Archive of SID

نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۳- شماره ۳- پیاپند ۱۲۸ پاییز ۱۳۹۹

تأثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)

The effect of planting date, nitrogen and phosphorus on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

سید غلامرضا موسوی[1*]، حامد جوادی[2]، محمد جواد ثقه الاسلامی [1] و هادی شاهبیگی [3]

۱. دانشیار گروه کشاورزی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران ، (*نگارنده مسئول)
۲. استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور،
۳. کارشناس ارشد زراعت وزارت جهاد کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۲۰ شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2020.128553.1443

چکیده

موسوی، س. غ، جوادی، ح.، ثقه اسلامی، م. ج.، شاهبیگی، ه.. **. تأثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)**
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۳ - شماره ۳- پیاپند ۱۲۸ پاییز ۱۳۹۹ صفحه:۷۲-۵۴
(مقاله علمی)

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و مقادیر نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در منطقه درمیان انجام شد. در این تحقیق تاریخ کاشت به عنوان فاکتور اصلی (۱۰ فروردین و ۱۰ اردیبهشت)، مقادیر نیتروژن به عنوان فاکتور فرعی (۰، ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره) و مقادیر فسفر به عنوان فاکتور فرعی فرعی (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم اکسید فسفر خالص در هکتار از منبع کود سوپر فسفات تریپل) مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، طول غلاف، شاخص کلروفیل، تعداد غلاف در متر مربع، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت بودند. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت موجب کاهش طول غلاف (۸/۳۱ درصد)، شاخص کلروفیل (۷/۰۲ درصد)، وزن هزار دانه (۲۶/۱ درصد) و عملکرد دانه (۳۵/۴۷ درصد) شد. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش تمامی صفات مورد مطالعه (به‌جز ارتفاع بوته) شد، به طوری که افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش ۵۰/۵۱ درصدی عملکرد دانه شد. همچنین افزایش مصرف فسفر موجب افزایش شاخص کلروفیل، تعداد غلاف در متر مربع، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد، به طوری که افزایش مصرف فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۲۴/۲۴ درصدی عملکرد دانه شد. اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن بر تعداد غلاف در متر مربع و وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. بر اساس نتایج این پژوهش، برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در شنبلیله تاریخ کاشت ۱۰ فروردین، مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در منطقه درمیان پیشنهاد می‌گردد.

واژه های کلیدی صفات مورفولوژیکی، شاخص کلروفیل، غلاف.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: s_reza1350@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی یکساله از تیره بقولات است که منشاء آن ایران بوده و به عنوان گیاه داوریی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانه شنبلیله دارای آلکالوئیدی به نام تریگونیلین، ترکیبات موسیلاژی، پروتئین و روغن می باشد (Omidbeigi, 2011). اثرات نرم‌کننده و رفع تحریکات جلدی، نیروبخش، ترمیم کننده قوای از دست رفته بدن، رفع سل استخوانی اطفال و بی اشتهایی، بخشی از اثرات دارویی این گیاه ارزشمند می باشد (Zargari, 1990).

از عوامل مهم جهت دستیابی به عملکرد حداکثر در گیاهان دارویی انتخاب تاریخ کاشت مناسب و تغذیه بهینه گیاه می باشد. شناخت تاریخ کاشت مطلوب در هر محصولی شرایط را برای استفاده بهتر از زمان، نور، دما، بارندگی و سایر عوامل مهیا می سازد. همچنین، تعیین مقدار کافی از عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن و فسفر جهت رشد مطلوب هر گیاه می تواند علاوه بر تضمین عملکرد مناسب، از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و اثرات زیان بار زیست محیطی و کشاورزی آن‌ها جلوگیری کند. نیتروژن و فسفر از جمله عناصری هستند که نقش مهمی در فعالیت‌های حیاتی گیاه ایفا می کنند. نیتروژن در سنتز کلروفیل، اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم های گیاهی نقش داشته (Mental & Patel, 2011) و فسفر به رشد ریشه، شکل گیری میوه و توسعه دانه کمک می کند (Srivastava *et al.*, 2015).

در تحقیقی که به منظور بررسی و مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله در تاریخ‌های مختلف کاشت انجام شد، تاریخ‌های کاشت ۹ اسفند و ۹ اردیبهشت به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه را دارا بودند (Seghatoleslami & Ahmadi Bonakdar, 2010). در تحقیق دیگر، تأخیر در کشت‌های بهاره شنبلیله موجب کاهش عملکرد دانه شد (Kolodziej, 1988). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که با تأخیر ۴۲ روزه در کاشت از ۳۰ آبان به ۱۲ دی در گیاه عدس (*Lens culinaris* L.)، تعداد غلاف در متر مربع و عملکرد دانه به میزان به ترتیب ۱۴/۷ و ۱۰/۳ درصد کاهش یافت، اما تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تغییر تاریخ کاشت قرار نگرفت (Moosavi *et al.*, 2014).

در تحقیقی مشخص شد که تأثیر سطوح نیتروژن بر میزان کلروفیل و ارتفاع بوته شنبلیله معنی دار بود و در بالاترین سطح کودی (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بیشترین میزان کلروفیل برگ حاصل شد. همچنین، بیشترین ارتفاع بوته متعلق به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود، اما تأثیر سطوح نیتروژن بر طول غلاف معنی دار نبود. در این تحقیق تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و زیست‌توده شنبلیله داشت و بالاترین آن‌ها از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Shokhmgar, 2009).

نتایج تحقیقی مشخص نمود که حضور مدوام عناصر غذایی مانند فسفر که در فرآیندهای زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، می تواند عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی

www.SID.ir

Archive of SID

(*Matricaria chamomilla* L.) را به میزان قابل توجهی افزایش دهد (Alijani *et al.*, 2011). در تحقیقی، بیشترین ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه شنبلیله از کاربرد ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و بیشترین وزن هزار دانه از کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بدست آمد (Bairagi, 2014). در تحقیقی که به منظور بررسی مقادیر مختلف فسفر در گیاه یونجه (*Medicago sativa* L.) انجام شد، با افزایش کاربرد فسفر تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت افزایش یافت (Ners Al-Kahtani *et al.*, 2017). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که با افزایش فسفر از صفر به ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تفاوت معنی‌داری در شاخص کلروفیل مشاهده نشد، اما افزایش فسفر از ۳۰ به ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم موجب افزایش آن شد (Markarian *et al.*, 2015). در تحقیقی که به منظور بررسی مقادیر نیتروژن و فسفر در شنبلیله انجام شد، بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه از کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۵ کیلوگرم فسفر در هکتار حاصل شد (Jagdale & Dalve, 2011). افزایش معنی دار عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله با افزایش کاربرد نیتروژن و فسفر توسط پاتل و منتال (Mental & Patel, 2011) نیز گزارش شده است.

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها و شرایط مناسب خراسان جنوبی از لحاظ کاشت این گیاهان، اطلاع از تاریخ کاشت مناسب آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. علاوه بر این، تعیین مقادیر بهینه مصرف کودهای شیمیایی مانند نیتروژن و فسفر ضمن دستیابی به تولید قابل قبول موجب کاهش خسارت‌های زیست محیطی می‌شود. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و سطوح نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله در منطقه درمیان خراسان جنوبی اجرا گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان درمیان واقع در کیلومتر ۱۰ جاده اسدیه- بیرجند با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۵۶ متر از سطح دریا اجرا گردید. میانگین شاخص‌های آب و هوایی محل آزمایش در طی دوره رشد گیاه شنبلیله در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نیز در جدول ۲ آمده است.

این تحقیق به صورت کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تاریخ کاشت به عنوان فاکتور اصلی در دو سطح (۱۰ فروردین و ۱۰ اردیبهشت)، مقادیر نیتروژن به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (۰، ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره ساخت شرکت پتروشیمی شیراز با ۴۶ درصد نیتروژن خالص) و مقادیر کود فسفر به عنوان فاکتور فرعی فرعی در سه سطح (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار از منبع

www.SID.ir

Archive of SID

کود سوپر فسفات تریپل تهیه شده از شرکت خدمات حمایتی وزارت جهاد کشاورزی با ۴۴ درصد اکسید فسفر خالص) مورد بررسی قرار گرفت. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل فروردین انجام و کشت شنبلیله به صورت دستی و خشکه کاری در تاریخ‌های مورد نظر صورت گرفت. بذر شنبلیله مورد استفاده از نوع توده محلی بیرجند بود.

در این آزمایش، هر کرت دارای ۶ ردیف کاشت به طول ۴ متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کود فسفر در یک مرحله و همزمان با کاشت به خاک اضافه شد. کود نیتروژن مصرفی با توجه به تیمار کودی در هر تاریخ کشت در دو نوبت (نیمی از کود نیتروژن در مرحله ۵-۴ برگی شدن و نیم دیگر در مرحله ۱۰-۸ برگی شدن) اعمال شد. قبل از کاشت، ابتدا بذور با قارچ‌کش کاربندازیم با نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شد. سپس بر اساس تاریخ های کشت در عمق ۲ تا ۳ سانتیمتری خاک کشت گردید. عملیات تنک کردن شنبلیله نیز در مرحله ۴ تا ۵ برگی انجام شد. آبیاری نیز به روش جوی پشته ای (نشتی) و با استفاده از سیفون انجام شد.

برای تعیین صفات مورفولوژیکی مانند تعداد شاخه اصلی در بوته، ارتفاع بوته و طول غلاف، ۱۰ بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه ای از دوخط میانی هر کرت انتخاب و صفات

جدول ۱- میانگین شاخص‌های آب و هوایی بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی درمیان در طی دوره رشد شنبلیله

Table 1. Average climate indices based on the data from Darmian meteorological station during the growing season of fenugreek

ماه Month	میانگین حداقل دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد) Min temperature (˚C)	میانگین حداکثر دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد) Max temperature (˚C)	مجموع بارندگی (میلی‌متر) Total rainfall (mm)	متوسط حداقل رطوبت نسبی روزانه (درصد) Min relative humidity (%)	متوسط حداکثر رطوبت نسبی روزانه (درصد) Max relative humidity (%)
فروردین March	6.8	25.6	15.5	17	39
اردیبهشت April	12.5	27.6	22.3	28	59
خرداد May	16.6	32.1	0	15	33
تیر July	20.2	35.7	1	14	28
مرداد Agust	19.2	31	0	15	25
شهریور September	13.1	28.6	0	13	25

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری

Table 2. Physical and chemical properties of the soil at the experimental site at a depth of 0 to 30 cm

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی متر) Ec (ms.cm^{-1})	کربن آلی (درصد) OC (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	میلی گرم بر کیلوگرم (mg.kg^{-1}) فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn
Clay Loam	7.9	3.8	0.13	0.014	4.11	235	0.61	5.82	7.02

مذکور اندازه گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، ۱۰ بوته انتخاب و از میان برگ‌های یک سوم فوقانی و در زمان شروع گل‌دهی اقدام به اندازه‌گیری شاخص کلروفیل با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD- 502 Readings Minolta, Japan) شد.

برداشت شنبلیله در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (رسیدن و زرد شدن ۷۰ تا ۸۰ درصد غلاف‌ها) انجام گرفت. این زمان در تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب در ۱۲ مرداد و ۲ شهریور اتفاق افتاد. جهت محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد دانه پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از مساحت ۲ متر مربع اقدام شد. تعداد غلاف‌های گیاهان برداشت شده از دو متر مربع مورد شمارش قرار گرفت و با تقسیم آن‌ها بر دو تعداد غلاف در متر مربع محاسبه شد. تعداد دانه در غلاف نیز از طریق شمارش تعداد دانه‌های ۲۰ غلاف شنبلیله که به طور تصادفی از بوته‌های برداشتی (دو متر مربع) انتخاب گردید و تقسیم آن بر عدد ۲۰ بدست آمد. پس از بوجاری کامل بذور، به وسیله دستگاه بذرشمار یک نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر به طور تصادفی از توده بذر تفکیک و سپس توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ وزن هزار دانه بر حسب گرم به دست آمد. با توجه به عملکرد دانه در دو متر مربع برداشت شده بر حسب گرم در متر مربع که از بوجاری غلاف‌های برداشت شده از سطح دو متر مربع میانی هر کرت به دست آمد، عملکرد دانه در سطح هکتار بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. با توجه به عملکرد بیولوژیک در دو متر مربع برداشت شده بر حسب گرم در متر مربع که از مجموع شاخ و برگ، پوسته غلاف‌ها و عملکرد دانه به دست آمده در دو متر مربع میانی هر کرت آزمایشی بود، عملکرد بیولوژیک نیز بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های این تحقیق، از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند

www.SID.ir

Archive of SID

دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر طول غلاف در سطح آماری یک درصد و اثر نیتروژن بر تعداد شاخه اصلی در بوته و طول غلاف در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر ساده فسفر و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر صفات مورفولوژیک معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأخیر در کاشت از ۱۰ فروردین به ۱۰ اردیبهشت باعث کاهش ۷/۷ درصدی طول غلاف گردید (جدول ۴). به نظر می رسد با تأخیر در کاشت صفت طول غلاف به دلیل کاهش دوره رشد و نیز برخورد مرحله غلاف بندی با درجه حرارت بالا و شرایط نامساعد رشدی کاهش یافته باشد. در تحقیقی، کاهش معنی دار و ۹/۲ درصدی طول غلاف با تأخیر در کاشت از ۱۵ اردیبهشت به ۱۴ خرداد در ارقام لوبیا قرمز (*Phaseolus coccineus* L.) گزارش شده است (Rahmani *et al.*, 2012).

افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد شاخه اصلی در بوته را به ترتیب ۵ و ۱۱/۵ درصد و طول غلاف را به ترتیب ۱۰/۴ و ۱۵/۱ درصد افزایش داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد با افزایش مصرف نیتروژن به علت قابلیت دسترسی بیشتر ریشه شنبلیله به این عنصر ضروری و تأثیر مثبت نیتروژن بر تحریک رشد رویشی گیاه، پتانسیل شاخه دهی افزایش یافته و گیاه توانسته است با تولید شاخ و برگ بیشتر و افزایش دوام و شاخص سطح برگ (Lack, 2013)، مواد فتوسنتزی کافی برای افزایش طول غلاف را نیز فراهم نماید. نتایج مشابهی در شنبلیله (Mental & Patel, 2011) و بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) (Safikhani *et al.*, 2007) در مورد تأثیر افزایش مصرف نیتروژن بر تعداد شاخه در بوته و طول غلاف گزارش شده است.

شاخص کلروفیل

نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر شاخص کلروفیل در سطح آماری پنج درصد و اثر نیتروژن و فسفر در سطح آماری یک درصد معنی‌دار ، اما اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر صفت مذکور اثر معنی‌داری نداشت (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که با تأخیر در کاشت شنبلیله از ۱۰ فروردین به ۱۰ اردیبهشت، شاخص کلروفیل ۶/۶ درصد کاهش یافت (جدول ۴). بود احتمالاً تأخیر در کاشت و برخورد مراحل رشد رویشی گیاه با دماهای بالاتر، منجر به کاهش شاخص کلروفیل در برگ شنبلیله شده است. نتایج مطالعه انجام شده در سویا (*Glycine max* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) نیز بیانگر کاهش معنی‌دار شاخص کلروفیل با تأخیر در کاشت است (Sadeghi *et al.*, 2015; Pezeshkpour *et al.*, 2005)

نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که افزایش کاربرد نیتروژن تأثیر مثبت و معنی داری بر بهبود شاخص کلروفیل داشته است به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از صفر به ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین مربعات تأثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر بر شاخص کلروفیل، برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد شنبلیله

Table 3. Mean squares for the effect of planting date, nitrogen and phosphorus on SPAD index, some morphological traits, grain yield and its components of fenugreek

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه		طول غلاف	شاخص کلروفیل	تعداد غلاف در متر مربع	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت
		ارتفاع بوته Plant height	اصلی در بوته Number of main branches per plant	Pod length	SPAD index	Number of pods per square meter	Number of seeds per pod	1000 seed weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index
تکرار Replication	2	12.3 ^{ns}	1.3 ^{ns}	0.5 ^{ns}	8.6 ^{ns}	45080.9 ^{ns}	1.0 ^{ns}	2.5 ^{ns}	61185.5 ^{ns}	1020055.1 ^{ns}	206.1 ^{ns}
تاریخ کاشت Planting date (A)	1	34.2 ^{ns}	1.8 ^{ns}	7.1 **	239.4 *	24704.1 ^{ns}	0.5 ^{ns}	122.0 *	2078958.6 *	2649361.5 ^{ns}	407.0 ^{ns}
خطای اصلی Error (a)	2	9.7	1.2	0.04	12.7	38813.7	0.2	5.7	33130.8	214200.7	52.6
نیتروژن Nitrogen (B)	2	11.4 ^{ns}	3.5 *	7.5 *	887.1 **	44504.0 **	26.7 **	8.4 **	1228479.6 **	1063949.5 *	559.8 *
A × B	2	2.2 ^{ns}	0.6 ^{ns}	0.03 ^{ns}	33.2 ^{ns}	13305.0 *	0.5 ^{ns}	5.3 *	22746.8 ^{ns}	616309.5 ^{ns}	299.2 ^{ns}
خطای فرعی Error (b)	8	8.8	0.5	0.1	8.6	2481.3	0.5	0.8	29727.4	20757.1	77.0
فسفر Phosphorus (C)	2	11.5 ^{ns}	0.3 ^{ns}	0.3 ^{ns}	159.4 **	16050.0 **	16.7 **	3.2 **	355667.1 **	62178.0 ^{ns}	295.7 **
A × C	2	16.3 ^{ns}	0.8 ^{ns}	0.2 ^{ns}	16.0 ^{ns}	9148.2 ^{ns}	0.6 ^{ns}	1.4 ^{ns}	15016.9 ^{ns}	35202.6 ^{ns}	55.6 ^{ns}
B × C	4	1.3 ^{ns}	0.4 ^{ns}	0.1 ^{ns}	30.2 ^{ns}	6443.5 ^{ns}	0.3 ^{ns}	0.4 ^{ns}	32977.9 ^{ns}	24916.6 ^{ns}	85.1 ^{ns}
A × B × C	4	18.8 ^{ns}	0.7 ^{ns}	0.1 ^{ns}	12.8 ^{ns}	3316.7 ^{ns}	0.5 ^{ns}	1.0 ^{ns}	78205.4 **	42147.6 ^{ns}	120.8 ^{ns}
خطای فرعی فرعی Error (c)	24	11.2	0.2	0.1	23.4	2798.5	0.2	0.4	17227.7	68019.8	46.2
ضریب تغییرات CV (%)		12.2	6.2	14.7	7.8	8.9	2.9	5.1	10	10.2	7.8

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۱، ۵٪ و غیر معنی دار می باشد.

**, * and ^{ns} are significant at 1 and 5% probability levels and non-significant, respectively

کلروفیل به ترتیب ۱۷/۸ و ۲۵/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در مورد تأثیر مثبت نیتروژن بر شاخص کلروفیل می‌توان گفت عمده رنگدانه‌های برگ از جمله کلروفیل دارای واحد نیتروژنی هستند (Mental & Patel, 2011) و از این رو استفاده از نیتروژن می‌تواند سبب افزایش مقدار کلروفیل در ساختار برگ و ایجاد رنگ تیره در برگ گردد (Marschner, 1995).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- میانگین مربعات تأثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر بر شاخص کلروفیل، برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد شنبلیله

Table 4. Mean squares for the effect of planting date, nitrogen and phosphorus on SPAD index, some morphological traits, grain yield and its components of fenugreek

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	تعداد شاخه اصلی در بوته Number of main branches per plant	طول غلاف (سانتیمتر) Pod length (cm)	شاخص کلروفیل SPAD index	تعداد غلاف در متر مربع Number of pods per square meter	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg. ha^{-1})	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg. ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
تاریخ کاشت Planting date										
۱۰ فروردین 30 March	28.1 ^{a}	8.3 ^{a}	9.5 ^{a}	64.1 ^{a}	613.6 ^{a}	16.7 ^{a}	14.5 ^{a}	1498.6 ^{a}	2779.3 ^{a}	53.9 ^{a}
۱۰ اردیبهشت 130 Apri	27.0 ^{a}	7.9 ^{a}	8.7 ^{b}	59.9 ^{b}	570.8 ^{a}	16.9 ^{a}	11.5 ^{b}	1106.2 ^{b}	23.36.3 ^{a}	48.4 ^{a}
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha^{-1})										
0	26.9 ^{a}	7.7 ^{b}	8.4 ^{c}	54.2 ^{c}	540.8 c	15.5 ^{c}	12.2 ^{b}	1019.5 ^{c}	2283.2 ^{b}	45.5 ^{b}
70	26.9 ^{a}	8.1 ^{ab}	9.3 ^{b}	63.9 ^{b}	595.5 b	16.9 ^{b}	13.4 ^{a}	1353.2 ^{b}	2644.4 ^{a}	51.4 ^{ab}
140	28.3 ^{a}	8.6 ^{a}	9.6 ^{a}	67.9 ^{a}	640.1 a	17.9 ^{a}	13.3 ^{a}	1534.5 ^{a}	2745.8 ^{a}	56.6 ^{a}
فسفر (کیلوگرم در هکتار) Phosphorus (kg. ha^{-1})										
0	26.4 ^{a}	8.1 ^{a}	9.2 ^{a}	59.4 ^{b}	588.2 ^{ab}	15.7 ^{b}	12.5 ^{b}	1158.5 ^{c}	2528.5 ^{a}	46.8 ^{b}
60	27.9 ^{a}	8.2 ^{a}	9.0 ^{a}	61.4 ^{b}	564.5 ^{b}	17.2 ^{a}	13.3 ^{a}	1309.3 ^{b}	2519.5 ^{a}	51.8 ^{a}
120	27.7 ^{a}	8.0 ^{a}	9.1 ^{a}	62.2 ^{a}	623.8 ^{a}	17.4 ^{a}	13.1 ^{a}	1439.4 ^{a}	2625.5 ^{a}	54.9 ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

در مطالعه دیگری نیز در شنبلیله افزایش میزان کلروفیل برگ را با افزایش کاربرد کود نیتروژن گزارش شد (Shokhmgar, 2009).

با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار شاخص کلروفیل به میزان

www.SID.ir

Archive of SID

۹/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۴). برخی محققین اظهار داشتند که با توجه به نقش نیتروژن در تشکیل کلروفیل، کود فسفر احتمالاً از طریق افزایش غلظت نیتروژن باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ شده است(Markarian *et al.*, 2015). نتایج مطالعات سایر محققان نیز حاکی از افزایش میزان کلروفیل با افزایش مصرف فسفر است (Sharma *et al.*, 2014; Asgharipour & Bijani, 2016).

اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و فسفر بر تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف در سطح آماری یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن بر تعداد غلاف در متر مربع در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر تاریخ کاشت و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمارهای کاربرد صفر و ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد غلاف در متر مربع به ترتیب ۱۸/۳ و ۷/۴ درصد و تعداد دانه در غلاف به ترتیب ۱۵/۶ و ۶ درصد افزایش یافت (جدول ۴). افزایش تعداد غلاف در متر مربع در نتیجه افزایش کاربرد نیتروژن را می‌توان به تأثیر مثبت و معنی دار کود نیتروژن بر افزایش تعداد شاخه در بوته (جدول ۴) و در نتیجه افزایش تولید غلاف در بوته شنبلیله مربوط دانست. با مطالعه ۴ سطح کودی ۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شنبلیله تأثیر مثبت نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته و متر مربع گزارش شد (Shokhmgar, 2009). در مطالعه دیگری نیز به افزایش ۶۶/۱ درصدی تعداد غلاف در بوته در نتیجه افزایش کاربرد نیتروژن اشاره شده است (Moosavi *et al.*, 2012). با افزایش کاربرد نیتروژن تعداد دانه در غلاف نیز به علت افزایش طول غلاف (جدول ۴) به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین، از آنجایی که نیتروژن با تأمین پروتئین مورد نیاز دانه گرده برای حرکت در طول خامه و رسیدن به تخمک در افزایش زمان گرده‌افشانی مؤثر می باشد (Rahemi, 2004)، احتمالاً با افزایش مصرف نیتروژن درصد تشکیل گل و میوه افزایش یافته و از این‌رو افزایش تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف قابل توجیه باشد.

در ارتباط با فسفر، مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف به ترتیب ۶ و ۱۱/۳ درصد افزایش یافت (جدول ۴). اگرچه تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب می‌شود و کمتر تحت تأثیر عوامل زراعی و محیطی قرار می‌گیرد (Habibzade *et al.*, 2006). اما، در شرایط این تحقیق کاربرد نیتروژن و فسفر افزایش معنی دار این صفت را به دنبال داشت. با توجه به نقش فسفر در توسعه ریشه و تسهیل جذب آب و عناصر غذایی از لایه های پایین تر خاک (Fanaei *et al.*, 2013) و در نتیجه افزایش توان تثبیت دی اکسید کربن و فتوسنتز گیاه (Badsra & Chaudhary, 2001) و نیز نقش این عنصر غذایی در فعالیت های متابولیکی مؤثر در گلدهی و میوه دهی (Mental & Patel,

www.SID.ir

Archive of SID

2011)، افزایش اجزای عملکرد با کاربرد فسفر قابل توجیه می باشد. محققین گزارش کردند که با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در خردل هندی (*Brassica juncea* L.) به ترتیب ۱۸ و ۲۳ درصد افزایش یافت (Fanaei *et al.*, 2013) . در تحقیق دیگری نیز افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شنبلیله با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۴۰ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (Sharma *et al.*, 2014). همچنین، افزایش معنی دار اجزای عملکرد شنبلیله با افزایش کاربرد فسفر از ۲۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Mental & Patel, 2011).

مقایسه میانگین های اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن بیانگر آن است هر چند در تاریخ کاشت اول افزایش کاربرد نیتروژن افزایش معنی دار تعداد غلاف در متر مربع را به دنبال نداشت اما در تاریخ کاشت دوم افزایش کاربرد نیتروژن به طور معنی داری این جزء عملکرد را افزایش داد (جدول ۵). تفاوت در واکنش به کاربرد نیتروژن در دو تاریخ کاشت ۱۰ فروردین و ۱۰ اردیبهشت در تولید غلاف در واحد سطح را نیز می توان به کوتاه تر بودن طول دوره رشد در تاریخ کاشت دوم و احتمالاً عدم تأثیر کاربرد نیتروژن بر توان غلاف زایی بوته در این تاریخ کاشت مربوط دانست. به عبارتی در تاریخ کاشت اول با توجه به دوره رشد طولانی تر، با افزایش کاربرد نیتروژن گیاه استفاده مؤثرتری از این کود در رشد رویشی (تعداد و طول شاخه ها) و افزایش غلاف زایی داشته است و به همین دلیل تعداد غلاف در متر مربع با افزایش کاربرد نیتروژن به طور معنی داری افزایش یافته است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه در سطح آماری پنج درصد و اثر نیتروژن و فسفر بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت از ۱۰ فروردین به ۱۰ اردیبهشت، وزن هزار دانه شنبلیله را ۲۰/۸ درصد کاهش داد (جدول ۴). نتایج نشان داده است که وزن هزار دانه تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌ها قرار می‌گیرد و از دو جزء سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه تشکیل شده است (Rahemi Karizaki, 2011). به نظر می‌رسد چون در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم دوره پر شدن دانه طولانی تر بوده و از طرفی تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در متر مربع به طور معنی داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفته است (جداول ۳ و ۴)، بنابراین تخصیص ماده خشک به تک دانه در تاریخ کاشت اول افزایش یافت که این امر دلیلی بر افزایش وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم می باشد. کاهش معنی دار وزن هزار دانه با تأخیر در کاشت در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نیز گزارش شده است (Samadi Firozabadi & Yazdani, 2012) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۷۰

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم در هکتار موجب افزایش ۹/۵ درصدی وزن هزار دانه شد، اما بین کاربرد مقادیر ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۴). به نظر می رسد که در شرایط دسترسی کافی به کود نیتروژن احتمالاً به علت افزایش دوام سطح برگ، طول دوره پر شدن دانه ها و سرعت فتوسنتز جاری افزایش یافته (Mental & Patel, 2011; Devnarain *et al.*, 2016) و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه ها منتقل شده و وزن هزار دانه افزایش می یابد. افزایش وزن هزار دانه شنبلیله با افزایش کاربرد نیتروژن توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Mental & Patel, 2011).

در ارتباط با فسفر، مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، وزن هزار دانه ۴/۷ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در بررسی دیگری نیز مشاهده شد که با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۴۰ کیلوگرم در هکتار، وزن هزار دانه افزایش می یابد (Sharma *et al.*, 2014).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن بر وزن هزار دانه نشان داد که تیمار تاریخ کاشت اول و کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۵/۴۷ گرم بیشترین و تیمار تاریخ کاشت دوم و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۱۱/۱۵ گرم کمترین وزن هزار دانه شنبلیله را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). این در حالی است که در مورد صفت وزن هزار دانه در تاریخ کاشت دوم به علت افزایش تعداد غلاف در بوته و در نتیجه تعداد مخازن فیزیولوژیکی (با توجه به تغییرات اندک تعداد دانه در غلاف)، علیرغم افزایش فتوسنتز گیاه با افزایش کاربرد نیتروژن، تفاوت معنی داری در وزن هزار دانه مشاهده نشد ولی در تاریخ کاشت اول احتمالاً به علت عدم افزایش معنی دار تعداد غلاف، کاربرد نیتروژن افزایش معنی دار وزن هزار دانه شنبلیله را به دنبال داشته است. به عبارتی می توان گفت که در شرایط تحقیق حاضر وزن هزار دانه به عنوان یک عامل برقراری تعادل در رابطه منبع و مخزن عمل نموده است (جدول ۵).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه در سطح آماری پنج درصد، اثر نیتروژن، فسفر و اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود، اما سایر اثرات دوگانه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با تأخیر کاشت شنبلیله از ۱۰ فروردین به ۱۰ اردیبهشت، عملکرد دانه ۲۶/۲ درصد کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می رسد در تاریخ کاشت ۱۰ فروردین به علت طولانی شدن فصل رشد گیاه و افزایش طول مدت استفاده گیاه از نور خورشید و منابع غذایی، سطح برگ گیاه افزایش یافته و بدین ترتیب مواد فتوسنتزی بیشتری تولید و در اختیار مخازن زایشی قرار گرفته و در نهایت با افزایش نسبی تعداد غلاف در متر مربع و خصوصاً وزن هزار دانه (جدول ۴)، عملکرد دانه به طور معنی داری افزایش یافته است. طی آزمایشی در مورد تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد شنبلیله مشخص گردید که کاشت این گیاه در دو هفته اول آوریل

www.SID.ir

Archive of SID

(اواسط فروردین) نسبت به اواخر آوریل (اوایل اردیبهشت) و ماه می (اواخر اردیبهشت تا اوایل خرداد) عملکرد بیشتری را باعث شد (Maletic & Jevdjovic, 2007). همچنین، افزایش عملکرد دانه با کاشت زودهنگام در شنبلیله (Seghatoleslami & Ahmadi Bonakdar, 2010؛ Siyami *et al.*, 2013)، عدس (Azadi *et al*, 2013؛ Solati *et al.*, 2012) و لوبیا قرمز (Rahmani *et al.*, 2012) نیز گزارش شده است.

نتایج مقایسه میانگین در ارتباط با کاربرد نیتروژن، نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۵۰/۵۱ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۳). بهبود عملکرد شنبلیله در نتیجه استفاده از کود نیتروژن، می تواند نشانه جذب مناسب نیتروژن توسط گیاه باشد که منجر به بهبود رشد رویشی و استفاده بهتر از نور خورشید به علت افزایش دوام و شاخص سطح برگ فعال (Riahinia *et al.*, 2013 Devnarain *et al.*, 2016؛) و افزایش سرعت فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی از مبدأ به مقصد (Mental & Patel, 2011) شده است و از آنجا که شنبلیله گیاهی رشد نامحدود می‌باشد، با افزایش رشد رویشی و تعداد غلاف در متر مربع و وزن هزار دانه (جدول ۴) در نتیجه افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد دانه و بیولوژیک آن افزایش می‌یابد. در مطالعه تاثیر مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه شنبلیله گزارش گردید که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه شنبلیله دارد و بالاترین عملکرد دانه از تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Shokhmgar, 2009). در مطالعه دیگری با بررسی کاربرد مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشخص شد که افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد دانه شنبلیله را به طور معنی داری افزایش داد (Zandi *et al.*, 2011). شواهد زیادی مبنی بر تأثیر مستقیم نیتروژن بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ وجود دارد (Emam & Niknejad, 2011). بنابراین، هر چه شرایط مناسب تری برای جذب نیتروژن توسط گیاه فراهم گردد، می توان انتظار فتوسنتز بیشتر و در نهایت عملکرد بیشتری را داشت.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن بر تعداد غلاف در متر مربع و وزن هزار دانه شنبلیله

Table 5. Comparison of the means for the interaction between planting date and nitrogen On pod number per plant and 1000 seed weight of fenugreek

نیتروژن × تاریخ کاشت Planting date × Nitrogen (kg. ha $^{-1}$)		تعداد غلاف در متر مربع pod number per m^2	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (g)
۱۰ فروردین	0	600 ^{ab}	12.2 ^{b}
30 March	70	620 ^{ab}	14.1 ^{a}
	140	650 ^{a}	15.4 ^{a}
۱۰ اردیبهشت	0	500 ^{c}	11.1 ^{c}
30 April	70	550 ^{b}	11.8 ^{c}
	140	655 ^{a}	11.2 ^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

در ارتباط با فسفر، نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش مصرف فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش ۲۴/۲۴ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۳). احتمالاً افزایش کاربرد فسفر از طریق افزایش شاخص سطح برگ (Ahamefule *et al.*, 2014)، توان فتوسنتزی گیاه را افزایش داده و با تقویت بخش زایشی گیاه و افزایش اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه شده است. همچنین، می توان گفت که با توجه به رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و غلظت کلروفیل (Chango & McVetty, 2001) و رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و رشد گیاه (Najafi *et al.*, 2010)، توان فتوسنتزی با افزایش شاخص کلروفیل (جدول ۴) زیاد شده و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی و رشد گیاه در حضور کود فسفر بهبود می یابد. افزایش معنی دار عملکرد دانه شنبلیله از ۹۸۸ به ۱۴۸۶ کیلوگرم در هکتار، با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Sharma *et al.*, 2014). همچنین افزایش ۳۵ درصدی عملکرد دانه خردل هندی (*Brassica juncea* L.) با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار در تحقیق دیگری گزارش گردید (Fanaei *et al.*, 2013) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

مقایسه میانگین های اثر متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر نشان داد که تیمار تاریخ کاشت ۱۰ فروردین و کاربرد مقادیر ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۰۲۴/۰۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت و عدم کاربرد نیتروژن و فسفر با میانگین ۸۱۰/۴۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). به نظر می رسد در شرایط عدم کاربرد نیتروژن، برخلاف تاریخ کاشت اول در تاریخ کاشت دوم به علت کوتاه شدن دوره رشد گیاه و عدم فرصت کافی برای جذب فسفر، کاربرد فسفر نتوانست افزایش معنی دار عملکرد دانه شنبلیله را به دنبال داشته باشد. همچنین کاربرد فسفر در تاریخ کاشت اول در شرایط مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین افزایش عملکرد دانه شنبلیله را باعث شد ولی کاربرد فسفر در تاریخ کاشت دوم در شرایط مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تأثیر معنی داری بر بهبود عملکرد دانه نداشت (جدول ۶). این بدان معناست که برای تأثیر معنی دار فسفر چه در شرایط عدم مصرف نیتروژن و چه در شرایط مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، با توجه به جذب کندتر فسفر نیاز به وجود دوره زمانی مناسب برای جذب و تأثیرگذاری این کود بر عملکرد دانه می باشد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بر عملکرد زیستی شنبلیله در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر تاریخ کاشت، فسفر و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). با افزایش نیتروژن از صفر به ۷۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد زیستی به میزان ۱۵/۸۱ درصد افزایش یافت، اما اضافه کردن نیتروژن بیشتر تأثیری معنی‌داری بر عملکرد زیستی نداشت (جدول ۴). بهبود

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تاریخ کاشت، نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه شنبلیله

Table 6. Comparison of the means for the interaction between planting date, nitrogen and phosphorus on grain yield of fenugreek

فسفر × نیتروژن × تاریخ کاشت Planting date × nitrogen × phosphorus (kg. ha $^{-1}$)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg. ha $^{-1}$)
۱۰ فروردین 30 March	0	0	1050.4 $^{f-h}$
		60	1192.1 $^{e-g}$
		120	1317.9 $^{c-e}$
	70	0	1531.6 ^{bc}
		60	1454.2 $^{b-d}$
		120	1630.1 ^{b}
	140	0	1383.7 $^{b-e}$
		60	1903.5 ^{a}
		120	2024.0 ^{a}
۱۰ اردیبهشت 30 April	0	0	810.4 ^{h}
		60	866.4 ^{h}
		120	879.7 ^{h}
	70	0	953.7 ^{gh}
		60	1164.9 $^{e-g}$
		120	1384.9 $^{c-e}$
	140	0	1221.2 $^{d-f}$
		60	1274.7 $^{d-f}$
		120	1399.9 $^{b-e}$

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

عملکرد شنبلیله در نتیجه استفاده از کود نیتروژن را احتمالا می توان به افزایش دوام و شاخص سطح برگ فعال (Riahinia *et al*., 2013؛ Devnarain *et al*., 2016) و در نتیجه افزایش تعداد غلاف در متر مربع و وزن هزار دانه (جدول ۴) مربوط دانست. نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری بر زیست‌توده شنبلیله دارد و بالاترین آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (Shokhmgar, 2009). در مطالعه دیگری با بررسی مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشخص گردید که با افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد بیولوژیک شنبلیله به طور معنی داری افزایش یافت (Zandi *et al.*, 2011). شواهد زیادی مبنی بر تأثیر مستقیم نیتروژن بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ وجود دارد (Emam & Niknejad, 2011). بنابراین، هر چه شرایط مناسب تری برای جذب نیتروژن توسط گیاه فراهم گردد، می توان انتظار فتوسنتز بیشتر و در نهایت عملکرد بیشتری را داشت.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بر شاخص برداشت در سطح آماری پنج درصد و اثر فسفر بر این صفت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر تاریخ کاشت، اثر متقابل دوگانه و سه‌گانه بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین ها بیانگر آن است که با

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت به طور معنی‌دار و از ۴۵/۵۳ به ۵۶/۶۸ درصد افزایش یافت (جدول ۴). همچنین، با افزایش کاربرد فسفر از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار این صفت به طور معنی دار از ۴۶/۸۷ به ۵۴/۹۰ درصد افزایش یافت (جدول ۴). تأثیر مثبت و معنی‌دار افزایش کاربرد نیتروژن و فسفر بر شاخص برداشت دانه در بوته (جدول ۴) به آن معناست که با افزایش در مقدار نیتروژن یا فسفر مصرفی، سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه شنبلیله اختصاص یافته است. به عبارتی در شرایط دسترسی کافی گیاه به کود نیتروژن احتمالاً به علت افزایش دوام سطح برگ (Lack, 2013) و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از مبدأ (بخش رویشی) به مقاصد فیزیولوژیکی یا دانه ها (Mental & Patel, 2011)، مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه ها منتقل شده و بنابراین شاخص برداشت افزایش یافته است. همچنین، در شرایط دسترسی ریشه گیاه به فسفر کافی به علت تأثیر مثبت فسفر بر بخش زایشی و اجزای عملکرد (جدول ۴)، شاخص برداشت دانه در بوته افزایش معنی داری داشته است. افزایش معنی‌دار شاخص برداشت دانه در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۵۰ و فسفر از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Ghanbari *et al.*, 2016). در بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) نیز محققین به این نتیجه رسیدند که افزایش نیتروژن، شاخص برداشت را افزایش داد (Hamzeie *et al.*, 2006) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر بیانگر این مطلب است که تأخیر در کاشت به علت کاهش طول دوره رشد گیاه و مواجه شدن گیاه با دماهای نامناسب منجر به کاهش معنی دار عملکرد دانه شنبلیله شد. همچنین، کود نیتروژن نیز از طریق تأثیر بر اجزای عملکرد، نقش مؤثری در افزایش عملکرد اقتصادی شنبلیله داشت. لازم به ذکر است که عملکرد بیولوژیک شنبلیله، بیشتر تحت تأثیر مقدار کود نیتروژن مصرفی قرار گرفت و فسفر مصرفی عمدتاً از طریق تأثیر مثبت بر فرآیندهای زایشی گیاه نقش مثبتی بر عملکرد دانه داشت. به طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش، برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در شنبلیله تاریخ کاشت ۱۰ فروردین، مصرف ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره و ۱۲۰ کیلوگرم اکسید فسفر خالص در هکتار از منبع کود سوپر فسفات تریپل در منطقه درمیان پیشنهاد می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

References:

Ahamefule, E., Peter, H., and Chinedu, P., 2014. Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) response to phosphorus fertilizer under two tillage and mulch treatments. *Soil and Tillage Research*, 136: 70–75.

Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M.A., Zahedi, M., and Modares Sanavi, S.A.M., 2011. The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(3): 450-459. (In Persian with English abstract).

Asgharipour, M.R., and Bijani, M., 2016. Effect of mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilizer on fenugreek resistance against arsenic. *Journal Science and Technology Greenhouse Culture*, 8(26): 137-150. (In Persian with English abstract).

Azadi, I., Pezeshkpour, P., and Nasrollah, H., 2013. Evaluation the effect of planting season and crop density on yield and yield density of lentil (Ghachsaran variety) in the dry land condition. *Annals of Biological Research*, 4(2): 47-50.

Badsra, S.R., and Chaudhary, L., 2001. Association of yield and its components in Indian mustard (*Brassica Juncea* L). *Agricultural Science Digest*, 21(2): 83-86.

Bairagi, S.K., 2014. Efeect of different doses of phosphorus and row spacing on the yield and quality of fenugreek seed. *The Asian Journal of Horticulture*, 9(2): 338-341.

Chango, G., and McVetty, P.B.E., 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape. *Canadian Journal of Plant Science*, 81: 1-6.

Devnarain, N., Crampton, B.G., Chikwamba, R., Becker, J.V.W. and O'Kennedy, M.M., 2016. Physiological responses of selected African sorghum landraces to progressive water stress and re-watering. *South African Journal of Botany*, 103: 61–69.

Emam, Y., and Niknejad, M., 2011. Introduction on Crop Physiology. Shiraz University Publication. 571Pp. (In Persian with English abstract).

Fanaei, H.R., Piri, E., and Naroeirad, M.R., 2013. Effect of different phosphorus rates on seed yield, oil and agronomic traits of *Brassica juncea* L. under drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 6(2): 147-157.

Ghanbari, M., Mirzakhani, M., and Faridhashemi, S.A. 2016. Respose of nitrogen physiological efficiency of safflower to manure and chemical fertilizers in Khashan region. *Journal of Iranian Plant Ecophysiology Research*, 11(41):

www.SID.ir

Archive of SID

53-64. (In Persian with English abstract).

Habibzade, Y., Mamakghni, R., Khashani, R., and Mesgharbasi, M., 2006. Effect of plant density on yield and some of vegetative and reproductive traits of *Vigna radiata* L. Varieties in Ahvaz region. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 37(2): 327-335. (In Persian with English abstract).

Hamzeie, R., Tavakolafshari, R., Majnonhoseyni, N., and Sharifi Ashorabadi, A., 2006. Study of plant density and nitrogen levels on quantitative and qualitative yield of German chamomile (*Matricaria Chamomilla* L). *Iranian Journal of Agriculture Sciences*, 37(3): 545-553. (In Persian with English abstract).

Jagdale, Y.L., and Dalve, P.D., 2011. Effect of nitrogen and phosphorus levels on seed yield and quality of fenugreek. *The Asian Journal of Horticulture*, 6(1): 81-84.

Kolodziej, B., 1998. The effect of the time of sowing on fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.) yield. Herba Polonica, 44(4): 392-396.

Lack, S.H. 2013. Evaluation of physiological traits effective on seed yield of corn in different irrigation, nitrogen and plant density levels. *Crop Physiology Journal*, 5(19): 17-33. (In Persian with English abstract).

Maletic, R., and Jevdjovic, R., 2007. Sowing date- the factor of yield and quality of fenugreek seed (*Trigonella foenum gracum* L.). *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 52(1): 1-8.

Markarian, S.H., Najafi, N., Aliasgharzad, N., and Oustan, S.H. 2015. Effects of *Sinorhizobium meliloti* bacterium and phosphorus on leaf chlorophyll index, nitrogen and phosphorus concentrations in alfalfa shoot and root under drought stress conditions. *Journal of Water and Soil Science*, 25(1): 27-45.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, USA.

Mental, R.S., and Patel, B.S. 2011. Effect of nitrogen, phosphorus and bio-fertilizers on yield and profitability of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Madras Agricultural Journal*, 98 (4-6): 154-157.

Moosavi, S.G., Seghatoleslami, M.J., and Delarami, M.R. 2014. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* cv. Sistan). *Annual Review and Research in Biology*, 4(1): 296-305.

Moosavi, S.G., Seghatoleslami, M.J., Khosravi, M., and Joyban, Z. 2012. Effect of irrigation interval, N fertilizer rate and plant density on yield and chemical composition of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.). *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 2: 91-99.

Najafi, N., Parsazadeh, M., Tabatabaei, S.J., and Ostan, S.H. 2010. Effect of nitrate to ammonium ratio in nutrient solution on growth characterctics and yield of Spinach (*Spinacia oleracea). Iranian Journal of Soil and Water Research*,

www.SID.ir

Archive of SID

41(2): 273-282. (In Persian with English abstract).

Ners Al-Kahtani, S., Abdou Taha, E.K., and Al-Abdulsalam, M. 2017. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield in relation to phosphorus fertilization and honeybee pollination. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5): 1051-1055.

Omidbeigi, R. 2011. Medicinal herbs production and processing approaches. Tarrahan-e Nashr Publication House, Tehran, Iran, pp. 424. (In Persian).

Pezeshkpour, P., Ahmadi, A.R., and Daneshvar, M. 2005. Effects of planting dates on grain yield and yield compontent, SPAD reading as indicator and light influnce bottom of the canopy in chickpea cultivars. Proceeding of the 1nd national pluse crops symposium of Iran. 20and 21 November, Research Institute of Plant Sciences of Ferdows University of Mashhad.

Rahemi Karizaki, A. 2011. Investigation the changes of physiological and morphological traits associated with wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. PhD Thesis, Sciences and Natural Resources Gorgan University Agricultural. Iran.

Rahemi, M. 2004. Pollination and fruit formation. Publication of Shiraz University. (In Persian).

Rahmani, T., Heidarie-Shrifabad, H., and Madani, H. 2012. Effect of planting date on yield of *Phaseolus vulgaris* cultivars in Alighodarz region. *Journal of New Agricultural Science*, 6(4): 321-335.

Riahinia, S.H., Khazaei, H.R., Kafi, M., and Nezami, A. 2013. Effects of water stress and soil nitrogen levels on some biochemical properties in grain sorghum cultivars under greenhouse conditions. *Journal Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(14): 61-71.

Sadeghi, H., Heidari Sharifabd, H., Hamidi, A., Noormohammadi, G.H., and Madani, H. 2015. Effect of planting date and plant density on net photosynthesis, stomatal conductance, leaf chlorophyll index and grain yield of soybean in Meghan and Karaj areas. *Plant Ecophysiology*, 7(23): 85-94. (In Persian with English abstract).

Safikhani, F., Heidarie-Shrifabad, H., Siadat, A., and Abaszadeh, B. 2007. Effect of drought on yield andmorphological traits of *Dracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(3): 183-194. (In Persian with English abstract).

Samadi Firozabadi, B., and Yazdani, F. 2012. Effect of sowing date on seed and oil yields of four safflower cultivars in Varamin region of Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 28(4): 459-470.

Seghatoleslami, M.J., and Ahmadi Bonakdar, K.H. 2010. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella*

www.SID.ir

Archive of SID

foenum gracum L). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2): 265-274. (In Persian with English abstract).

Sharma, S., Sharma, Y., and Balai, C.M. 2014. Yield attributes and yield of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.) under different levels of phosphorus, molybdenum and inoculation of PSB. *Agriculture Update*, 9(3): 301-305.

Shokhmgar, M. 2009. Effect of irrigation interval and nitrogen fertilizer on yield and traits of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). M.Sc. Thesis, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Birjand Branch, Birjand, Iran. [In Persian]

Siyami, R., Mirshekari, B., and Farahvash, F. 2013. Sowing date and mixing rate could improve crops yield Case study: intercropping of maize and lentil. *Life Science Journal*, 10(5s): 283-287.

Srivastava, M., Kumar J.H.A.N., and Singh, B.K. 2015. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, leaf and seed yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Cv. Pusa early bunching. *Annals of Agric-Bio Research*, 20(1): 51-53.

Zandi, P., Shirani–Rad, A.H., Daneshian, J., and Bazrkar–Khatibani, L. 2011. Agronomic and morphologic analysis of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under nitrogen fertilizer and plant density via factor analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 6(5): 1134-1140.

Zargari, A., 1990. Medicinal Plants. University of Tehran Publication. Tehran, Iran. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of planting date, nitrogen and phosphorus on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Gholam Reza Mosavi [1*], Hamed Javadi [2], Mohamad Javad Seghatoleslami [1], Hadi Shahbeige [3]

1. - Associate Professor, Department of Agriculture, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran, (Corresponding author).
2. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran,
3. Ms.C. in Agriculture in the Ministry of Agricultural Jihad

Received: November 2019 Accepted: October 2020 - DOI: 10.22092/aj.2020.128553.1443

Extended Abstract

Mosavi, |Gh. R., Javadi, **H.,** Seghatoleslami, **M. J.,** Shahbeige H., The effect of planting date, nitrogen and phosphorus on yield and yield components of fenugreek (***Trigonella foenum-graecum*** L.) **Applied Research in Field Crops Vol 33, No. 3, 2020 10-12:** 54-72(in Persian)

Introduction:

Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) is an annual plant of the legume family that originates in Iran and is used as a medicinal plant. Fenugreek seeds contain alkaloids called trigonilins, mucilaginous compounds, proteins and oils (Omidbeigi, 2011). This plant has many pharmaceultical applications such as soothing effects, alleviating skin irritation, revitalizing, regeneration of lost body parts, and treatment of pediatric bone tuberculosis and anorexa. One of the important factors in achieving maximum yields in medicinal plants is the choice of planting date and the supply of optimum plant nutrition. Selecting a desirable planting date in any crop can provide conditions for better use of time, light, temperature, rainfall and other factors (Sadeghi *et al.,* 2015). Also, determination of level of intake to meet the plant nutrient requirements, especially nitrogen and phosphorus can result in optimum growth and proper yield, preventing the use of chemical fertilizers and mitigating their harmful environmental impacts (Srivastava *et al.,* 2015).

Email address of the corresponding author: s_reza1350@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Materials and Methods:

In order to study the effect of planting date and nitrogen and phosphorus rates on morphological traits, yield and yield components of fenugreek, a split-split-plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in Darmian, Iran in 2016. In this research, the main plots were planting date (30 March and 30 April), the sub-plots were nitrogen rates (0, 70 and 140 kg N ha^{-1}) and the sub-sub-plots were phosphorus rates (0, 60 and 120 kg P_2O_5 ha^{-1}). In this research, the traits such as plant height, number of main branches per plant, pod length, chlorophyll index, number of pods per square meter, number of seeds per pod, 1000 seed weight, grain yield, biological yield and harvest index were measured. For data analysis, MSTATC software was used. The comparison of the means was done using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

Results and Discussion:

The results showed that delay in planting caused a decrease in pod length (8.31%), chlorophyll index (7.02%), 1000-grain weight (26.1%) and grain yield (35.47%). The grain yield reduction was due to the delayed planting, decreased harvest index, pod length and 1000-grain weight. Increasing nitrogen consumption increased all the studied traits (except plant height). So that increase in nitrogen consumption from zero to 140 kg. ha^{-1} increased grain yield by 50.51%. With increasing nitrogen, yield components such as number of pods per square meter, number of seeds per pod and 1000-grain weight increased and eventually raised the grain yield. Also, increasing rates of phosphorus enchanced the chlorophyll index, number of pods per square meter, number of seeds per pod, 1000-grain weight, grain yield and harvest index. Increasing phosphorous consumption from zero to 120 kg. ha^{-1} raised grain yield by 24.24% of. With an increase in phosphorus rates, the plant yield components including number of pods per square meter, number of seeds per pod and thousand seed weight increased, which eventually contributed to increased grain yield. The interaction between sowing date and nitrogen was significant on number of pods per plant and 1000-seed weight. Means comparison for the triple interaction of planting date, nitrogen and phosphorus showed that the treatment of planting date of April 10 together with the application of 140 kg N.

www.SID.ir

Archive of SID

ha^{-1} and 120 kg P_2O_5.ha^{-1} gave the highest grain yield (2024.1 kg.ha^{-1}). It seems that in the absence of nitrogen application, unlike the first planting date, at the second planting date, due to the shortened plant growth period and insufficient opportunity to absorb phosphorus, the use of phosphorus did not lead to a significant increase in the grain yield of fenugreek. Also, the application of phosphorus (140 kg N. ha^{-1}) in the first sowing date caused the highest increase in grain yield of fenugreek, but the application of phosphorus (140 kg N. ha^{-1}) in the second sowing date had no significant effect on increasing grain yield.

Conclusion:

Based on the results of this study, in order to achieve maximum grain yield in fenugreek in Darmian area, the sowing date of April 10 and the application of 140 kg. ha^{-1} nitrogen and 120 kg. ha^{-1} phosphorus are recommended.

Keywords: Chlorophyll index, Fertilizer, Morphological traits, Pods.

References:

Omidbeigi, R. 2011. Medicinal herbs production and processing approaches. Tarrahan-e Nashr Publication House, Tehran, Iran, pp. 424. (In Persian).

Sadeghi, H., Heidari Sharifabd, H., Hamidi, A., Noormohammadi, G.H., and Madani, H. 2015. Effect of planting date and plant density on net photosynthesis, stomatal conductance, leaf chlorophyll index and grain yield of soybean in Meghan and Karaj areas. *Plant Ecophysiology*, 7(23): 85-94. (In Persian with English abstract).

Srivastava, M., Kumar J.H.A.N., and Singh, B.K. 2015. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, leaf and seed yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Cv. Pusa early bunching. *Annals of Agric-Bio Research*, 20(1): 51-53.

www.SID.ir