizer on bris (rudua series) soil in Malaysia. Acta Horticulturae 358: 429-433.
36- Zebarth, B.J., Tai, G., Tarn, R., deJong, H., and Milburn, P.H. 2004. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. Canadian Journal of Plant Science 84: 589-598.