نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳ ص: ۲۵۴-۲۴۳

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 2, No. 4, Winter 2015, P. 243-254

نقش اندازه بنه مادری و نوع کود بر کارایی مصرف نیتروژن در زعفران زراعی

علیرضا کوچکی[۱*]، مهدی جمشید عینی[۲]، سید محمد سیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۲۸ آذر ۱۳۹۳

چکیده

اندازه بنه مادری و مدیریت تغذیه، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان جذب نیتروژن در زعفران (*Crocus sativus* L.) می‌باشد. به‌منظور بررسی نقش کودهای دامی، شیمیایی و اندازه بنه مادری بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن در زعفران، آزمایشی در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. در این مطالعه، اندازه بنه مادری در چهار سطح (۴ گرم و کمتر از آن (کوچک)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط)، ۸/۱ تا ۱۲ گرم (نسبتاً بزرگ) و بیش از ۱۲ گرم (بزرگ)) و منابع مختلف کود در سه سطح (کود دامی، کود شیمیایی (نیتروژن + فسفر) و شاهد (عدم مصرف کود)) به ترتیب عامل اول و دوم آزمایش در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در هر دو سال اجرای، با افزایش اندازه بنه مادری جهت کاشت (از سطح کوچک به بزرگ)، میزان نیتروژن (بر حسب گرم در مترمربع) در بنه‌های دختری و کل بوته زعفران به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. علاوه بر این، استفاده از بنه‌های مادری بزرگ‌تر جهت کاشت به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن در زعفران شد. همچنین در سال اول و دوم اجرای آزمایش، کارایی مصرف نیتروژن در نتیجه مصرف کود دامی به ترتیب به میزان ۲۱ و ۶۱ درصد بیش از کود شیمیایی بود.

کلمات کلیدی: بنه دختری، کود شیمیایی، کود آلی، کارایی جذب نیتروژن.

مقدمه

زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) گیاه چندساله‌ای است که به خانواده زنبق (Iridaceae) تعلق دارد. به‌دلیل تریپلوئید بودن و نیز خود ناسازگاری، تکثیر گیاه زعفران به‌صورت رویشی و از طریق اندام‌های زیرزمینی آن صورت می‌گیرد (Kafi et al., 2002; Ali et al., 2013). اندام‌های زیرزمینی بوته که در واقع بنه مادری نامیده می‌شود، خود دارای جوانه‌ها یا مناطق مریستمی است که در نتیجه رشد این مریستم‌ها، بنه‌های جدیدی به نام "بنه دختری" در سطح بنه مادری ایجاد می‌شود. با افزایش رشد بنه‌های دختری در طی فصل رشد، تحلیل بنه مادری نیز آغاز می‌شود. ازاین‌رو، در هر فصل رشد، شکل‌گیری عملکرد در واقع تحت تأثیر شرایط رشد بنه‌های دختری در فصل قبل می‌باشد (Gresta et al., 2008; Renau-Morata et al., 2012).

به‌طورکلی، رشد زعفران به‌ویژه در مراحل ابتدایی وابسته به میزان ذخیره غذایی در بنه مادری است (Amirshekari et al., 2007; Koocheki et al., 2007). از سوی دیگر،

۱- استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: akooch@um.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

بنه‌های مادری با وزن بالاتر عموماً دارای اندوخته غذایی بالاتری می‌باشند (Koocheki et al., 2014 a, 2014 b, 2014 d). از این‌رو، انتخاب بنه‌های مادری با وزن مناسب جهت کشت می‌تواند منجر به افزایش رشد بوته مادری و درنهایت عملکرد بالاتر زعفران گردد (Koocheki et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). از سوی دیگر، با توجه به آنکه رشد بنه‌های دختری تا زمان مستقل شدن آن‌ها، اساساً وابسته به بوته مادری است، اندازه بنه مادری می‌تواند مستقیماً تشکیل بنه‌های دختری را تحت تأثیر قرار دهد (Koocheki et al., 2014 b, 2014 d).

علاوه بر اندازه بنه مادری، فراهمی متعادل عناصر غذایی مانند نیتروژن، به‌ویژه از منابع آلی، می‌تواند در افزایش رشد بنه‌های دختری در طی فصل رشد نقش مستقیمی داشته باشد (Omidi et al., 2009; Koocheki et al., 2014 b, 2014 c). نیتروژن که از مهم‌ترین عناصر جهت افزایش عملکرد گل و بنه‌های زعفران به‌شمار می‌رود (Chaji et al., 2013)، در گیاه به‌عنوان عنصری متحرک شناخته‌شده (Bertheloot et al., 2008) و می‌تواند در طول دوره رشد گیاه و به‌ویژه در انتهای هر فصل، از اندام‌های رویشی به بخش زیرزمینی گیاه منتقل شود (Ourry et al., 1988; Masclaux-Daubresse et al., 2010). از این‌رو، مطالعه میزان جذب نیتروژن در اندام‌های زعفران در واکنش به کاربرد کودهای آلی و اندازه بنه مادری می‌تواند مورد توجه باشد.

طبق تعریف کارایی مصرف نیتروژن در واقع نشان‌دهنده توانایی گیاه در تولید عملکرد دانه و یا بیولوژیک به ازای هر واحد نیتروژن مصرف‌شده می‌باشد (Salvagiotti et al., 2009). علاوه بر توانایی گیاه در جذب نیتروژن از خاک، کارایی مصرف نیتروژن می‌تواند تحت تأثیر میزان تخصیص نیتروژن جذب‌شده به اندام اقتصادی (Salvagiotti et al., 2009; Koocheki et al., 2011) و نیز نوع منبع تأمین‌کننده این عنصر قرار گیرد (Ankumah et al., 2003). بر این اساس، با توجه به ماهیت رشد چندساله گیاه زعفران و نیز خشک شدن اندام‌های هوایی گیاه در انتهای هر فصل رشد (Kafi et al., 2002; Kumar et al., 2009)، به‌نظر می‌رسد مطالعه تخصیص نیتروژن بین اندام‌های گیاه و کارایی جذب و مصرف این عنصر پیچیده‌تر از گیاهان یک‌ساله یا دوساله‌ای باشد که به روش زایشی تولیدمثل می‌کنند. بر اساس توضیحات ذکرشده، این آزمایش با هدف مطالعه اثر کاربرد کودهای دامی، شیمیایی و اندازه بنه مادری بر میزان جذب نیتروژن در اندام‌های زعفران و نیز کارایی جذب و مصرف نیتروژن در این گیاه در پاسخ به تیمارهای ذکرشده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. اندازه بنه مادری در چهار سطح (۴ گرم و کمتر از آن (کوچک یا ریز)، ۴/۱ تا ۸ گرم (متوسط)، ۸/۱ تا ۱۲ گرم (نسبتاً بزرگ) و بیش از ۱۲ گرم (بزرگ)) و منابع مختلف کودی در سه سطح (کود دامی، کود شیمیایی و شاهد (عدم مصرف کود) به ترتیب عامل اول و دوم آزمایش در نظر گرفته شدند. لازم به توضیح است که حد بالایی بنه‌های با وزن بیش از ۱۲ گرم مشخص نبود، بلکه هر بنه‌ای که دارای وزنی بیش از ۱۲ گرم بود، جزء "بنه‌های بزرگ" قرار گرفت.

پیش از کاشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین موردنظر، نمونه‌برداری تصادفی (از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) انجام گرفت (جدول ۱). جهت آماده‌سازی زمین موردنظر، ابتدا شخم اولیه و دیسک در اواسط خردادماه سال ۱۳۹۱ اعمال شد. سپس کرت‌هایی با ابعاد یک متر × دو متر (دو مترمربع) و با فاصله یک متر از یکدیگر ایجاد گردید. فاصله بین دو بلوک نیز دو متر در نظر گرفته شد.

به‌طورکلی جهت مقایسه کارایی جذب و مصرف نیتروژن در نتیجه مصرف کود دامی و شیمیایی، میزان نیتروژن اضافه‌شده به خاک در نتیجه این دو کود می‌بایست مساوی یکدیگر باشد. از این‌رو، پیش از کاشت کود دامی (از نوع

Archive of SID

www.SID.ir

بستر گاوی کاملاً پوسیده دارای ۱/۲ درصد نیتروژن) به میزان ۲۵ تن در هکتار (تنها در سال اول) به زمین داده شد. معادل نیتروژن اضافه‌شده به خاک از منبع کود دامی، کود شیمیایی نیتروژن (از منبع اوره) در شش مرحله و هر مرحله به میزان ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱- همزمان با کاشت، ۲- اواخر آذر ۱۳۹۱، ۳- اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۱، ۴- مهرماه ۱۳۹۲، ۵- اواخر آذر ۱۳۹۲ و ۶- اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۲) به زمین داده شد. همچنین همزمان با کاشت ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار (از منبع سوپر فسفات تریپل) در تمامی کرت‌های موردنظر اعمال گردید. با توجه به بالا بودن پتاسیم قابل‌جذب خاک (جدول ۱) از مصرف کود شیمیایی پتاسیم نیز خودداری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil used in experiment

بافت خاک Soil texture	واکنش خاک Soil pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی(درصد) OC (%)	نیتروژن قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available N ($mg\ kg^{-1}$)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available K ($mg\ kg^{-1}$)
لومی- سیلتی Silty-loam	8.12	1.01	0.44	15.72	6.79	196.12

عملیات کاشت در ۲۷ خردادماه سال ۱۳۹۱ و بر اساس تراکم ۵۰ بنه در مترمربع انجام گرفت. آبیاری کرت‌ها نیز به‌طور جداگانه توسط لوله و شیرهای پلی‌اتیلنی انجام شد. در طول مراحل اجرای آزمایش از هیچ‌گونه علف‌کش و یا آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال اول پس از اجرای آزمایش و همزمان با برداشت بنه‌ها (۵ خردادماه ۱۳۹۲)، وزن بنه‌های دختری در اندازه‌های ۰/۱ تا ۴ گرمی، ۴/۱ تا ۸ گرمی و بیش از ۸ گرمی در مساحتی معادل یک‌چهارم مترمربع (۰/۵ متر × ۰/۵ متر) تعیین شد. همزمان با زرد شدن کامل اندام هوایی (۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۲) نیز نمونه‌برداری از برگ در مساحت ذکرشده انجام گرفت. با محاسبه وزن بنه‌های دختری تفکیک‌شده و اندام هوایی، غلظت نیتروژن (گرم بر کیلوگرم) و مقدار جذب نیتروژن (گرم در مترمربع) در اندام‌های ذکرشده به روش کجلدال و توسط دستگاه Kjeldahl-PECO (مدل Psu 55) اندازه‌گیری شد. مشابه سال اول، در ۷ خردادماه سال ۱۳۹۳ نیز شاخص‌های ذکرشده در کل مساحت باقیمانده هر کرت (مساحت باقیمانده پس از برداشت بنه‌های دختری در خردادماه ۱۳۹۲) تعیین گردید.

با محاسبه مقدار نیتروژن در اندام هوایی و بنه‌های دختری، کارایی جذب نیتروژن (معادله ۱) و کارایی مصرف نیتروژن (معادله ۲) محاسبه شد (Salvagiotti et al., 2009). لازم به توضیح است به‌دلیل ماهیت چندساله گیاه زعفران، عدم تولید بذر و نیز اهمیت بنه مادری به‌عنوان اندام مورداستفاده جهت تکثیر زعفران، کارایی جذب و مصرف نیتروژن بر اساس عملکرد بنه‌های دختری در پایان هر فصل رشد مطالعه شد.

معادله ۱) کارایی جذب نیتروژن (درصد) = (مقدار نیتروژن خاک در مترمربع / مقدار نیتروژن زیست‌توده در مترمربع) ×۱۰۰

معادله ۲) کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) = (مقدار نیتروژن خاک در مترمربع / عملکرد بنه‌های دختری در مترمربع)

در معادلات ذکرشده، نیتروژن خاک از مجموع ۱- نیتروژن اولیه و قابل‌جذب خاک، ۲- نیتروژن اضافه‌شده حاصل از مصرف منابع کودی و ۳- نیتروژن اولیه در بنه‌های مادری محاسبه گردید. محاسبه نیتروژن اولیه خاک نیز بر اساس عمق ۳۰ سانتی‌متری و وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۵۵ گرم در سانتی‌متر مکعب) انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به میزان نیتروژن در اندام‌های زعفران

Table 2- Analysis of variance for nitrogen content of saffron organs

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میزان نیتروژن Nitrogen content						کارایی جذب نیتروژن Nitrogen uptake efficiency	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency
		پنه‌های دختری Replacement corms				اندام هوایی Aerial part	بوته کامل Whole plant		
		۰/۱ تا ٤ گرم 0.1 – 4 g	٤/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم Over 8 g	کل پنه‌ها Total corms				
بلوک Block	2	0.65 ns	3.28 **	0.36 ns	8.33 **	0.002 ns	8.56 **	45.28 **	44.94 **
اندازه پنه مادری Mother corm size (S)	3	8.97 **	39.49 **	25.75 **	205.77 **	16.20 **	337.02 **	1095.98 **	837.20 **
منبع کود Fertilizer sources (F)	2	1.11 **	18.86 **	42.08 **	103.30 **	76.16 **	344.58 **	1943.97 **	569.59 **
S × F	6	0.21 ns	1.08 **	2.93 **	6.73 **	0.49 ns	7.89 **	24.70 *	29.83 **
خطای یک Error 1	22	0.11	0.19	0.13	0.58	0.25	0.97	4.96	2.99
برداشت Harvest (H)	1	0.22 ns	11.00 **	77.03 **	135.47 **	280.73 **	805.94 **	4523.43 **	733.83 **
H × S	3	0.34 ns	2.33 **	8.66 **	13.53 **	1.56 ns	23.81 **	80.36 **	58.60 **
H × F	2	0.94 *	8.57 **	19.91 **	41.82 **	11.92 **	98.31 **	544.26 **	226.74 **
H × S × F	6	0.25 ns	1.56 **	1.75 **	4.48 **	0.36 ns	5.59 **	21.52 *	19.41 **
خطای دو Error 2	24	0.19	0.10	0.18	0.47	0.72	1.38	7.61	2.57

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 levels of probability and no significant, respectively.

www.SID.ir

مقدار نیتروژن زیست‌توده در پایان فصل رشد نیز از مجموع نیتروژن در بنه‌های دختری و اندام هوایی به‌دست آمد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزارهای SAS 9.3و Mstat-C انجام شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. لازم به توضیح است که شاخص‌های موردمطالعه زعفران در سال اول و دوم به‌صورت فاکتوریل- اسپلیت در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز شد. اندازه بنه مادری و منابع کود به‌صورت فاکتوریل و دو سال اجرای آزمایش به‌عنوان دو برداشت (دو بار نمونه‌برداری در طی زمان) در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

اثر متقابل منابع کود و اندازه بنه مادری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که به‌جز بنه‌های زیر ۴ گرم و نیز اندام هوایی، اثر متقابل منابع کود و اندازه بنه مادری تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن در سایر اندام‌های زعفران (بنه‌های ۴/۱ تا ۸ گرم، بیش از ۸ گرم، کل بنه‌ها و نیز بوته کامل زعفران) داشت (جدول ۲). علاوه بر این اثر متقابل منابع کود و اندازه بنه مادری بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن زعفران نیز معنی‌دار بود (جدول ۲).

در هر یک از منابع کود (کود دامی، شیمیایی و شاهد)، با افزایش اندازه بنه مادری، میزان نیتروژن در بنه‌های دختری ۴/۱ تا ۸ گرم، بیش از ۸ گرم، کل بنه‌ها و کل بوته مادری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). به‌عنوان مثال، در شرایط عدم کاربرد کود، با افزایش اندازه بنه مادری از سطح ریز (کمتر از ۴ گرم) به درشت (بیش از ۱۲ گرم)، میزان نیتروژن در بنه‌های دختری بیش از ۸ گرم و کل بوته به‌ترتیب تا ۶ و ۳ برابر افزایش یافت (جدول ۳). همچنین در بین تیمارهای آزمایش نیز بیش‌ترین میزان نیتروژن در بنه‌های دختری بیش از ۸ گرم و کل بوته مادری در نتیجه کاربرد کود دامی + کاشت بنه‌های دختری بیش از ۱۲ گرم (به‌ترتیب ۵/۸۰ و ۲۳/۷۳ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول ۳).

به‌طورکلی مطالعه بنه‌های دختری با وزن بیش از ۸ گرم، در مقایسه با بنه‌های دختری کوچک‌تر، دارای اهمیت بسیار بیشتری می‌باشد؛ زیرا اساساً بنه‌های دختری با وزن کمتر از ۴ گرم، به‌ویژه در سال‌های اول رشد گیاه، دارای توانایی تولید گل پایینی بوده و یا ممکن است اصلاً تولید گل نکنند (Koocheki et al., 2014 b, 2014 d). از سوی دیگر، با توجه به نقش ویژه نیتروژن در بهبود عملکرد گل و بنه زعفران (Omidi et al., 2009; Chaji et al., 2013)، افزایش چشمگیر میزان نیتروژن در بنه‌های دختری بیش از ۸ گرم، می‌تواند نشان‌دهنده اهمیت کاشت بنه‌های مادری درشت همراه با مصرف کود دامی به‌عنوان راهکاری جهت افزایش عملکرد زعفران باشد.

در هر یک از سطوح بنه‌های مادری، میزان نیتروژن در بنه‌های دختری ۱/۴ تا ۸، بیش از ۸ گرم و کل بوته مادری، در نتیجه مصرف کود دامی به‌طور معنی‌دار بیش از کود شیمیایی بود (جدول ۳). به‌عنوان مثال، در شرایط کاشت بنه‌های مادری بزرگ، کاربرد کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی منجر به افزایش میزان نیتروژن در بنه‌های دختری بیش از ۸ گرم تا ۷۹ درصد شد (از ۳/۲۵ گرم به ۵/۸۰ گرم در مترمربع). برتری کود دامی نسبت به کود شیمیایی ممکن است به‌دلیل فراهمی متعادل‌تر عناصر غذایی، افزایش سطح مواد آلی در خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آبشویی کمتر عناصر غذایی در طی زمان باشد (Mando et al., 2005; Safadoust et al., 2007; Limon-Ortega et al., 2008).

در هر یک از منابع کود (دامی، شیمیایی و شاهد)، با افزایش در اندازه بنه مادری، میزان کارایی جذب و مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۳). به‌عنوان مثال، در شرایط کاربرد کود دامی، با افزایش اندازه بنه مادری از سطح ریز (کمتر از ۴ گرم) به درشت (بیش از ۱۲ گرم) میزان کارایی مصرف نیتروژن تا بیش از سه برابر افزایش یافت (از ۹/۸۸ به ۳۰/۸۴ گرم بر گرم).

همان‌طور که پیش‌تر ذکر گردید، اندازه بنه مادری از عوامل مهم در شکل‌گیری عملکرد زعفران می‌باشد (Nassiri Mahallati et al., 2007; Koocheki et al., 2014 b).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر متقابل منابع کود و اندازه پنه مادری بر میزان نیتروژن در زعفران

Table 3- Interaction effects of fertilizer sources and mother corm size on nitrogen content of saffron

منبع کود Fertilizer sources	اندازه پنه مادری (گرم) Mother corm size (g)	میزان نیتروژن (گرم در مترمربع) Nitrogen content (g m^{-2})						کارایی جذب نیتروژن (درصد) Nitrogen uptake efficiency (%)	کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) Nitrogen use efficiency (g g^{-1})
		بنه‌های دختری Replacement corms				اندام هوایی Aerial part	بوته کامل Whole plant		
		۰/۱ تا ٤ گرم 0.1 – 4 g	٤/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم Over 8 g	کل بنه‌ها Total corms				
دامی Manure	۴ و کمتر از آن 4 and lower	1.16	1.27	1.32	3.75	7.28	11.03	29.07	9.88
	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	1.71	2.77	2.72	7.20	7.21	14.42	36.17	18.07
	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	2.20	4.03	4.01	10.24	8.41	18.64	43.53	23.91
	بیش از ۱۲ Over 12	2.52	5.74	5.80	14.06	9.67	23.73	52.05	30.84
شیمیایی Chemical	۴ و کمتر از آن 4 and lower	1.16	1.01	0.62	2.78	5.95	8.73	23.03	7.33
	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	1.22	1.80	1.09	4.11	6.62	10.73	26.93	10.32
	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	1.92	3.16	2.08	7.16	7.37	14.53	33.93	16.71
	بیش از ۱۲ Over 12	2.85	4.35	3.25	10.44	7.98	18.42	40.39	22.90
شاهد Control	۴ و کمتر از آن 4 and lower	1.46	0.55	0.28	2.28	3.60	5.88	15.50	6.00
	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	1.77	1.17	0.66	3.60	4.31	7.91	19.84	9.03
	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	2.38	1.95	0.94	5.27	5.11	10.39	24.25	12.31
	بیش از ۱۲ Over 12	3.20	3.05	1.53	7.78	5.55	13.33	29.24	17.07
LSD=0.05		0.34	0.26	0.29	0.57	0.58	0.80	2.89	1.10

www.SID.ir

گیاهان حاصل از بنه‌های مادری بزرگ‌تر به سبب دارا بودن اندوخته غذایی بیشتر، عموماً دارای سیستم ریشه گسترده‌تری بوده و درنهایت دارای عملکرد گل و بنه بیشتری هستند (Amirshekari et al., 2007; Koocheki et al., 2007; Renau-Morata et al., 2012). از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن در نتیجه کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر به‌دلیل توانایی بالاتر گیاه در جذب نیتروژن از خاک و تولید ماده خشک بیشتر به ازای هر واحد نیتروژن مصرف‌شده باشد.

در هر یک سطوح کاشت بنه‌های مادری، کمترین کارایی جذب و مصرف نیتروژن در شرایط عدم مصرف کود به دست آمد (جدول ۳). به‌عنوان مثال، در شرایط کاشت بنه-های مادری بزرگ (بیش از ۱۲ گرم)، میزان کارایی جذب در نتیجه کاربرد کود دامی (۵۲/۰۵ درصد) تا حدود دو برابر بیش از شاهد (۲۹/۲۴ گرم) بود.

همان‌طور که اشاره شد، کارایی جذب در واقع نسبت نیتروژن جذب‌شده در گیاه به نیتروژن به‌کاررفته بوده و کارایی مصرف نیتروژن نیز عملکرد گیاه به ازای هر واحد نیتروژن به‌کاررفته می‌باشد (Delogu et al., 1998; Salvagiotti et al., 2009). افزایش کارایی مصرف نیتروژن نیز از راهکارهای مهم در افزایش تولیدات کشاورزی به شمار می‌رود (Koocheki et al., 2012). به‌طورکلی با افزایش سطح کاربرد نهاده‌های کودی، میزان کارایی جذب و مصرف نیتروژن در گیاهان رو به کاهش می‌گذارد. این موضوع در گیاهان دارویی مانند همیشه‌بهار (Ameri et al., 2008) و اسفرزه (Asadi et al., 2014) گزارش شده است. بااین‌وجود، نتایج این آزمایش برخلاف نتایج این محققین بود؛ به‌طوری‌که در شرایط عدم مصرف کود، گیاه زعفران کارایی جذب و مصرف پایین‌تری داشت. شاید بتوان دلیل این موضوع را در ارتباط با چرخه زندگی چندساله زعفران و نقش بنه به‌عنوان اندام ذخیره‌ای گیاه دانست. با توجه به آن‌که در انتهای هر فصل رشد، بنه‌های دختری سهم نسبتاً بالایی از وزن خشک بوته را به خود اختصاص می‌دهند (بر اساس میانگین تیمارها تا ۶۷ درصد) و نیز با توجه به نقش مؤثر کاربرد نهاده‌های کودی به‌ویژه کود دامی در افزایش میزان نیتروژن در بنه‌های دختری زعفران، به‌نظر می‌رسد که کاربرد نهاده‌های کودی از طریق افزایش میزان نیتروژن کل بوته و نیز وزن کل بوته، به ترتیب منجر به افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن شد. به‌عبارتی‌دیگر، در شرایط عدم کاربرد کود، به سبب کاهش چشمگیر میزان نیتروژن کل بوته و نیز وزن کل بوته، میزان کارایی جذب و مصرف نیتروژن کمتر از شرایط مصرف نهاده‌های کودی می‌باشد. از سوی دیگر، برتری کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی از نظر کارایی جذب و مصرف نیتروژن ممکن است به دلیل آبشویی بیشتر نیتروژن از منبع شیمیایی (حتی باوجود تقسیط کود اوره در شش مرحله) باشد. فراهمی متعادل عناصر غذایی و نیز ماده آلی در نتیجه مصرف کود دامی در خاک (Fageria & Baligar, 2005; Amiri, 2008) و در نتیجه بهبود شرایط برای رشد بنه‌های دختری (Rezvani Moghaddam et al., 2013; Koocheki et al., 2014c) ممکن است از دیگر دلایل برتری کود دامی در نظر گرفته شود. مشابه این نتایج، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2014) برتری معنی‌دار کود دامی بر شیمیایی را از نظر کارایی جذب و مصرف نیتروژن در سیاه‌دانه مشاهده نمودند. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) نیز با مشاهده برتری معنی‌دار کودهای آلی در مقایسه با کود شیمیایی از نظر کارایی جذب و بهره‌وری نیتروژن در اسفرزه، این برتری را ناشی از فراهمی مناسب‌تر نیتروژن طی فرآیند معدنی شدن تدریجی کودهای آلی در مقایسه با کود شیمیایی دانستند.

اثر متقابل منابع کودی و سال برداشت

به‌جز در بنه‌های کمتر از ۴ گرم و نیز اندام هوایی، اثر متقابل منابع کودی و سال برداشت بر سایر شاخص‌های مورد مطالعه زعفران معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر دو سال، بیش‌ترین میزان نیتروژن در بنه‌های ۴/۱ تا ۸ گرم، بیش از ۸ گرم و کل بوته و نیز کارایی جذب و مصرف نیتروژن در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده شد (جدول ۴). به‌عنوان مثال، در سال اول و دوم اجرای آزمایش، مصرف کود دامی در مقایسه با کود شیمیایی منجر به افزایش کارایی مصرف نیتروژن به ترتیب تا ۲۱ و ۶۱ درصد شد (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- اثر متقابل برداشت و منابع کود بر میزان نیتروژن در زعفران

Table 4- Interaction effects of harvest and fertilizer sources on nitrogen content of saffron

برداشت (سال) Harvest (year)	منابع کود Fertilizer sources	میزان نیتروژن (گرم در مترمربع) Nitrogen content ($g\ m^{-2}$)						کارایی جذب نیتروژن (درصد) Nitrogen uptake efficiency (%)	کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) Nitrogen use efficiency ($g\ g^{-1}$)
		بنه‌های دختری Replacement corms				اندام هوایی Aerial part	بوته کامل Whole plant		
		۰/۱ تا ٤ گرم 0.1 – 4 g	٤/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم Over 8 g	کل بنه‌ها Total corms				
برداشت اول First harvest	دامی Manure	2.18	2.42	1.41	6.01	5.39	11.40	27.09	14.15
	شیمیایی Chemical	1.72	2.30	0.99	5.01	5.18	10.19	24.17	11.74
	شاهد Control	2.14	1.83	0.57	4.53	3.27	7.80	18.45	10.63
برداشت دوم Second harvest	دامی Manure	1.61	4.49	5.51	11.61	10.89	22.50	53.32	27.20
	شیمیایی Chemical	1.85	2.86	2.53	7.24	8.78	16.02	37.97	16.89
	شاهد Control	2.26	1.54	1.14	4.93	6.02	10.95	25.97	11.58
LSD=0.05		0.38	0.27	0.25	0.49	0.63	0.86	2.43	1.85

www.SID.ir

جدول ۵- اثر متقابل برداشت و اندازه بنه مادری بر میزان نیتروژن در زعفران

Table 5- Interaction effects of harvest and mother corm size on nitrogen content of saffron

برداشت (سال) Harvest (year)	اندازه بنه مادری (گرم) Mother corm size (g)	میزان نیتروژن (گرم در مترمربع) Nitrogen content ($g\ m^{-2}$)					کارایی جذب نیتروژن (درصد) Nitrogen uptake efficiency (%)	کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) Nitrogen use efficiency (g g-1)
		بنه‌های دختری Replacement corms			اندام هوایی Aerial part	بوته کامل Whole plant		
		۰/۱ تا ۴ گرم 0.1 – 4 g	۴/۱ تا ۸ گرم 4.1 – 8 g	بیش از ۸ گرم Over 8 g	کل پنه‌ها Total corms			
برداشت اول First harvest	۴ و کمتر از آن 4 and lower	1.14	0.89	0.35	2.39	4.01	6.40	16.87	6.29
	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	1.62	1.80	0.77	4.19	4.15	8.34	20.92	10.51
	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	2.22	2.29	1.30	5.82	4.84	10.65	24.88	13.59
	بیش از ۱۲ Over 12	3.08	3.73	1.53	8.34	5.46	13.80	30.26	18.30
برداشت دوم Second harvest	۴ و کمتر از آن 4 and lower	1.37	0.99	1.12	3.48	7.21	10.69	28.19	9.19
	۴/۱ تا ۸ 4.1 – 8	1.51	2.03	2.21	5.75	7.94	13.69	34.37	14.43
	۸/۱ تا ۱۲ 8.1 – 12	2.11	3.80	3.38	9.29	9.09	18.38	42.93	21.70
	بیش از ۱۲ Over 12	2.63	5.02	5.52	13.18	10.01	23.19	50.85	28.90
LSD=0.05		0.37	0.23	0.32	0.49	0.64	0.82	3.14	1.12

www.SID.ir

همان‌طور که ذکر گردید، این برتری می‌تواند وابسته به فراهمی مواد آلی و آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در نتیجه مصرف کود دامی باشد (Fageria & Baligar, 2005; Amiri, 2008).

در هر یک از سطوح منابع کود، میزان جذب نیتروژن در بنه‌های ۴/۱ تا ۸ گرم، بیش از ۸ گرم و کل بوته و نیز کارایی جذب و مصرف نیتروژن در سال دوم به‌طور معنی‌دار بیش از سال اول بود (جدول ۴). به‌عنوان مثال، در شرایط عدم کاربرد کود در سال دوم، میزان جذب نیتروژن تا ۴۱ درصد بالاتر از شرایط مشابه در سال اول بود (جدول ۴). این برتری می‌تواند به دلیل ماهیت رشد چندساله گیاه زعفران باشد. به‌عبارت‌دیگر، بخش هوایی و به‌ویژه اندام زیرزمینی گیاه زعفران در هرسال نسبت به سال قبل توسعه بیشتری می‌یابد (Kumar et al., 2009; Koocheki et al., 2014 a). افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه، رشد و تولید بیشتر بنه-های دختری و درنهایت گسترش سیستم ریشه می‌تواند توانایی هر چه بیشتر جذب نیتروژن از خاک را برای گیاه فراهم آورد.

اثر متقابل اندازه بنه مادری و سال برداشت

طبق نتایج آزمایش تمامی شاخص‌های مورد مطالعه زعفران در آزمایش به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل اندازه بنه مادری و سال برداشت قرار گرفت (جدول ۲). در هر دو سال آزمایش، با افزایش اندازه بنه‌های مادری جهت کاشت، میزان جذب نیتروژن در بنه‌های کمتر از ۴، ۴/۱ تا ۸ گرم، بیش از ۸ گرم، اندام هوایی و کل بوته زعفران به‌طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۵). به‌عنوان مثال در سال دوم اجرای آزمایش، بیش‌ترین میزان نیتروژن در کل بوته زعفران (۲۳/۱۹ گرم در مترمربع) در نتیجه کاشت بنه-هایی با وزن بیش از ۱۲ گرم به دست آمد (جدول ۵). همچنین در هر دو سال اجرای آزمایش، با افزایش اندازه بنه‌های مادری، کارایی جذب و مصرف نیتروژن زعفران به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵). همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره شد، این افزایش می‌تواند تحت تأثیر اندوخته غذایی بالاتر در بنه‌های مادری بزرگ‌تر باشد که ضمن افزایش توانایی گیاه در ایجاد سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر، منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌گردد (Nassiri Mahallati et al., 2007; Koocheki et al., 2014 a). افزایش توانایی گیاه در جذب نیتروژن و تولید هر چه بیشتر ماده خشک نیز می‌تواند درنهایت منجر به افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن شود (Salvagiotti et al., 2009; Lea & Azevedo, 2006).

نتیجه‌گیری

طبق نتایج آزمایش می‌توان اظهار داشت که به دلیل توانایی بنه‌های مادری بزرگ‌تر به‌ویژه بنه‌هایی با وزن بیش از ۸ گرم در جذب هر چه بیشتر عناصر غذایی، این بنه‌ها می‌توانند در افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن در زعفران اهمیت به سزایی داشته باشند. همچنین نتایج آزمایش حاکی از نقش مؤثر کاربرد کودهای دامی در مقایسه با کود شیمیایی از نظر افزایش جذب نیتروژن و نیز کارایی جذب و مصرف نیتروژن در زعفران بود. از این‌رو می‌توان در نظام‌های تولید زعفران، مصرف نهاده‌های آلی مانند کود دامی را در توسعه هر چه بیشتر کارایی مصرف نیتروژن توسعه نمود.

سپاس‌گزاری

هزینه‌های موردنیاز جهت انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۱/۲۳۲۳۸ مورخ ۹۱/۶/۲۹ تأمین شده است که بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه تشکر و سپاس‌گزاری می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Ali, G., Iqbal, A.M., Nehvi, F.A., Samad, S.S., Nagoo, S., Naseer, S., and Dar, N.A. 2013. Prospects of clonal selection for enhancing productivity in Saffron (*Crocus sativus* L.). African Journal of Agricultural Research 8: 460–467.

Ameri, A., Nassiri, M., and Rezvani, P. 2008. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (Calendula officinalis). Iranian Journal of Field Crops Research 5: 315-325. (In Persian with English Summary)

Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 4: 274–279.

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2007. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19: 5–18. (In Persian with English Summary).

Ankumah, R.O., Khan, V., Mwamba, K., and Kpomblekou-A, K. 2003. The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. Agriculture, Ecosystems and Environment 100:201-207.

Asadi, G.A., Momen, A., Nurzadeh Namaghi, M., and Khorramdel, S. 2014. Effects of organic and chemical fertilizer rates on nitrogen efficiency indices of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Agroecology ۵: ۳۷۳–۳۸۲. (In Persian with English Summary).

Bertheloot, J., Martre, P., and Andrieu, B. 2008. Dynamics of Light and Nitrogen Distribution during Grain Filling within Wheat Canopy. Plant Physiology 148: 1707–1720.

Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, 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: 1–12. (In Persian with English Summary).

Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., De Falcis, D., Maggiore, T., and Stanca, A.M. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. European Journal of Agronomy 9: 11–20.

Fageria, N.K. and Baligar, V.C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Advances in Agronomy 88: 97–185.

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 1144–1150.

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., Mollafilabi, A., 2002. Saffron, Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. 276 pp. (In Persian).

Koocheki, A., Ganjeali, A., and Abbassi, F. 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 4: 315–331. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014 a. Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad, Northeast Iran. Scientia Horticulturae 180: 147-155.

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014 b. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (Crocus sativus L.). Journal of Saffron Research (Accepted for publication). (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., and Khorramdel, S. 2011. Ecophysiology of Field Crops: A New Perspective. Ferdowsi University of Mashhad Press. 614pp. (In Persian).

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Mansori, R. 2012. Investigation of flow and nitrogen use efficiency in wheat production and consumption cycles (Triticum aestivum L.) and maize

Archive of SID

www.SID.ir

(Zea mays L.) in Iran. Journal of Agroecology 4: 192–200. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2014 c. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Journal of Saffron Research 1: 144–155. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014 d. The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (Crocus sativus L.). Saffron Agronomy & Technology 2: 3–16. (In Persian with English Summary).

Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. Food Reviews International 25:44–85.

Lea P.J., and Azevedo, R.A. 2006. Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. Annals of Applied Biology 149: 243–247.

Limon-Ortega, A., Govaerts, B., and Sayre, K.D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy 29: 21–28.

Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L., and Vanlauwe, B. 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. Soil and Tillage Research 80: 95–101.

Masclaux-Daubresse, C., Daniel-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., and Suzuki, A. 2010. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. Annals of Botany 105: 1141–1157.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5: 155–166. (In Persian with English Summary).

Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukian, M.H. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plant 8: 98–109. (In Persian with English Summary).

Ourry, A., Boucaud, J., and Salette, J. 1988. Nitrogen mobilization from stubble and roots during re-growth of defoliated perennial ryegrass. Journal of Experimental Botany 39:803-809.

Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products 39: 40–46.

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 15:234–246. (In Persian with English Summary).

Rezvani Moghaddam, P., Seyyedi, S.M, and Azad, M. 2014. Effects of organic, chemical and biological sources of nitrogen on nitrogen use efficiency in black seed (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 30: 260–274. (In Persian with English Summary).

Safadoust, A., Mosadeghi, M.R., Mahboubi, A.A., Norouzi, A., and Asadian, G.H. 2007. Short-term tillage and manure influences on soil structural properties. Journal of Science of Technology of Agriculture and Natural Recourses 11: 91–100. (In Persian with English Summary).

Salvagiotti, F., Castellarín, J.M., Miralles, D.J., and Pedrol, H.M. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crops Research 113:170-177.

Archive of SID

www.SID.ir

The effects of mother corm size and type of fertilizer on nitrogen use efficiency in saffron

Alireza Koocheki [*1], Mehdi Jamshid Eyni[2], Seyyed Mohammad Seyyedi[3]

Received: 20 November 2014 Accepted: 19 December 2014

Abstract

Mother corm size and nutrient management are the most important factors in relation to nitrogen uptake of saffron (Crocus sativus L.). In order to investigate the effects of mother corms size and type of fertilizer on uptake and use efficiency of nitrogen in Saffron, a field experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during the years 2013 and 2014. The mother corm size (4 g and lower (small), 4.1–8 g (medium), 8.1-12 g (relatively large) and over 12 g (large)) and fertilizer sources (cow manure 25 t ha-1, chemical fertilizer (N+P) and control) were the first and second experimental factors, respectively. In both years, the larger mother corms (8.1-12 g and more) significantly resulted in greater nitrogen content (g m-2) of replacement corms and whole plant of saffron. In addition, uptake and use efficiency of nitrogen were significantly increased with increasing mother corms size. In the first and the second years, nitrogen use efficiency in manure treatment was significantly higher than that of chemical fertilizer (by 21 and 61%, respectively).

Keywords: Replacement corm, Chemical fertilizer, Organic fertilizer, Nitrogen uptake efficiency.

Archive of SID

1- Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- M.Sc. Graduated in Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- PhD. Student of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding author email: akooch@um.ac.ir)

www.SID.ir