

## اثر فسفر و نیتروژن بر رشد رویشی و تولید بنه‌های دختری در زعفران

نسرین چاجی<sup>۱\*</sup>، رضا خراسانی<sup>۲</sup>، علیرضا آستارایی<sup>۳</sup> و امیر لکزیان<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*- نویسنده مسئول: [Nasrin\\_chaji@yahoo.com](mailto:Nasrin_chaji@yahoo.com)

چاجی، ن.، خراسانی، ر.، آستارایی، ع.ر.، و لکزیان، ا.، ۱۳۹۲. اثر فسفر و نیتروژن بر رشد رویشی و تولید بنه‌های دختری در گیاه دارویی زعفران. مجله پژوهش‌های زعفران. (۱): ۱۲-۱.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۱۵

### چکیده

زعفران (*Crocus sativus*) یکی از با ارزش‌ترین گیاهان ادویه‌ای و دارویی در دنیا و به‌ویژه در ایران است، اما علی‌رغم اهمیت این گیاه استراتژیک، تحقیقات زیادی در رابطه با نقش عناصر غذایی در این گیاه انجام نشده است. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر سطوح مختلف فسفر و نیتروژن بر جذب عناصر نیتروژن و فسفر و تولید بنه‌های دختری زعفران در باغ تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به صورت گلدانی در محیط باز اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سطح فسفر (صفر، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم بر هکتار) و سه سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار) و دو زمان برداشت بود. پارامترهای مورد اندازه‌گیری در این آزمایش شامل وزن تر و خشک بنه و برگ، تعداد بنه‌های دختری تولید شده، میزان غلظت هر یک از عناصر فسفر و نیتروژن در بنه و برگ در هر یک از دوره‌های برداشت بود. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح فسفر، وزن بنه‌های دختری زعفران افزایش و تعداد آنها کاهش یافت، اما با افزایش میزان نیتروژن وزن بنه‌های دختری کاهش و تعداد آنها افزایش یافت. گذشت زمان نیز باعث افزایش وزن برگ و بنه شد. میزان جذب و غلظت هر یک از عناصر فسفر و نیتروژن در برداشت دوم گیاه زعفران در بنه افزایش و در برگ کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: بنه، جذب، زعفران، فسفر، نیتروژن.

## مقدمه

مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه در مراحل اولیه رشد گیاه است (Alvarez-Orti et al., 2004). در بنه‌های بزرگتر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بنه‌های کوچکتر زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر برگ‌ها امکان استفاده بیشتر از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی ساخته شده را به دنبال دارد و در نهایت، موجب ایجاد بنه‌های بزرگتر در پایان فصل رشد می‌شود (Lombardo et al., 2005; Molina, 1989; Negbi, 2005)، اما مطالعاتی در مورد تغذیه عناصر معدنی بر عملکرد و خصوصیات رشدی گیاه زعفران به ویژه تولید بنه‌های دختری انجام نشده است. به همین دلیل این تحقیق در پاسخ به این سؤال که در سال اول نقش تغذیه خاکی بر رشد رویشی گیاه و تولید بنه‌های دختری چگونه است؟ و با هدف بررسی نقش عناصر معدنی فسفر و نیتروژن بر تولید بنه و رشد رویشی گیاه زعفران و همچنین نحوه میزان جذب این عناصر در هر یک از اندام‌های گیاه در دوره‌های رشد رویشی و رکود گیاه زعفران در سال اول انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. سه سطح فسفر (صفر، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم بر هکتار) از منبع سوپر فسفات تریپل، سه سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار) از منبع اوره و دو زمان برداشت به عنوان تیمارهای آزمایشی در نظر گرفته شدند. خاک مورد نظر برای کاشت از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری منطقه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد برداشت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. با توجه به نتایج آنالیز خاک فقط کودهای نیتروژن و فسفر به عنوان تیمارهای کودی در سطوح مختلف به خاک اضافه شد. علی‌رغم اثرات مثبت کودهای آلی در رشد و نمو گیاه زعفران، به علت جلوگیری از تداخل تأمین عناصر نیتروژن و فسفر از دو منبع کودهای آلی و شیمیایی، در این آزمایش از کود آلی استفاده نشد. در صورت اضافه کردن کودهای آلی به علت عدم آگاهی از توان معدنی شدن این کودها در خاک، مقادیر نیتروژن و فسفر

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* گران‌ترین ادویه جهان محسوب می‌شود (Kumar, 2009). بیشترین سطح زیر کشت و عملکرد جهانی مربوط به ایران است (Amirshekari et al., 2006) این گیاه عقیم بوده و تکثیر آن از طریق بنه انجام می‌شود (Kafi et al., 2001). به همین دلیل نیاز به یک سری تحقیقات گسترده در زمینه تولید بنه‌های دختری درشت، غنی از عناصر غذایی و با کیفیت بالا می‌باشد و باید تغذیه گیاه زعفران در سال اول کشت و سال‌های بعد مورد توجه قرار گیرد، تا بنه‌های دختری قوی‌تری در هر سال تولید تا عملکرد محصول زعفران در سال‌های بعد افزایش یابد. حال سؤال اینجاست با توجه به نقش نسبی ذخایر بنه مادری زعفران در تولید محصول در سال اول کشت، سهم تغذیه و حاصلخیزی خاک در این میان چقدر است؟ باید عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تا حدی در خاک تأمین گردد که فراهمی آنها به عنوان عامل محدودکننده در رشد و تغذیه گیاه مطرح نباشد و خاک دچار کمبود نشود. یک سری تحقیقات در خصوص گیاه زعفران نشان داد که این گیاه به عناصر غذایی فراوانی احتیاج ندارد و خاک‌های بسیار حاصلخیز به علت افزایش رشد سبزینه برای کشت گیاه مناسب نیست (Rahamati, 2003; Vatanpur-, Azghadi et al., 2003)، اما مطالعات دیگر در زمینه تغذیه گیاه زعفران نشان داد که ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به فاکتورهای مربوط به حاصلخیزی خاک از جمله میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادل‌پذیر وابسته است (Temperini et al., 2009). کاربرد کود اوره در زمستان، سبب افزایش معنی‌داری در تعداد گل زعفران شد (Hosseini et al., 2004). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که عملکرد زعفران با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار، افزایش یافت (Sadeghi et al., 1992)، ولی در یک آزمایش سه ساله دیگر در ایران، نتایج متضادی را از کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد گیاه زعفران مشاهده کردند (Behnia et al., 1999). از طرف دیگر، تحقیقات گذشته در زمینه اندازه بنه نشان دادند که اندازه بنه بر گل‌آوری و تعداد و وزن برگ‌های زعفران اثر مثبت داشت (Nassiri et al., 2007; Pandey et al., 1979). بنه به عنوان یک منبع ذخیره کننده

۱/۷۶ گرم) با سطح صفر فسفر (۱/۳۲ گرم) تفاوت قابل توجهی داشت. به نحوی که وزن خشک اندام‌های رویشی با کاربرد فسفر در سطح ۳۵ کیلوگرم بر هکتار ۲۳/۶ درصد نسبت به سطح صفر فسفر بیشتر بود. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان کاربرد نیتروژن در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار با سطح صفر نیتروژن نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ به طوری که وزن خشک برگ در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار ۱۹ درصد بیشتر از سطح صفر نیتروژن بود. با گذشت زمان نیز وزن خشک برگ‌ها در گیاه زعفران افزایش یافت؛ به طوری که در برداشت دوم وزن خشک برگ ۲۴ درصد نسبت به برداشت اول افزایش یافت (شکل ۱). تفاوت مشاهده شده بین سطح صفر فسفر و نیتروژن با سطوح مختلف فسفر و نیتروژن نشان دهنده اثر مثبت تغذیه بر وزن برگ در سال اول در گیاه زعفران بود. همچنین تفاوت وزن خشک برگ‌ها در فاصله زمانی بین بهمن تا اردیبهشت که زمان تشکیل بنه‌های دختر زعفران بود، نشان دهنده این موضوع است که احتمالاً افزایش در رشد رویشی برگ‌ها در این فاصله زمانی بر عملکرد بنه‌های دختر تأثیرگذار است. میزان مواد انتقال یافته به اندام‌های زیرزمینی و ریشه بستگی به سطح فتوسنتز کننده برگ‌های گیاه زعفران دارد. با توجه به راندمان فتوسنتزی کم گیاه زعفران به علت عدم توان استقرار به صورت قائم و حتی افقی در زمان بلوغ نقش تغذیه گیاه زعفران برای افزایش وزن برگ‌های گیاه زعفران دو چندان شده و از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

نتایج تحقیقات امید و همکاران (Omid et al., 2009)، نیز نشان داد که تغذیه گیاه زعفران شد با کودهای بیولوژیک و شیمیایی در سال اول موجب افزایش وزن برگ‌ها در گیاه زعفران همچنین حسینی و صادقی (Hosseini & Sadeghi, 2004) نشان دادند که استفاده از کود نیتروژن رشد رویشی برگ‌های زعفران را افزایش داده است که با یافته‌های این تحقیق از نظر وزن برگ مطابقت دارد.

**عملکرد بنه:** تکثیر گیاه زعفران توسط بنه متداول است. با توجه به اینکه بنه در گیاه زعفران به‌عنوان یک منبع ذخیره‌کننده مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی محسوب می‌شود، لذا اندازه آن از مهمترین عوامل موثر بر گلدهی زعفران می‌باشد. با توجه به مشاهدات موجود تا بهمن ماه (برداشت اول) بنه‌های

ناشی از معدنی شدن مواد آلی متفاوت بود که این مسئله باعث ابهام در مقدار ورودی این عناصر به خاک می‌شد. بدین علت از کود اوره به صورت محلول و کود سوپر فسفات تریپل به صورت جامد قبل از کاشت استفاده شد. در این آزمایش تیمار بدون کود به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. بنه‌های مورد نیاز از مزارع بومی شهرستان بیرجند تهیه شدند. تعداد سه بنه در هر گلدان در شهریور ماه در عمق ۱۰ سانتی‌متر خاک کاشته شدند. رطوبت خاک به روش وزنی در حد ظرفیت زراعی با آب مقطر در طول دوره رشد تأمین شد. برداشت اول در زمان رشد رویشی گیاه در بهمن‌ماه و برداشت دوم در زمان رکود گیاه زعفران در اردیبهشت ماه انجام شد. در هر برداشت برگ و بنه‌های زعفران جمع‌آوری شدند. سپس وزن تر و وزن خشک برگ و بنه‌های زعفران و میزان غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر و نیتروژن با سیستم کجلدال به صورت جداگانه در برگ و بنه زعفران در هر برداشت تعیین شد. در برداشت دوم تعداد و وزن بنه‌های دختر تولید شده نیز در نظر گرفته شد. آنالیز داده‌ها با نرم افزار SAS 9.1، رسم اشکال با نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

**مشخصات خاک و بنه‌ها:** برای انجام این آزمایش خاکی با فسفر کم انتخاب شد. میزان عناصر غذایی فسفر، نیتروژن و پتاسیم خاک مورد آزمایش قبل از کاشت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۱). همچنین بنه‌های مورد استفاده برای کشت دارای وزن ۶ تا ۸ گرم بودند. قبل از کاشت میزان عناصر غذایی فسفر، نیتروژن و پتاسیم بنه‌ها تعیین شد (جدول ۲).

## نتایج و بحث

**وزن برگ:** برگ‌ها در گیاهان ژئوفیت از جمله زعفران مواد فتوسنتزی لازم را برای اندام زیرزمینی و ریشه گیاهان فراهم کرده و آنها را به اندام‌های زیرزمینی انتقال می‌دهند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر فسفر، نیتروژن، زمان برداشت و برهمکنش فسفر و زمان برداشت بر وزن خشک برگ زعفران معنی‌دار بود، اما برهمکنش فسفر و نیتروژن، برهمکنش نیتروژن و زمان برداشت و برهمکنش سه گانه فسفر و نیتروژن و زمان برداشت معنی‌دار نشد. وزن خشک برگ‌ها در تیمارهای ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار (به ترتیب برابر با ۱/۶۴ و

دختری تولید نشد و بنه‌های مادری زعفران همچنان وجود داشت. در این مدت به مرور رشد برگ‌ها کامل شده و گیاه خود را برای تولید بنه دختری تقویت می‌کرد. در برداشت دوم، (اردیبهشت ماه) بنه‌های دختری تولید شد.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1- results of measurement physical and chemical particular soil experiment

K	P	N	OM	EC	pH	بافت خاک
	(mg kg <sup>-1</sup> )		(درصد)	(dS m <sup>-1</sup> )		لومی سیلتی
۱۹۹/۸۳	۷/۰۴	۶۲۳	۰/۴۷	۲/۱	۷/۷۵	

جدول ۲- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی بنه‌های مورد آزمایش

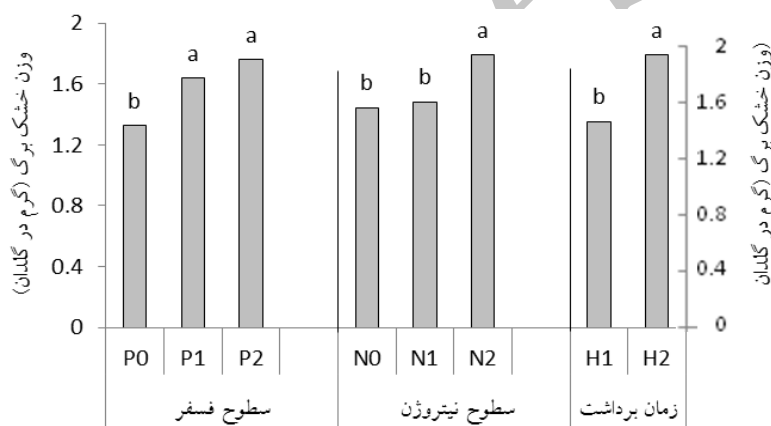
Table 2- Results corm weight and its N, P and K concentration

K (%)	P (%)	N (%)	وزن بنه (گرم)
۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۶۸	۶-۸

جدول ۳- مشخصات جوی منطقه

Table 3- Information of regional climatic conditions

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	مجموع بارندگی سالانه (میلی‌متر)
۵۹°۳۸'	۳۶°۱۹'	۹۸۵	۱۶۳



شکل ۱- اثر سطوح مختلف فسفر، نیتروژن و زمان برداشت بر وزن خشک برگ در گیاه زعفران (P<sub>0</sub> صفر فسفر، P<sub>1</sub> ۳۵ کیلوگرم در هکتار، P<sub>2</sub> ۷۰ کیلوگرم در هکتار و N<sub>0</sub> شاهد نیتروژن، N<sub>1</sub> ۵۰ کیلوگرم در هکتار، N<sub>2</sub> ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و H<sub>1</sub> برداشت اول، H<sub>2</sub> برداشت دوم)

Fig. 1- Effect of different levels of phosphorus, nitrogen and harvest time on leaf dry matter of saffron

(P<sub>0</sub> Zero phosphorus, P<sub>1</sub> 35 kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub> 70 kg.ha<sup>-1</sup> phosphorus and N<sub>0</sub> Zero kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub> 50 kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen and H<sub>1</sub> the first harvest and H<sub>2</sub> the second harvest)

بین سطوح ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار و سطح صفر فسفر بر تولید تعداد و وزن تر و خشک بنه‌های دختری تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که با کاربرد کود فسفر تعداد بنه‌های دختری تولید شده کاهش یافت؛ در حالیکه وزن تر و خشک هر یک از بنه‌های تولیدی افزایش یافت. با کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار تعداد بنه‌های دختری تولید شده ۳۵/۱

تیمار فسفر، نیتروژن، زمان برداشت و برهمکنش فسفر و زمان برداشت و برهمکنش نیتروژن و زمان برداشت بر تعداد و وزن تر و خشک هر یک از بنه‌های دختری معنی‌دار بود، اما برهمکنش فسفر و نیتروژن و برهمکنش سه‌گانه فسفر و نیتروژن و زمان برداشت بر تعداد و وزن تر بنه‌های دختری معنی‌دار نشد.

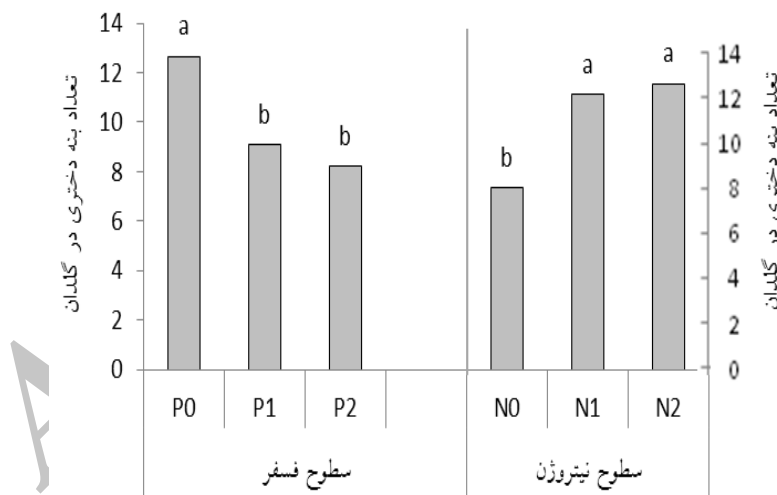
al., 2001) نشان دادند که کاربرد غلظت‌های زیاد نیتروژن سبب کاهش وزن بنه در گیاه ژئوفیت گلابول شد که نتایج حاصل از تحقیقات گذشته بر روی گیاه بنه‌دار گلابول با نتایج حاصل از این تحقیق در گیاه بنه‌دار زعفران مطابقت دارد.

**غلظت فسفر برگ:** نتایج این پژوهش اختلاف معنی‌داری را بین سطوح مختلف فسفر، زمان برداشت و برهمکنش فسفر و زمان برداشت و برهمکنش نیتروژن و زمان برداشت در سطح یک درصد و نیتروژن در سطح پنج درصد بر غلظت فسفر در برگ نشان دادند، ولی بین برهمکنش فسفر و نیتروژن و برهمکنش فسفر، نیتروژن و زمان برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تغذیه فسفر در گیاه زعفران باعث افزایش غلظت فسفر برگ نسبت به سطح صفر فسفر در برداشت اول شد، اما این افزایش در تیمار ۳۵ کیلوگرم فسفر بر هکتار نسبت به تیمار ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار در برداشت اول به علت برهمکنش عناصر در خاک بارزتر بود (شکل ۵).

درصد کاهش (شکل ۲) یافت، اما وزن تر هر بنه دختری ۵۱/۲ درصد و وزن خشک هر بنه دختری تولید شده ۶۲/۴ درصد نسبت به سطح صفر فسفر افزایش یافت (شکل ۳).

همچنین اثر نیتروژن بر تعداد و وزن بنه‌های دختری بیان کننده آن بود که با استفاده ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار تعداد بیشتری از جوانه‌های موجود بر روی بنه مادری فعال شده و موجب تولید تعداد بنه‌های دختری بیشتری شد، ولی وزن تر و خشک هر بنه دختری کاهش یافت. با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار تعداد بنه‌های دختری تولید شده ۳۶/۵ درصد افزایش یافت (شکل ۲)، ولی وزن تر هر بنه دختری ۳۶ درصد و وزن خشک هر بنه دختری تولید شده ۱۷/۴ درصد کاهش یافت (شکل ۴). در تحقیقی مشابه بر روی گیاه بنه‌دار گلابول مشاهده شد با کاربرد نیتروژن، تعداد بنه‌های دختری تولید شده افزایش یافته است (Borrelli, 1984).

نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که کاربرد نیتروژن به تنهایی و یا همراه با فسفر و پتاسیم موجب افزایش تعداد بنه‌های دختری شد (Korkut et al., 1997). مالیک و همکاران (Malice et

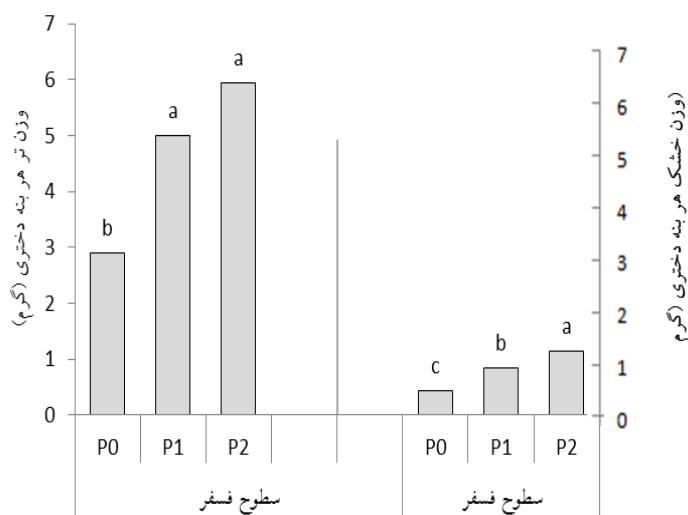


شکل ۲- اثر سطوح مختلف فسفر و نیتروژن بر تعداد بنه‌های دختری تولید شده در برداشت دوم

(P<sub>0</sub> صفر فسفر، P<sub>1</sub> ۳۵ کیلوگرم در هکتار، P<sub>2</sub> ۷۰ کیلوگرم در هکتار و N<sub>0</sub> شاهد نیتروژن، N<sub>1</sub> ۵۰ کیلوگرم در هکتار، N<sub>2</sub> ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)

Fig. 2- Effect of different levels phosphorus and nitrogen on the number of daughter corms in second harvest

(P<sub>0</sub> Zero phosphorus, P<sub>1</sub> 35 kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub> 70 kg.ha<sup>-1</sup> phosphorus and N<sub>0</sub> Zero kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub> 50 kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen)

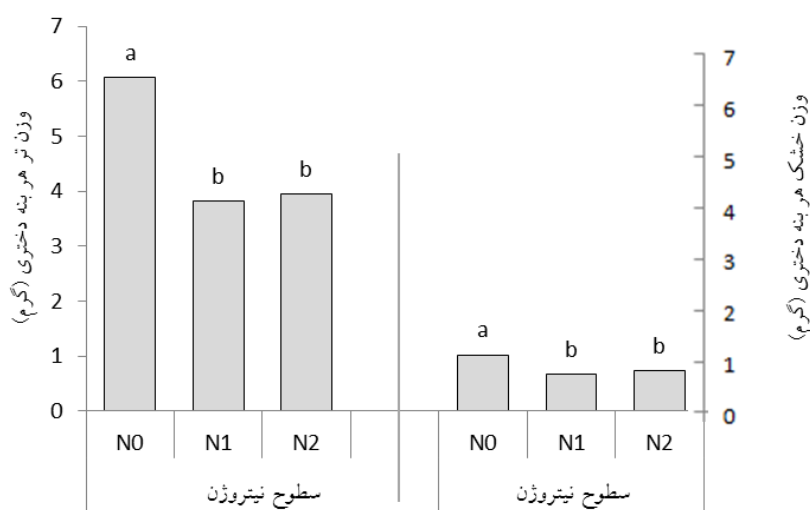


شکل ۳- اثر سطوح فسفر بر وزن تر و خشک بنه‌های دختری تولید شده در برداشت دوم

(P<sub>0</sub> صفر کیلوگرم در هکتار، P<sub>1</sub> ۳۵ کیلوگرم در هکتار و P<sub>2</sub> ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفر)

Fig. 3- Effect of different levels phosphorus on fresh and dry weight of daughter corms in second harvest

(P<sub>0</sub> Zero phosphorus, P<sub>1</sub> 35 kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub> 70 kg.ha<sup>-1</sup>)



شکل ۴- اثر سطوح نیتروژن بر وزن تر و خشک بنه‌های دختری تولید شده در برداشت دوم

(N<sub>0</sub> صفر کیلوگرم در هکتار، N<sub>1</sub> ۵۰ کیلوگرم در هکتار و N<sub>2</sub> ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن)

Fig. 4- Effect of different levels nitrogen on fresh and dry weight of daughter corms in second harvest

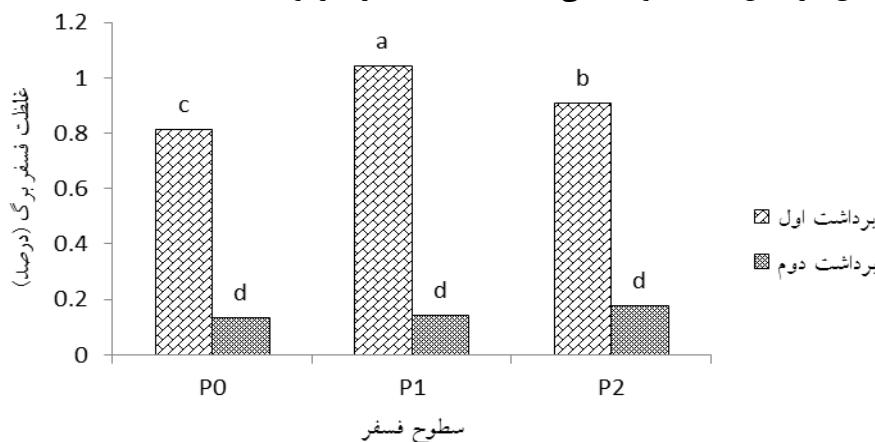
(N<sub>0</sub> Zero nitrogen, N<sub>1</sub> 50 kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen)

غلظت فسفر برگ در تیمار ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در برداشت دوم معادل شش برابر نسبت به برداشت اول در همان تیمار کودی کاهش نشان داد (شکل ۵). صوفی و همکاران (Sofi et al., 2008) نشان دادند که غلظت فسفر جذب شده

غلظت فسفر برگ در سطوح مختلف فسفر در برداشت دوم تفاوت معنی‌داری نداشتند و نسبت به برداشت اول کاهش داشتند، که مقداری از این کاهش به علت انتقال عناصر از برگ به بنه در فاصله زمانی برداشت اول و دوم بود است؛ به نحوی که

شده در زمان کاشت گیاه زعفران مورد جذب گیاه زعفران در سال اول قرار گرفته و بعد از جذب بر عملکرد کمی گیاه تأثیرگذار بود.

در گیاه زعفران با مقدار فسفر به کار گرفته همبستگی مثبتی داشت تحقیقات صوفی و همکاران (Sofi et al., 2008) و نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که مواد غذایی استفاده



شکل ۵- برهمکنش فسفر و زمان برداشت بر غلظت فسفر برگ در گیاه زعفران

(P<sub>0</sub> صفر فسفر، P<sub>1</sub> ۳۵ کیلوگرم در هکتار و P<sub>2</sub> ۷۰ کیلوگرم در هکتار)

Fig. 5- Interaction of phosphorus and harvest time on concentration of leaf phosphorus of saffron

(P<sub>0</sub> Zero kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>1</sub> 35 kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub> 70 kg.kg.ha<sup>-1</sup> phosphorus)

نیتروژن بر هکتار باعث ۲۵ درصد افزایش در غلظت نیتروژن برگ نسبت به سطح شاهد شد (Sofi et al., 2008) که با نتایج حاصل از این تحقیق از نظر غلظت عنصر نیتروژن برگ مطابقت دارد. همچنین نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن برگ در فاصله زمانی برداشت اول و دوم کاهش داشت. نتایج تحقیقات ذبیحی و همکاران (Zabihi et al., 2011) نیز نشان داد که غلظت عناصر غذایی در برگ‌های گیاه زعفران با گذشت زمان کاهش داشتند. آنها بیان کردند که از ۱۵ اسفند تا ۱۵ فروردین هنگام زرد شدن برگ‌ها غلظت عناصر غذایی در برگ با شیب تندی کاهش یافته است.

**غلظت فسفر بنه:** اثر سطوح فسفر و زمان برداشت در سطح احتمال یک درصد و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت فسفر در بنه معنی‌دار شدند، اما برهمکنش فسفر و نیتروژن، فسفر و زمان برداشت، نیتروژن و زمان برداشت بر همکنش سه گانه فسفر و نیتروژن و زمان برداشت بر غلظت فسفر بنه معنی‌دار نشدند. با کاربرد کود فسفر، غلظت فسفر در بنه این گیاه افزایش یافت؛ به طوری که تیمارهای ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم فسفر بر هکتار دارای بیشترین غلظت فسفر در بنه بودند، در حالیکه غلظت فسفر بنه در تیمار صفر فسفر کمترین

**غلظت نیتروژن برگ:** اثر تیمارهای فسفر، نیتروژن و زمان برداشت در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش نیتروژن و زمان برداشت در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت نیتروژن برگ زعفران معنی‌دار شدند، اما برهمکنش فسفر و نیتروژن، فسفر و زمان برداشت و برهمکنش فسفر، نیتروژن و زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن برگ زعفران نداشتند. با کاربرد نیتروژن، غلظت نیتروژن در برگ گیاه زعفران افزایش یافت. در برداشت اول سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار افزایش معنی‌داری در غلظت نیتروژن نسبت به سطح صفر نیتروژن داشتند، اما در برداشت دوم این افزایش فقط بین سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار با سطح صفر نیتروژن مشاهده شد (شکل ۷). افزایش غلظت نیتروژن در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار سبب شد تا وزن برگ نسبت به سطح صفر نیتروژن افزایش یابد (شکل ۱). افزایش وزن برگ به این دلیل است که نیتروژن سهم مهمی از مولکول کلروفیل را تشکیل داده و موجب تشکیل بیشتر مولکول کلروفیل و افزایش تولیدات فتوسنتزی می‌شود (Gregory et al., 1981). تحقیقات گذشته در گیاه زعفران نشان داد که کاربرد ۹۰ کیلوگرم

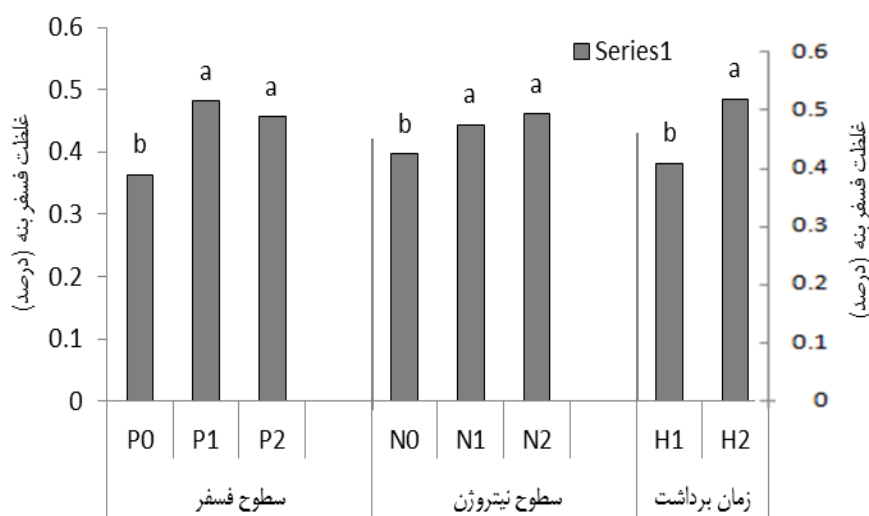
نیترژن بنه معنی‌دار نشدند. تغذیه نیترژن در گیاه زعفران سبب شد تا غلظت نیترژن بنه‌های دختره تولید شده در برداشت دوم افزایش یابد. سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن بر هکتار (برداشت دوم) دارای ۲/۳۴ درصد نیترژن در بنه‌های دختره بود (شکل ۷). غلظت نیترژن بنه‌های دختره در برداشت دوم حدود دو تا سه برابر غلظت نیترژن بنه‌های کشت شده است (جدول ۲)، اما غلظت نیترژن در بنه‌های مادری (برداشت اول) در سطوح مختلف کودی تفاوتی با یکدیگر (شکل ۷) و با بنه کشت شده (جدول ۲) نداشتند. البته این موضوع بدین علت نبوده که تا زمان برداشت اول جذب نیترژن در گیاه زعفران صورت نگرفته است. بلکه نیترژن جذب گیاه زعفران شده، اما به اندام‌های رویشی گیاه انتقال یافته است. مقدار کمی از نیترژن جذب شده از خاک در بنه ذخیره شد. در زمان برداشت دوم، بنه‌های دختره تشکیل شد و تفاوت معنی‌داری در غلظت نیترژن بنه‌های دختره در تیمارهای نیترژن وجود داشت. همانطور که در مورد فسفر مطرح شد قسمتی از نیترژن به صورت مستقیم توسط ریشه‌های کوتاه به بنه‌های دختره زعفران انتقال یافت. بنه‌های دختره تغذیه شده با نیترژن از نظر عنصر غذایی نیترژن نسبت به بنه‌های کشت شده غنی‌تر بودند.

**تخمین میزان جذب نیترژن از خاک توسط بنه‌های دختره:** اکثر مطالعات نشان دادند که بنه‌های دختره به وجود آمده در گیاه زعفران فاقد ریشه هستند و مواد مغذی مورد نیاز برای ادامه فعالیت خود را از طریق فتوسنتز و یا جذب برگی تأمین می‌کنند. اعتقاد بر این است که در این مرحله از رشد گیاه زعفران، جذبی از خاک صورت نمی‌گیرد. به همین دلیل محلول پاشی برگی در اسفند ماه برای گیاه زعفران توصیه می‌شود (Hosseini et al., 2004)، اما نتایج حاصل از این تحقیق به همراه یک‌سری محاسبات ساده بیانگر این موضوع است که در مرحله تولید بنه‌های دختره علی‌رغم عدم حضور ریشه‌های جاذب هنوز جذب عناصر غذایی از خاک صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن بر هکتار میزان نیترژن در بنه‌های دختره تولیدی به ازای هر بنه مادری کشت شده ۰/۳۸ گرم محاسبه شد، که حاصل ضرب غلظت نیترژن و وزن کل بنه‌های دختره در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن بر هکتار در برداشت دوم است.

غلظت را داشت (شکل ۶). زمان برداشت هم تأثیر معنی‌داری بر میزان غلظت فسفر بنه داشت. بدین صورت که میزان غلظت فسفر در بنه‌های دختره (برداشت دوم) و بنه‌های مادری برداشت اول به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۳۸ درصد بود (شکل ۶)، اما غلظت فسفر در بنه‌های کشت شده ۰/۳۲ درصد بود (جدول ۲). این موضوع گویای این است که از زمان کاشت تا زمان برداشت اول بیشترین انتقال فسفر به اندام‌های رویشی گیاه زعفران صورت گرفته و مقدار اندکی در بنه‌های مادری ذخیره شد، اما غلظت فسفر در بنه‌های دختره تولید شده (برداشت دوم) نسبت به بنه‌های کشت شده و بنه‌های مادری برداشت اول بیشتر بود؛ به طوری که غلظت فسفر در بنه‌های دختره ۲۲ درصد بیشتر از غلظت فسفر در بنه مادری برداشت اول و در حدود ۳۰ درصد بیشتر از بنه‌های کشت شده بود. این موضوع به دلیل انتقال فسفر از برگ به بنه‌های دختره و همچنین مقداری جذب فسفر از خاک توسط ریشه‌های کوتاه که نقش اصلی آن جذب آب و مواد غذایی بنه دختره است صورت می‌پذیرد (Nassiri et al., 2007). مقایسه میانگین تیمارها نیز نشان داد که سطوح مختلف نیترژن به تنهایی بر میزان غلظت فسفر بنه معنی‌دار بودند؛ به طوری که سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن بر هکتار به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۴۶ درصد بیشترین و سطح صفر نیترژن ۰/۴۰ درصد کمترین میزان غلظت فسفر بنه را داشتند (شکل ۷). به طور کلی، می‌توان گفت تغذیه گیاه زعفران در سال اول سبب می‌شود بنه‌های دختره که به عنوان بذر برای سال بعد خواهند بود، از نظر فسفر غنی‌تر و دارای ذخایر بیشتر بنه باشند. افزایش ذخایر بنه بر عملکرد محصول و اندام‌های رویشی در سال بعد تأثیر مثبتی خواهد گذاشت. احتمالاً ذخایر بنه‌های غنی از فسفر در سال‌های بعد موجب افزایش تولیدات فتوسنتزی و تولید بنه‌های دختره درشت‌تری خواهند شد. امیرقاسمی (Amir Ghasemi, 2001) نیز بیان کرد که فسفر در تکمیل ذخایر بنه‌های زعفران دخالت دارد.

**غلظت نیترژن بنه:** نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نیترژن، زمان برداشت، برهمکنش فسفر و زمان برداشت و برهمکنش نیترژن و زمان برداشت بر غلظت نیترژن بنه تأثیر معنی‌داری داشت، اما سطوح فسفر، برهمکنش فسفر و نیترژن و برهمکنش سه گانه فسفر، نیترژن و زمان برداشت بر غلظت



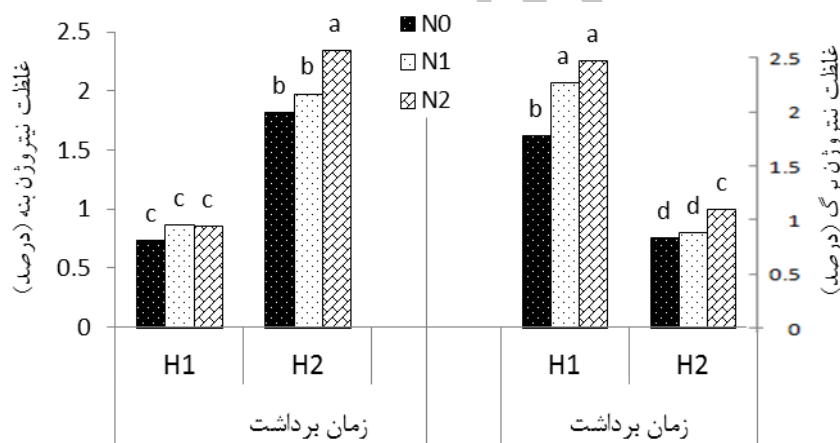


شکل ۶- اثر سطوح مختلف فسفر، نیتروژن و زمان برداشت بر غلظت فسفر بنه

(P<sub>0</sub> صفر فسفر، P<sub>1</sub> ۳۵ کیلوگرم در هکتار، P<sub>2</sub> ۷۰ کیلوگرم در هکتار و N<sub>0</sub> صفر نیتروژن، N<sub>1</sub> ۵۰ کیلوگرم در هکتار، N<sub>2</sub> ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و H<sub>1</sub> برداشت اول، H<sub>2</sub> برداشت دوم)

**Fig. 6- Effect of Different levels phosphorus, nitrogen and harvest time on concentration of phosphorus in corm**

(P<sub>0</sub> Zero kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>1</sub> 35 kg.ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub> 70 kg.ha<sup>-1</sup> phosphorus and N<sub>0</sub> Zero kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub> 50 kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen)



شکل ۷- برهمکنش نیتروژن و زمان برداشت بر غلظت نیتروژن در برگ و بنه زعفران

(N<sub>0</sub> شاهد نیتروژن، N<sub>1</sub> ۵۰ کیلوگرم در هکتار، N<sub>2</sub> ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و H<sub>1</sub> برداشت اول، H<sub>2</sub> برداشت دوم)

**Fig. 7- Interaction of nitrogen and harvest time on concentration nitrogen in leaf and corm of saffron**

(N<sub>0</sub> Zero nitrogen, N<sub>1</sub> 50 kg.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen and H<sub>1</sub> the first harvest, H<sub>2</sub> the second harvest)

و ۳- جذب نیتروژن از خاک به طور مستقیم توسط بنه‌های دختره. با فرض اینکه تمام نیتروژن موجود در برگ در فاصله زمانی دو برداشت به بنه‌های دختره منتقل شود در آن صورت فقط حدود ۰/۰۵۱ گرم نیتروژن در بنه‌های دختره حاصل از یک بنه کشت شده وجود خواهد داشت. لذا نیتروژن در بنه‌های

این در حالی است که مقدار نیتروژن در بنه کشت شده حدود ۰/۰۲ گرم بود (جدول ۲). افزایش میزان نیتروژن در بنه‌های دختره تولید شده در فاصله زمانی برداشت اول تا دوم نسبت به بنه کشت شده احتمالاً به سه علت است: ۱- انتقال نیتروژن از برگ به بنه‌های دختره، ۲- تحلیل رفتن بنه‌های کشت شده

ذخیره‌ای بنه استفاده می‌کند، اما نتایج این تحقیق نشان داد که مقداری از عناصر غذایی فسفر و نیتروژن از خاک جذب شده و بر وزن برگ‌ها در اوایل دوره رشد گیاه و تولید بنه‌های دخترتی در مراحل پایانی دوره رشد اثر مثبتی دارد. افزایش فسفر باعث تولید بنه‌های دخترتی درشت اما با تعداد کم شد. فعالیت بیشتر برگ‌ها در تولید مواد آلی و انتقال آن به بنه‌های زعفران دلیلی بر این رویداد است، اما اعمال تیمارهای نیتروژن سبب تولید بنه‌های دخترتی بیشتر ولی با وزن کم نسبت به سطح صفر نیتروژن شد. در اثر تیمارهای نیتروژن رشد رویشی برگ‌ها افزایش یافت و تعداد بیشتری از جوانه‌های موجود در بنه مادری فعال شدند. بدین علت تعداد بیشتری بنه دخترتی تولید شد، اما سهم هر یک از بنه‌های دخترتی تولید شده از مواد غذایی جذب شده، کمتر بود. در ابتدای دوره رشد، برگ‌ها از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه از خاک و همچنین از دخایر بنه کشت شده بوجود آمدند. با فعال شدن جوانه‌های موجود روی بنه مادری، بنه‌های دخترتی تولید شدند و مواد غذایی موجود در بنه مادری به بنه‌های دخترتی انتقال یافتند، ولی قسمتی از عناصر غذایی موجود در بنه‌های دخترتی به صورت مستقیم از خاک جذب شد، به طوری که غلظت عناصر غذایی در بنه‌های دخترتی تغذیه شده با فسفر و نیتروژن نسبت به بنه کشت شده بیشتر بود.

دخترتی باید از منبع دیگری نیز تأمین شده باشد. با فرض اینکه کل نیتروژن بنه کشت شده نیز به بنه‌های دخترتی انتقال یابد (که در عمل اولاً همه ذخیره بنه منتقل نمی‌شود ثانیاً انتقال به اندام‌های دیگر مثل ریشه هم صورت می‌گیرد)، در این حالت میزان نیتروژن در بنه‌های دخترتی انتقال یافته از بنه کشت شده همان ۰/۰۲ گرم نیتروژن می‌باشد. در مجموع میزان کل نیتروژن انتقال یافته از برگ و بنه کشت شده به بنه‌های دخترتی حدود ۰/۰۲۵۱ است، اما با وجود این هنوز میزان نیتروژن بنه‌های دخترتی بیشتر از این مقدار است. لذا می‌توان گفت مقداری جذب نیتروژن از خاک نیز صورت گرفته است. با از بین رفتن بنه‌های مادری ریشه‌های جاذب که از قاعده بنه کشت شده تولید می‌گردند غیر فعال می‌شود، اما با تولید بنه‌های دخترتی احتمالاً یک نوع ریشه‌های کوتاه شکل می‌گیرد که گاهی اوقات قابل رؤیت نیز نیستند. نقش اصلی ریشه‌های کوتاه جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز بنه‌های دخترتی از خاک می‌باشد (Kafi et al., 2001). با توجه به محاسبات بالا می‌توان گفت که حدود ۳۳ درصد نیتروژن بنه‌های دخترتی (برداشت دوم) احتمالاً به طور مستقیم از خاک جذب شده است.

### نتیجه‌گیری

بر خلاف این تصور که گیاه زعفران در سال اول فقط از مواد

### منابع

- Alvarez-Orti, M., Schwarzacher, T., Rubio, A., Blazquez, S., Piqueras, A., Fernandez, J.A., Harrison, P., 2004. Studies on expression of genes involved in somatic embryogenesis and storage protein accumulation in saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Hort. 650, 155-163.
- Amir Ghasemi, T., 2001. Iranian Saffron Red Gold. First Edition. Publication of Institute Cultural Nashre Ayandegan. [in Persian]
- Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modares Sanavy, A., Jalali Javaran, M., 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellins' on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iran. J. Biol. 19(1), 5-18. [in Persian with English summary]
- Behnia, M.R., Estila, A., Ehdaie, B., 1999. Application of fertilizers for increased saffron yield. Agron. Sci. 182, 9-15.
- Borrelli, A., 1984. Planting density and nitrogen fertilizing in the cultivation of gladiolus in summer and autumn. J. Hort. 57(6), 440-448.
- Gregory, P., Marshall, B., Biscoe, P.V., 1981. Nutrient relations of winter wheat nitrogen uptake photosynthesis of flag leaf and translocation of nitrogen to the grain. J. Agric. Sci. 96, 539- 547.
- Hosseini, M., Sadeghi, B., 2004. Effect of nutrient foliar application on yield of saffron. In Proceeding of 3<sup>rd</sup> National Congress on Iranian Saffron, Mashhad, Iran. [in Persian]
- Hosseini, M., Hemati-Kakhki, A., Karbasi, A.R., 2004. Study of social and economical effects of ten years research on Saffron. 3<sup>rd</sup> National Symposium on Saffron, Iran, Mashhad.

- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2001. Saffron: Technology, Cultivation and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. Center of Excellence for Special Crops. [In Persian]
- Korkut, A.B., Butt S.J., Dozalan, E., 1997. Effect of different harvesting times on the corm yield and quality of gladiolus. *Indian Sci. Res.* 41(4), 199-202.
- Kumar, R., 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hort.* 122, 142-145.
- Lombardo, G., Gresta, F., Malfa G., Scoto, A. 2005. Primi risultati Sulla coltivazione dello zafferano nella collina interna siciliana. Proceeding of the First Congress on "Piante Mediterranee." Agrigento, 7-8<sup>th</sup> October, Italy.
- Mallic, R., Mohapatra, K.C., Samanta, P.K.S., Lenka, P.C., 2001, Effects of different levels of N, P and K on flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *Orissa J. Hort.* 29 (2), 93-96.
- Molina, R. V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hort.* 103, 361-379.
- Nassiri-Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand, Z., Tabrizi, L., 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iran. J. Agric. Res.* 5(1). 155-165. [in Persian with English summary]
- Negbi, M., Dagan, B., Dror, A., Basker, D., 1989. Growth flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus Sativus* L.). *Israel J. Bot.* 38, 95-113.
- Omidi, H., Naghdi-Badi, H., Golzad, A., Torabi, H., Fotokyan, M.H., 2009. The effect of chemical and organic fertilizer on quantitative and qualitative yield of saffron. *J. Med. Plant* 8 (2), 98-109. [In Persian]
- Pandey, D., Srivastava, R.P., 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. *Prog. Hort.* 6 (23), 89-92.
- Rahamati, A., 2003. Role of environmental factors in production, yield, and quality of saffron. Proceeding of the National Symposium on Saffron. 11-12 December, Mashhad, Iran.
- Sadeghi, B., Razavi, M., and Mahajeri, M. 1992. The effect of mineral nutrients (N, P and K) on saffron production. *Acta Hort.* 306, 426-430.
- Sofi, J.A., Nayar, A., Kirmani, A., Ansar, U.L., 2008. Effect of integrated nutrient management on saffron yield and soil fertility. *Asian J. Soil Sci. of Soil Science*, 3(1), 117-119.
- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., Roupael, Y., 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. *J. Food Agric. Environ.* 7(1), 19-23.
- Vatanpur-Azghadi, A., Mojtahedi, N., 2003. A review on application of tissue culture and biotechnology in saffron. Proceeding of 3<sup>rd</sup> National Congress on Saffron. 11-12<sup>th</sup> December, Mashhad, Iran.
- Zabihi, H., Rezayian, S., Ghasemzade-Ganja, M., Passban, M., 2011. Temporal changes of nutrient element in leaf saffron. 12<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress Tabriz, Iran. [in Persian]

## Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron

Nasrin Chaji<sup>1\*</sup>, Reza Khorassani<sup>2</sup>, Alireza Astarai<sup>3</sup> and Amir Lakzian<sup>4</sup>

1- MSc in Soil Science, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad

2- Assistant Professor in Soil Science, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad

3- Associate Professor in Soil Science, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad

4- Professor in Soil Science, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad

\*- Corresponding Author Email: Nasrin\_chaji@yahoo.com

Chaji, N., Khorassani, R., Astarai, A.R., and Lakzian, A., 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. Journal of Saffron Research. 1(1): 1-12.

Submitted: 07-01-2013

Accepted: 05-05-2013

### Abstract

Saffron (*Crocus sativus*) is known as one of the most valuable spice and medicinal plant worldwide and especially in Iran. Despite the high importance of this strategic plant, there are only few studies about the role of nutrients on saffron growth. Therefore, the objective of this study was to investigate the effect of different levels of phosphorus and nitrogen on the uptake of these nutrients, and also production of saffron daughter corms. A pot experiment was conducted as a completely randomized design with factorial arrangement under open door conditions. Different levels of phosphorus (0, 35 and 70 kg.ha<sup>-1</sup>) and nitrogen (0, 50 and 100 kg.ha<sup>-1</sup>) with three replications were treated. Also, two harvests were performed to cover two different growth periods. After each harvest, fresh and dry weight of corm and leaf, the number of daughter corms and the concentration of phosphorus and nitrogen in the corm and leaf were determined. The results of this study showed that by increasing P, the fresh weight of saffron corms was increased and the number of corms was decreased. While an inverse trend was observed with nitrogen application. The weight of corms and leaves were increased over time. Uptake and concentration of phosphorus and nitrogen in the second harvest of saffron were increased in corm, whilst they were declined in leaves.

**Keywords:** Corm, Nitrogen, Phosphorus, Saffron, Uptake.