

تأثیر مدیریت تغذیه بر مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر تاریخ کاشت

فریما دعائی^{۱*}، علی نخزری مقدم^۲، علی راحمی کاریزکی^۳ و مجید الداغی^۴

۱- دانش آموخته دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس

۲- عضو هیئت علمی، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس؛ a_nakhzari@yahoo.com

۳- عضو هیئت علمی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس؛ alirahemi@yahoo.com

۴- عضو هیئت علمی، گیاه پزشکی (بیوتکنولوژی)، مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی

و منابع طبیعی مازندران؛ m_aldaghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۱

چکیده

طول دوره مراحل رشد گیاه، استفاده از تشعشع خورشیدی، آب و مواد غذایی از جمله موارد تعیین کننده عملکرد گیاه به شمار می‌آیند. از این رو، به منظور بررسی مدیریت تغذیه و شرایط آب و هوایی بر مراحل فنولوژیک، کارآیی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل و سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در دو سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶ انجام شد. دو تاریخ کاشت شامل اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه، کود زیستی مزور/یزوبیوم در دو سطح شامل تلقیح و عدم تلقیح و کود شیمیایی نیتروژن در چهار سطح شامل صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با منشأ اوره، به‌عنوان تیمار مدنظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت عامل اصلی تغییر در مراحل فنولوژیک گیاه در هر دو سال بود. عملکرد دانه در تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه نسبت به اواسط دی‌ماه به ترتیب در سال اول و دوم ۱۷/۸۴ و ۲۳/۶۵ درصد کاهش یافت. همچنین، بیشترین مقدار این صفت در هر دو سال از مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد، ولی با این حال بین ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری در هر دو سال وجود نداشت. تلقیح بذر با مزور/یزوبیوم در سال اول و دوم به ترتیب سبب افزایش ۲۴۲ و ۱۷۰ کیلوگرمی عملکرد دانه در هکتار نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. کارآیی مصرف نور نسبتاً پایدار بود و تحت تأثیر معنی‌دار عامل‌ها قرار نگرفت. در مجموع، نتایج نشان داد در بین عوامل مورد بررسی، تاریخ کاشت نقش بیشتری در طول مراحل رشد گیاه، کارآیی مصرف نور و در نهایت عملکرد گیاه داشت.

واژه‌های کلیدی: تشعشع، گلدهی، مزور/یزوبیوم، نیتروژن

مقدمه

همچنین بیان کردند که با طولانی‌تر شدن دوره رشد، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه افزایش یافت.

تاریخ کاشت با حاکم کردن شرایط اقلیمی متفاوت (دما و بارش) در دوره رشد گیاه، نقش مهمی در زندگی گیاه دارد، به طوری که در پژوهشی دما را عامل مهمی معرفی نمودند که روی مراحل فنولوژیک نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) تأثیرگذار است (Anwar et al., 2003). آنان همچنین بیان کردند که زمان کاشت تا سبزشدن و کاشت تا گلدهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. در بررسی دیگری نیز تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر مدت زمان از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی نخود داشت (Rehman et al., 2015). به جز عوامل اقلیمی قابلیت استفاده از تشعشع خورشیدی رسیده به بالای تاج پوشش گیاهی از جمله عوامل تعیین کننده عملکرد گیاه می‌باشد.

کارآیی مصرف نور بیانگر مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد نور جذب شده بر حسب گرم ماده خشک

فنولوژی گیاه یک جنبه مهم از سازگاری گیاه به شرایط محیطی به منظور مطابقت حداکثری چرخه کشت با الگوی آب و هوای فصلی است (Vadez et al., 2013). به جز تنش خشکی، عوامل محیطی دیگری همچون دما، دوره نوری و کمبود عناصر غذایی، زمان وقوع مراحل نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Soltani, 2009). از جمله عناصری که می‌تواند بر مراحل نمو گیاه تأثیرگذار باشد، نیتروژن است، به طوری که در یک بررسی گزارش شد که با افزایش مصرف نیتروژن صفات فنولوژیک گیاه نخود نظیر روز از کاشت تا گل‌دهی، روز از گل‌دهی تا غلاف‌دهی، روز از غلاف‌دهی تا رسیدگی و دوره رشد افزایش یافت (Namvar & Seyed Sharifi, 2011). آن‌ها

*نویسنده مسئول: farima_doei@yahoo.com

به‌منظور تکثیر سویه موردنظر، کلنی باکتری به‌مدت پنج روز در محیط کشت^۱ YAM در انکوباتور با دمای 28 ± 1 درجه سانتی‌گراد کشت داده شد. برای تهیه سوسپانسیون مزور/یزوبیوم به‌عنوان مایه تلقیح، کلونی رشدیافته روی محیط کشت توسط محلول آب و شکر چهاردرصد جمع‌آوری شد. غلظت موردنظر برای تلقیح 10^9 اسلول در هر میلی‌لیتر بود. برای تعیین غلظت مورد نظر، جذب سوسپانسیون ریزوبیومی در طول موج 600 نانومتر قرائت شد که حدود 0.607 بود. بذور عدم تلقیح نیز با محلول آب و شکر چهاردرصد ترکیب شدند.

قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌گیری از خاک مزرعه از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر انجام شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آورده شده است. میزان بارندگی و میانگین دمای ماهانه در طی دوره رشد گیاه در شکل ۱ آورده شده است.

به‌منظور آماده سازی بستر کاشت از دو نوع عملیات شخم و دیسک استفاده شد. در این آزمایش، هر کرت دارای پنج ردیف شش متری به فاصله ردیف 25 سانتی‌متر بود (طبق عرف منطقه). فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک یک متر و فاصله بین بلوک‌ها $1/5$ متر و فاصله بوته روی ردیف حدود 12 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت در تاریخ 15 دی‌ماه و 13 بهمن‌ماه سال زراعی $95-1394$ و در 16 دی‌ماه و 16 بهمن‌ماه سال زراعی $96-1395$ انجام شد. به‌منظور اطمینان از سبز شدن بذور نخود، در هر کپه دو بذور کشت شد. گیاهچه اضافی در مرحله چهاربرگی حذف شد تا گیاه به تراکم اصلی (33 بوته در مترمربع (Maleki, 2017)) برسد. در طول اجرای طرح، وجین علف‌های هرز به روش دستی انجام شد.

در این پژوهش، با توجه به بارش‌های مناسب در طول فصل رشد $95-1394$ کشت به‌صورت دیم انجام شد و از این رو، نیم دیگر کود شیمیایی نیتروژن در مرحله پُرشدن دانه و کمی قبل از بارندگی اعمال شد. در طول فصل رشد $96-1395$ ، انجام آبیاری به‌منظور اعمال مابقی کود شیمیایی نیتروژن در مرحله پُرشدن دانه با توجه به عدم بارندگی در این زمان انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه با حذف اثر حاشیه‌ای، محصول برداشت شد. برای ثبت مراحل فنولوژیک، مراحل به‌صورت سبز شدن (ظهور 50 درصد گیاهان در هر کرت)، گل‌دهی (گل‌دادن 50 درصد گیاهان)، غلاف‌دهی (تشکیل غلاف به‌طول 2 تا 4 میلی‌متر در 50 درصد گیاهان) و رسیدگی فیزیولوژیک (تغییر رنگ 50 درصد غلاف‌های گیاهان به زرد) ثبت شدند (Sadras, 2017).

تولیدشده بر مگاژول تشعشع جذب شده می‌باشد (John et al., 2005). اگرچه قبلاً باور بر این بود که کارایی مصرف نور ثابت بوده و بیشتر از طریق ژنتیکی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Monteith, 1977)، ولی با این حال، بررسی‌ها نشان داد که عوامل محیطی و عملیات مدیریتی نظیر تاریخ کاشت و فراهمی منابعی نظیر نیتروژن می‌تواند کارایی مصرف نور را تحت تأثیر قرار دهند (Ameri & Nasir Mahalati, 2009; Sun et al., 2013). در بررسی Karimian et al., (2009) نیز بیان شد با افزایش شاخص سطح برگ گندم (*Triticum aestivum* L.) با افزایش کود شیمیایی اوره، کارایی مصرف نور نیز به‌دلیل دریافت و جذب بیشتر تشعشع خورشیدی افزایش یافت. در بررسی دیگر روی گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) نتایج حاکی از آن بود که تاریخ کاشت به‌واسطه حاکم کردن شرایط دمایی متفاوت روی فتوسنتز گیاه، اثر زیادی روی تسخیر و کارایی مصرف تشعشع فعال فتوسنتزی و به‌دنبال آن روی عملکرد دانه و اجزای آن دارد (Confalone et al., 2010).

با توجه به اهمیت نخود هم به‌عنوان تأمین‌کننده پروتئین در برنامه غذایی انسان و هم به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن در تناوب زراعی، این آزمایش با هدف بررسی سهم تاریخ کاشت، نیتروژن و تثبیت نیتروژن بر مراحل فنولوژیک، کارایی مصرف نور و عملکرد نخود زراعی در شرایط اقلیمی گنبد کاووس انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی $95-1394$ و $96-1395$ در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس با طول جغرافیایی 55 درجه و 11 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 37 درجه و 15 دقیقه شمالی به اجرا درآمد. ارتفاع منطقه از سطح دریا 46 متر و بر اساس تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن، دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است.

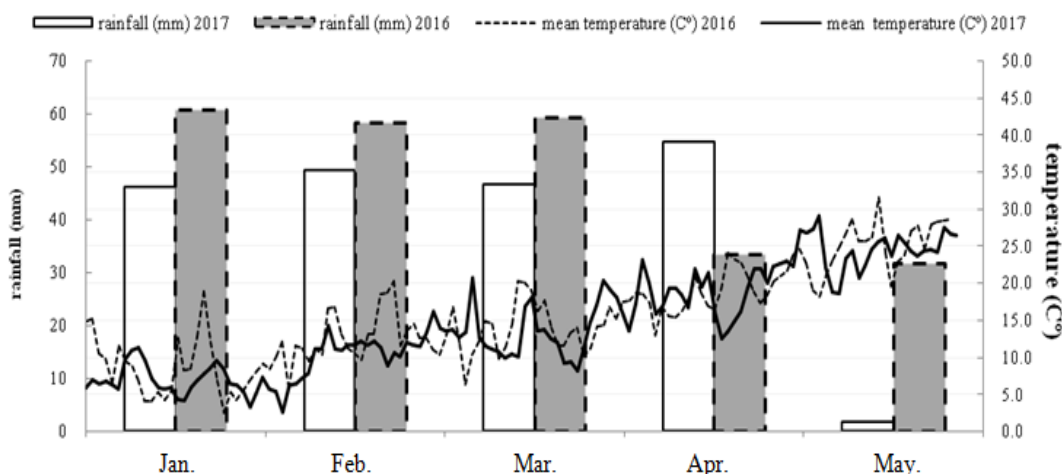
آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و سه عامل در هر دو سال انجام شد. عامل‌ها شامل تاریخ کاشت (کاشت در اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه)، کود زیستی مزور/یزوبیوم (*Mesorhizobium*) (تلقیح و عدم تلقیح) و کود شیمیایی نیتروژن (صفر، 20 ، 40 و 60 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره $[CO(NH_2)_2]$ بود که نصف کود نیتروژن به‌صورت پایه و نصف دیگر به‌صورت سرک در مرحله پُرشدن دانه با توجه به کاهش رابطه همزیستی بین باکتری و گیاه نخود استفاده شد.

در این تحقیق، سویه خالص‌سازی‌شده SWRI14 مزور/یزوبیوم از مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران تهیه گردید.

1. Yeast Mannitol Agar

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه
Table 1. Physicochemical characteristics of farm soil

سال	بافت	نیترژن کل (درصد)	فسفر (پی پی ام)	پتاسیم (پی پی ام)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته
Year	Texture	Total N (%)	P (ppm)	K (ppm)	O. C. (%)	EC (dS.m ⁻¹)	pH
2016	سیلتی لوم Loam Silty	0.08	13.4	417	0.87	1.06	7.93
2017	سیلتی لوم Loam Silty	0.08	14.2	400	0.81	1.2	7.7



شکل ۱- میانگین ماهانه دما و بارش در فصل رشد ۹۵-۹۶ و ۹۵-۹۶

Fig. 1. Mean of monthly temperature and rainfall during growing season of 2016 and 2017

تا بسته شدن کانوپی ادامه یافت. تعداد مربعاتی که بیش از ۵۰ درصد آن توسط گیاه پوشیده می‌شد، به‌عنوان یک واحد محاسبه شد. نسبت تعداد مربعات پر شده از گیاه به تعداد مربعات کل در کوادرات به‌عنوان نسبت پوشش زمین یا کسر تشعشع دریافت‌شده در نظر گرفته شد (Rahemi-Karizaki, 2008). از معادله ۱ برای محاسبه ضریب خاموشی استفاده شد که F ، K و LAI به ترتیب نمایانگر نسبت پوشش زمین، ضریب خاموشی و شاخص سطح برگ است.

$$F = 1 - \exp(-K \times LAI) \quad \text{معادله ۱}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1.3 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج‌درصد استفاده شد. با توجه به انجام آبیاری در سال دوم، داده‌های هر سال به‌طور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث مراحل فنولوژیک

در هر دو سال زراعی، مراحل فنولوژیک گیاه فقط تحت تأثیر تاریخ کاشت ($P \leq 0.01$) قرار گرفت (جدول ۲). به‌نظر

کارآیی مصرف نور (RUE^1) از شیب رگرسیون خطی $(y = ax + b)$ میزان ماده خشک تجمعی در مقابل تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR^2) تجمعی دریافت‌شده (یا جذب‌شده) توسط کانوپی در کل دوره رشد حاصل می‌شود. برای محاسبه تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده از برنامه $RLY\text{-}calc^3$ استفاده شد. برنامه نیاز به داده‌های هواشناسی (حداکثر و حداقل دما، میزان بارندگی و ساعات آفتابی روزانه)، ضرایب a و b (به ترتیب برای شهر گنبد برابر 0.233 و 0.527)، عرض جغرافیایی (برای گنبد برابر 37 درجه و 16 دقیقه شمالی) و ضریب خاموشی نور بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی (K_{par}) دارد. با فرض این‌که پوشش سبز نخود برابر با کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت‌شده است (Soltani et al., 2006b)، برای محاسبه نسبت پوشش زمین و ضریب خاموشی از یک کوادرات با ابعاد 50×50 سانتی‌متر که شامل مربع‌هایی به ابعاد 5×5 سانتی‌متر مربع بود، استفاده شد. اولین اندازه‌گیری برای این منظور یک ماه بعد از سبز شدن انجام شد و در ادامه هر هفت روز

1. Radiation use efficiency
2. photosynthetically active radiation

۳- برنامه توسط سلطانی نوشته شده است.

می‌رسد با توجه به حضور رایزوبیوم بومی در خاک و همچنین لگوم‌بودن گیاه، کود شیمیایی نیتروژن و مزور/ایزوبیوم نتوانستند نقش به‌سزایی در تغییر زمان ورود به این مراحل داشته باشند و دما و رطوبت، نقش اصلی را در ورود به مراحل رشد دارا بودند. از این رو بین تیمارهای یک تاریخ کاشت و حتی تکرارها تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای وجود نداشت و عامل اصلی تاریخ کاشت بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تاریخ کاشت، نیتروژن و مزور/ایزوبیوم بر مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه نخود زراعی در سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for the effects of planting date, nitrogen and *mesorhizobium* on phenological stages and seed yield of chickpea during growing seasons 2016 and 2017

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	سبزشدن Emergence	گلدهی Flowering	رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity	عملکرد دانه Seed yield
2016					
بلوک Block	2	0.771 ^{ns}	0.145 [*]	0.062 ^{ns}	11992 ^{ns}
تاریخ کاشت Planting date (P)	1	300 ^{**}	3366 ^{**}	4275 ^{**}	5073250 ^{**}
نیتروژن Nitrogen (N)	3	0.500 ^{ns}	0.583 ^{ns}	0.576 ^{ns}	285314 ^{**}
مزور/ایزوبیوم <i>Mesorhizobium</i> (M)	1	0.333 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.021 ^{ns}	706888 ^{**}
P *N	3	0.055 ^{ns}	0.472 ^{ns}	0.687 ^{ns}	13035 ^{ns}
P *M	1	1.333 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.520 ^{ns}	6007 ^{ns}
N*M	3	0.500 ^{ns}	0.027 ^{ns}	0.298 ^{ns}	17836 ^{ns}
P *N*M	3	0.277 ^{ns}	0.361 ^{ns}	0.131 ^{ns}	14205 ^{ns}
Error	30	0.482	0.212	0.262	57949
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		2.94	0.5	0.41	7.256
2017					
بلوک Block	2	2.892 ^{**}	5.645 ^{**}	0.396 ^{ns}	86526 ^{ns}
تاریخ کاشت Planting date (P)	1	4760 ^{**}	4602 ^{**}	5720 ^{**}	4731980 ^{**}
نیتروژن Nitrogen (N)	3	0.222 ^{ns}	0.388 ^{ns}	0.500 ^{ns}	181866 [*]
مزور/ایزوبیوم <i>Mesorhizobium</i> (M)	1	0.750 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.083 ^{ns}	347650 [*]
P *N	3	0.305 ^{ns}	0.250 ^{ns}	0.055 ^{ns}	5402 ^{ns}
P *M	1	0.333 ^{ns}	0.000 ^{ns}	0.083 ^{ns}	28372 ^{ns}
N*M	3	0.305 ^{ns}	0.138 ^{ns}	0.250 ^{ns}	17978 ^{ns}
P *N*M	3	0.222 ^{ns}	0.055 ^{ns}	0.138 ^{ns}	4822 ^{ns}
Error	30	0.451	0.29	0.218	57925
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.8	0.55	0.37	10.27

^{ns}, * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

^{ns}, * & **: No Significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

کاشت تا سبزشدن

با توجه به جدول ۳، مدت‌زمان لازم برای سبزشدن در تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه سال ۱۳۹۴-۹۵، پنج روز بیشتر از تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه بود. با توجه به این‌که دما از عوامل تأثیرگذار در سرعت جوانه‌زنی گیاه می‌باشد، بنابراین، از جمله عوامل مؤثر در افزایش این مدت زمان در تاریخ کاشت دوم، پایین‌بودن دما با متوسط دمای ۹ درجه سانتی‌گراد نسبت به تاریخ کاشت اول با متوسط دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود. در بررسی (2003) *Anwar et al*، پایین‌بودن دما، عامل دیرسبزشدن نخود در بین تاریخ‌های کاشت مختلف بود. همچنین در بررسی دیگری،

متفاوت‌بودن زمان از کاشت تا سبزشدن در نخود را در ارتباط با دما ذکر شد (*Soltani et al.*, 2006 a).

در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶، بذور در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه با تأخیر ۱۹/۹ روزی نسبت به تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه سبزشدند (جدول ۳). از جمله عوامل محیطی دیگری که روی مراحل نمو گیاه تأثیرگذار است، می‌توان به فراهمی آب و خشکی (*Soltani*, 2009) اشاره داشت. تنش‌های محیطی و طولانی‌شدن فاصله زمانی از کاشت تا بارندگی در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم، سبب افزایش این دوره در تاریخ کاشت اول این سال شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد روز از کاشت تا هر یک از مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه نخود زراعی تحت تأثیر تاریخ کاشت در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶

Table 3. Comparison of means of number of days after sowing to reach to each phenological stage and seed yield in chickpea under planting data in 2016 and 2017

تاریخ کاشت	۲۰۱۶				۲۰۱۷			
	سبزشدن (روز) Emergence (day)	گلدهی (روز) Flowering (day)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiological maturity (day)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	سبزشدن (روز) Emergence (day)	گلدهی (روز) Flowering (day)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiological maturity (day)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)
اواسط دی ماه Early Jan.	21.08 ^b	101.03 ^a	135.3 ^a	3642 ^a	47.37 ^a	107.1 ^a	136.5 ^a	2655 ^a
اواسط بهمن ماه Early Feb.	26.08 ^a	84.57 ^b	116.5 ^b	2992 ^b	27.45 ^b	87.54 ^b	114.7 ^b	2027 ^b
LSD (0.05)	0.41	0.27	0.3		0.4	0.32	0.28	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, values marked with the same letter are no significantly different at the P≤0.05 level according LSD.

(جدول ۳). دمای پایین هوا خصوصاً در مراحل اولیه رشد در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم سبب شد تا گیاه به‌منظور تأمین نیاز حرارتی خود در تکمیل چرخه زندگی، تعداد روزهای بیشتری تا رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک طی نماید و طول فصل رشد گیاه افزایش یابد. زمان از سبزشدن تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه و اواسط بهمن‌ماه در سال دوم به‌ترتیب حدود ۸۹/۱۳ و ۸۷/۲۵ روز بود (جدول ۳). با توجه به حاکم‌بودن شرایط خشک در این سال زراعی، گیاه در برخورد با این شرایط تنش‌زا طول دوره رشد خود را کاهش داد. پیش‌تر نیز بیان شده است که تحت شرایط تنش خشکی، گیاه نخود تعداد روز کمتری تا رسیدگی نیاز دارد (Shaban et al., 2013).

کارآیی مصرف نور

با توجه به معادله ۱، مقدار Kpar برای سال اول و دوم به‌ترتیب برابر ۰/۲۱ ± ۰/۹۸ و ۰/۲۱ ± ۰/۹۵ بود که تفاوت بین این دو از لحاظ آماری در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود و همپوشانی داشتند (شکل ۲). اعداد ضریب خاموشی در دامنه اعداد گزارش شده (Tesfaye et al., 2006) در گیاه نخود قرار داشت.

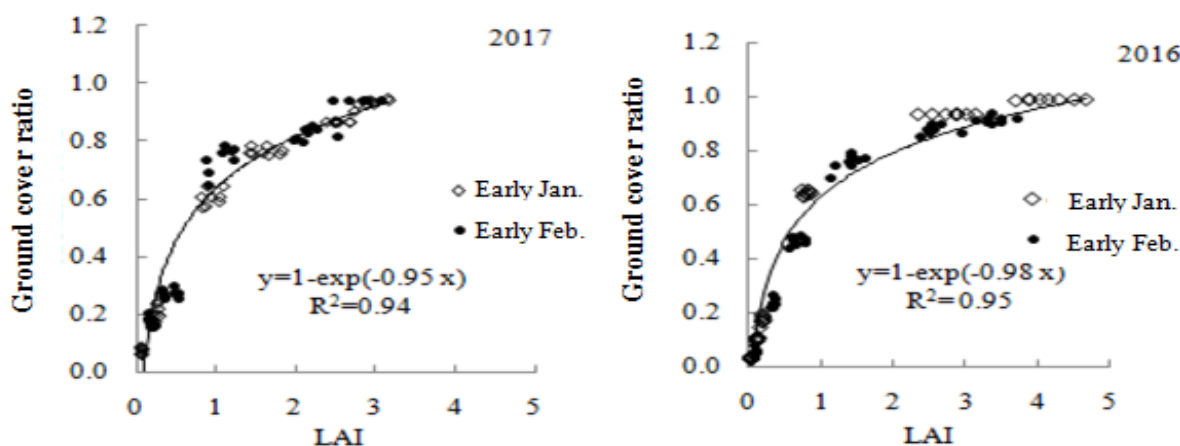
بر اساس جدول ۴، میزان کارآیی مصرف نور بین ۱/۸۵ تا ۲/۳۷ در سال اول و بین ۱/۶۰ تا ۲/۱۱ گرم بر مگاژول در سال دوم در بین دو تاریخ کاشت متغیر بود. کارآیی مصرف نور به‌دست‌آمده در محدوده گزارش شده از سایر پژوهشگران در گیاه نخود قرار داشت (Tesfaye et al., 2006; Soltani, 2009).

کاشت تا گل‌دهی

در هر دو سال زراعی گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت دوم در تعداد روزهای کمتری بعد از کشت وارد مرحله گل‌دهی شدند (جدول ۳). در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول و دوم به‌ترتیب بعد از سپری شدن ۷۹/۹۵ و ۵۸/۴۹ روز بعد از سبزشدن وارد مرحله گل‌دهی شدند. بیشتر بودن این فاصله زمانی در تاریخ کاشت اول این سال زراعی به‌دلیل تأخیر در تأمین نیاز حرارتی گیاه برای وارد شدن به این مرحله در نتیجه دمای پایین هوا در روزهای اول سبزشدن بود. در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ نیز این زمان برای تاریخ کاشت اول و دوم به‌ترتیب برابر ۵۹/۷۳ و ۶۰/۰۹ روز بعد از سبزشدن بود (جدول ۳). تنش‌های محیطی و دیرسبزشدن گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول این سال زراعی و سپس مواجه شدن آن با شرایط تنش‌زا، از جمله دمای بالای و بارش کم فروردین‌ماه، سبب کوتاه شدن فاصله زمانی سبزشدن تا گل‌دهی در این تاریخ کاشت نسبت به همین تاریخ کاشت در سال قبل شد. قابل ذکر است که حتی به علت همزمانی تقریبی گل‌دهی با بارندگی در تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه این سال زراعی، افزایش فاصله زمانی کاشت تا گل‌دهی در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه مشاهده شد. نتایج (Shaban et al., 2013) نیز بیان‌گر کاهش تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی گیاه نخود تحت شرایط تنش خشکی بود.

کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک

در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵، طول دوره رشد گیاه از سبزشدن تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اواسط دی‌ماه و بهمن‌ماه به‌ترتیب برابر ۱۱۴/۲ و ۹۰/۴۲ روز بود



شکل ۲- رابطه بین نسبت پوشش گیاهی زمین با شاخص سطح برگ

Fig. 2. Relationship between the ground cover ratio (crop coverage) with leaf area index (LAI)

جدول ۴- ضرایب مدل رگرسیون خطی ($y = ax + b$) برازش داده شده به ماده خشک تجمعی نخود (گرم بر مترمربع)

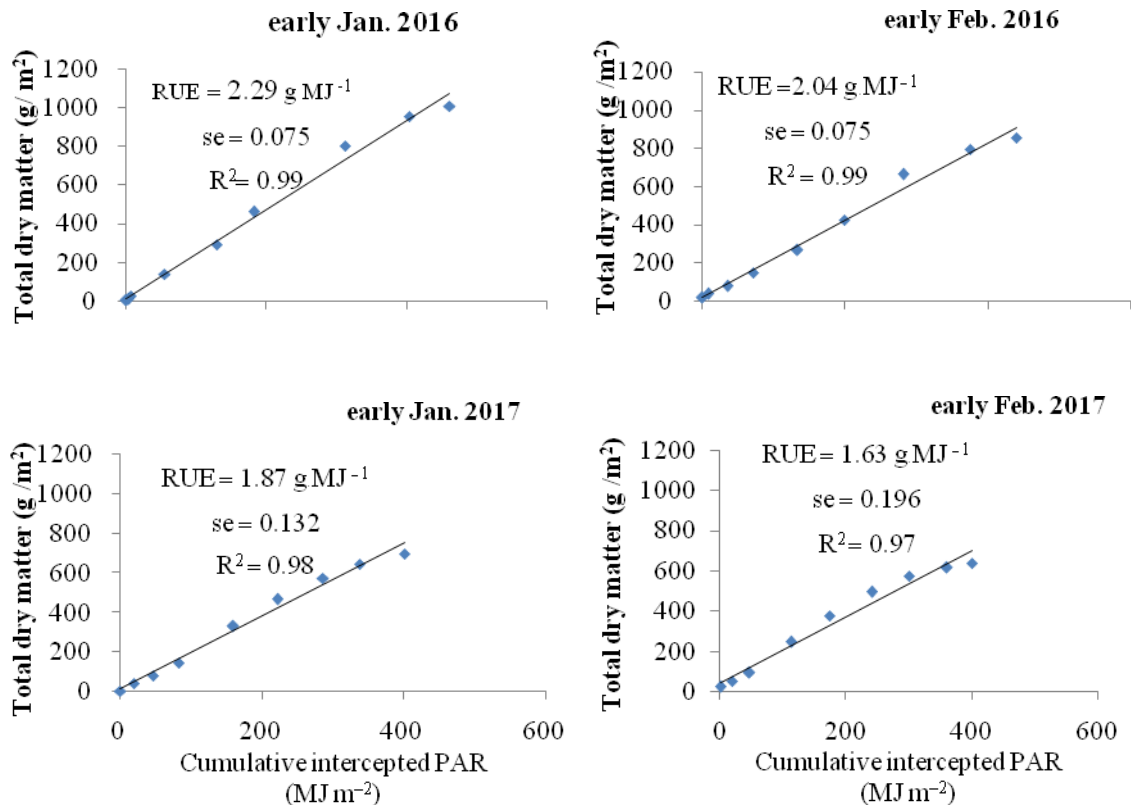
در برابر تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده تجمعی (مگاژول بر متر مربع) در سال ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۴-۹۵

Table 4. Coefficients of linear regression model ($y=ax+b$) that fitted to cumulative biomass ($g.m^{-2}$) of chickpea vs. intercepted cumulative radiation ($MJ. m^{-2}$) in 2016 and 2017

		n	b±se	a±se	R ²	b±se	a±se	R ²
		2016			2017			
		اواسط دی ماه						
		Early Jan.						
مزورایزوبیوم <i>Mesorhizobium</i>	عدم تلقیح Non-inoculated	9	-13.56±16.16	2.245±0.065	0.99	-16.89±13.71	1.864±0.060	0.99
	تلقیح Inoculated	9	-19.22±17.68	2.312±0.070	0.99	-22.83±17.53	1.898±0.074	0.98
نیترژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha)	0	9	-20.45±14.47	2.216±0.058	0.99	-26.47±13.96	1.851±0.062	0.99
	20	9	-22.47±16.99	2.216±0.067	0.99	-25.63±13.29	1.870±0.057	0.99
	40	9	16.28±15.80	2.307±0.063	0.99	-13.01±20.16	1.864±0.085	0.68
	60	9	-20.35±20.25	2.370±0.080	0.99	-14.29±15.01	1.942±0.063	0.99
		اواسط بهمن ماه						
		Early Feb.						
مزورایزوبیوم <i>Mesorhizobium</i>	عدم تلقیح Non-inoculated	9	-23.65±14.465	1.982±0.060	0.99	-8.734±25.35	1.649±0.100	0.97
	تلقیح Inoculated	9	-14.57±19.70	2.067±0.081	0.98	-5.750±25.88	1.631±0.098	0.97
نیترژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha)	0	9	-25.11±14.43	1.994±0.061	0.99	-2.649±22.86	1.600±0.094	0.97
	20	9	-23.47±15.13	2.034±0.063	0.99	-26.51±2.06	1.657±0.076	0.98
	40	9	-25.58±19.64	2.016±0.080	0.98	-9.701±30.02	1.683±0.114	0.96
	60	9	-29.35±20.47	2.109±0.083	0.98	8.961±29.42	1.629±0.111	0.96

n: تعداد مشاهدات؛ b: عرض از مبدأ؛ a: شیب معادله که نمایانگر کارایی مصرف نور است؛ se: خطای استاندارد؛ R²: ضریب تبیین

n: number of observations; b: intercept; a: slope of the equation that represents radiation use efficiency; se: standard error; R²: Explanation factor



شکل ۳- رابطه بین ماده خشک تجمعی نخود و تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) در یافتی تجمعی

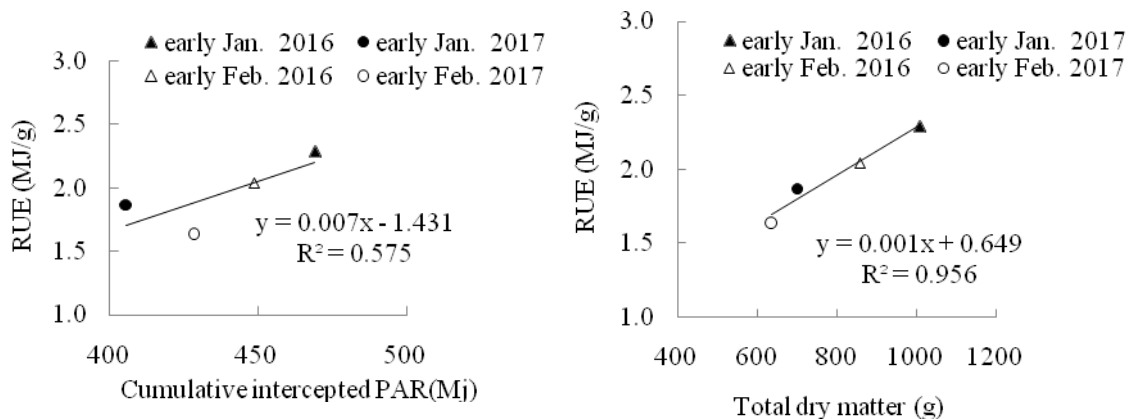
Fig. 3. Relationship between total dry matter of chickpea and cumulative intercepted PAR

فعال فتوسنتزی دریافت شده ($R^2=0.97$) بود. با توجه به این که گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول دارای سرعت رشد نسبی بالاتر و به تبع آن از سرعت رشد و تجمع ماده خشک بالاتری در مراحل مختلف رشد برخوردار بودند (داده‌ها نشان داده نشده است)، کارایی مصرف نور در تاریخ کاشت اول بالاتر بود (شکل ۳). در بررسی دیگری نیز به رابطه قوی بین کارایی مصرف نور و عملکرد زیست توده در نخود تأکید شد (Lake & Sadras, 2017). با این حال، از لحاظ آماری اختلاف بین دو تاریخ کاشت در هر سال معنی دار نبود. به نظر می‌رسد که کارایی مصرف نور در شرایط محیطی تقریباً مشابه نسبتاً پایدار است، به طوری که پیش‌تر نیز بیان شد که کارایی مصرف نور اندازه‌گیری شده برای سه لگوم در دو مکان، با وجود این واقعیت که از لحاظ درجه حرارت، تابش خورشیدی و فشار بخار متفاوت بودند، مشابه بود (Sinclair & Muchow, 1999). قابل ذکر است که برخی از شرایط محیطی از جمله تنش خشکی تأثیرات قابل ملاحظه‌ای روی فتوسنتز برگ و به تبع آن کارایی مصرف نور دارد، به طوری که تنش خشکی در سال دوم سبب کاهش این کارایی گردید.

به طور کلی، نتایج جدول ۴ نشان داد که تأمین نیتروژن، چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم سبب بهبود کارایی مصرف نور شد؛ ولی با این حال، کود شیمیایی نیتروژن و زیستی مزور/زیویوم در هر سطح تاریخ کاشت تأثیر معنی داری بر این کارایی نداشتند (جدول ۴) که این امر می‌تواند در ارتباط با لگوم بودن گیاه باشد. گزارش شده است که کارایی مصرف نور در سویا (*Glycine max L.*) نسبت به غلات (برنج، *Oryza sativa* و ذرت، *Zea maize*) با شیب کمتری به مقدارهای مختلف نیتروژن برگ پاسخ داده است. همچنین، تنوع کمی در میزان کارایی مصرف نور با میزان نیتروژن برگ در بادام زمینی (*Arachis hypogaea L.*) وجود داشت که این امر را در ارتباط با پاسخ اشباع شدن کارایی مصرف نور به افزایش محتوای نیتروژن برگ دانستند (Sinclair & Muchow, 1999).

با توجه به شکل ۳، در هر دو سال میزان کارایی مصرف نور در تاریخ کاشت اواسط دی ماه بیشتر از اواسط بهمن ماه بود. تنوع کارایی مصرف نور بین تاریخ‌های کاشت می‌تواند در ارتباط با شرایط محیطی و فیزیولوژی گیاه باشد.

با توجه به شکل ۴، رابطه خطی بین کارایی مصرف نور با ماده خشک تجمعی قوی‌تر ($R^2=0.95$) از رابطه آن با تشعشع

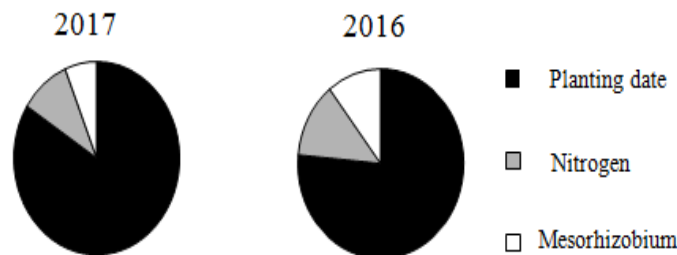


شکل ۴- رابطه بین کارآیی مصرف نور با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) دریافت‌شده و ماده خشک تجمعی
Fig. 4. Relationship between RUE with total dry matter and cumulative intercepted PAR

دارای عملکرد دانه کمتری نسبت به بهمن‌ماه بود (جدول ۳)، به طوری که در سال اول کاهش ۱۷/۸۴ درصدی و در سال دوم کاهش ۲۳/۶۵ درصدی داشت.

عملکرد دانه

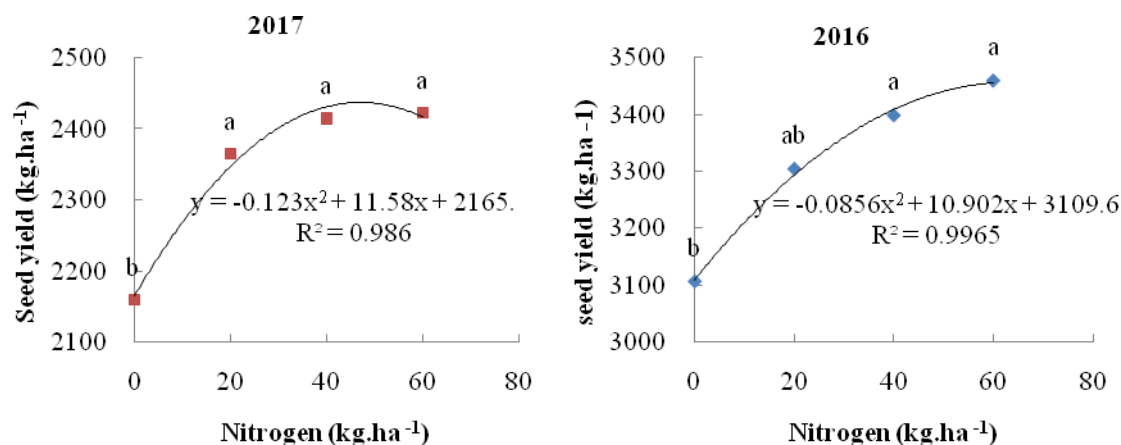
در هر دو سال زراعی سهم تاریخ کاشت در تغییرات کل عملکرد دانه بیشتر از دو عامل نیتروژن و مزورایزوبیوم بود (شکل ۵). در بین دو سطح تاریخ کاشت نیز تاریخ کاشت اواسط بهمن‌ماه نسبت به اواسط دی‌ماه در هر دو سال زراعی



شکل ۵- سهم تاریخ کاشت، نیتروژن و کود زیستی مزورایزوبیوم در تغییرات کل عملکرد دانه در دو سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶
Fig. 5. The share of planting date, nitrogen and Mesorhizobium in total changes of grain yield in 2016 and 2017

موجود و مواجه‌نشدن دوره گل‌دهی و گرده افشانی با شرایط نامساعد محیطی دانستند (Shafaroodi et al., 2012). با توجه به شکل ۶، کمترین و بیشترین میزان عملکرد دانه به ترتیب از عدم مصرف کود نیتروژن و مصرف ۶۰ کیلوگرم آن در هر دو سال به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هر دو سال وجود نداشت (شکل ۶) و با این حال، با توجه به این که در هر دو سال، واکنش عملکرد دانه به کود مصرفی از یک تابع خطی درجه دو تبعیت کرد بنابراین، سطح مطلوب کود نیتروژن برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه در سال اول و دوم به ترتیب ۶۳ و ۴۷ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود.

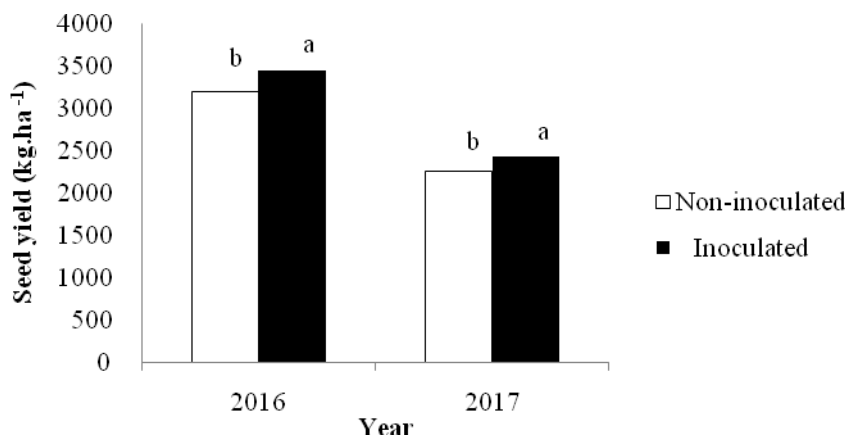
تاریخ کاشت می‌تواند با حاکم کردن عوامل محیطی متفاوت سبب اختلاف در عملکرد دانه شود، به طوری که تحت تأثیر تاریخ کاشت، عوامل محیطی مانند دما و بارش که به عنوان اصلی‌ترین فاکتورهای آب و هوایی مؤثر بر رشد گیاه هستند، با تأثیر بر سرعت نمو گیاه و طول دوره رشد گیاه، نقش تعیین‌کننده‌ای در اندازه گیاه و در نهایت عملکرد دانه دارند (Leng et al., 2016; Lawlo et al., 2001; López- et al., 2008). Bellido نیز طولانی‌تر شدن مرحله رویشی و زایشی نخود (پژشدن دانه و رسیدگی دانه) را دلیلی بر عملکرد بیشتر دانه در تاریخ‌های کاشت زودتر نسبت به تاریخ کاشت آخر دانستند. در بررسی دیگری نیز عملکرد دانه بیشتر لوبیا در تاریخ‌های کاشت زودتر را در ارتباط با امکان رشد بهتر گیاه، استفاده بهینه از منابع



شکل ۶- واکنش عملکرد دانه نخود تحت تأثیر مقادیر کود شیمیایی نیتروژن در دو سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ و ۱۳۹۵-۹۶
 Fig. 6. Response of seed yield of chickpea affected as nitrogen fertilizer rates during 2016 and 2017

مواد فتوسنتزی بیشتری، امکان افزایش همزیستی را فراهم می‌نماید، به طوری که در پژوهش (Shabani et al, 2015) نیز بیان شد که وجود نیتروژن کافی به عنوان آغازگر باعث تقویت رشد رویشی گیاه سویا شده و گیاه با آمادگی بیشتر به مرحله زایشی وارد می‌شود، به طوری که باعث افزایش عملکرد دانه نیز می‌شود.

با توجه به این که عملکرد بوته تحت تأثیر تعداد دانه در بوته و وزن دانه است (Lawlor et al, 2001) و نظر به این که تعداد اندام زایشی با مصرف نیتروژن افزایش یافتند (داده‌ها نشان داده نشده است)، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. قابل ذکر است در صورتی که سطوح بالایی از نیتروژن مصرف شود، احتمال وجود اثر متقابل منفی در برخی از صفات وجود دارد، ولی با این حال، مصرف سطوح کم نیتروژن با بهبود استقرار گیاه و فراهمی



شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود تحت تأثیر همزیستی مزور/ایزوبیوم در دو سال زراعی
 Fig. 7. Mean comparisons for seed yield of chickpea under *Mesorhizobium* 2016 and 2017

افزایش عملکرد سویا در تلقیح با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در بررسی (Shabani et al, 2015) به افزایش تأمین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن طی دوره رشد و همچنین به نقش احتمالی باکتری در افزایش بازده استفاده از نیتروژن اشاره شد. نتیجه به دست آمده همسو با نتایج (Verma et al, 2013) بود.

تلقیح باکتری مزور/ایزوبیوم در هر دو سال باعث افزایش عملکرد دانه شد (شکل ۷)، به طوری که تلقیح در سال اول و دوم به ترتیب سبب افزایش ۲۴۲ و ۱۷۰ کیلوگرم دانه نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. تلقیح با مزور/ایزوبیوم با تأثیر مثبت بر اجزای عملکرد، بر عملکرد دانه نیز اثر مثبتی داشت. در توجیه

نتیجه‌گیری

گیاه و در نهایت عملکرد گیاه است. با توجه به حاکم شدن شرایط خشک از ابتدای بهار (از انتهای دوره رشد رویشی) در سال دوم نسبت به سال اول و همچنین با توجه به کاهش حدود ۲۹ درصدی عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول، می‌توان نتیجه گرفت که میزان عملکرد این گیاه تا حد زیادی به فراهمی آب بستگی دارد. بنابراین، با توجه به پدیده تغییر اقلیم و نوسانات بارندگی برای بهره‌گیری حداکثری از منابع داخلی و دستیابی به عملکرد بالا، انتخاب تاریخ کاشتی که شرایط مناسبی برای گیاه در طول دوره رشد در هر منطقه فراهم کند، ضروری می‌باشد.

نتایج بررسی دوساله مدیریت تغذیه و شرایط آب و هوایی روی مراحل فنولوژیک، کارایی مصرف نور و عملکرد نخود در منطقه گنبد کاووس نشان داد که نقش عوامل اقلیمی در گیاه نخود بیشتر از عوامل تغذیه‌ای خاکی (کود شیمیایی نیتروژن) و کودهای زیستی (تلقیح با مزور/یزوبیوم) بود؛ به طوری که شرایط اقلیمی متفاوتی که بین دو سال و بین تاریخ کاشت‌ها وجود داشت، نقش به‌سزایی در آغاز و طول دوره مراحل مختلف رشد و عملکرد دانه داشت. با فراهم شدن شرایط مطلوب‌تر برای رشد و نمو نخود در سال اول و تاریخ کاشت اول، عملکرد دانه نیز افزایش یافت که این امر نیز مؤید نقش عوامل اقلیمی در رشد

منابع

- Anwar, M.R., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 2003. Phenology and growth response to irrigation and sowing date of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool-temperate subhumid climate. *Journal of Agricultural Science* 141: 273-284.
- Confalone, A., Lizaso, J.I., Ruiz-Nogueira, B., López-Cedrón, F.X., and Saue, F. 2010. Growth, PAR use efficiency, and yield components of field-grown *Vicia faba* L. under different temperature and photoperiod regimes. *Field Crops Research* 115(2,20): 140-148.
- John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C., and Achim, D. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomy* 97: 72-78.
- Karimian, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Influence of nitrogen and plant density on light absorption and radiation use efficiency in two spring rapeseed cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 163-172. (In Persian with English Summary).
- Lake, L., and Sadras, V. 2017. Associations between yield, intercepted radiation and radiation-use efficiency in chickpea. *Crop and Pasture Science* 1-8.
- Lawlor, D.W., Lemaire, G., and Gastal, F. 2001. Nitrogen, Plant Growth and Crop Yield. In: P.J. Lea, J.F. Morot-Gaudry (Eds.). *Plant Nitrogen*. Springer Berlin Heidelberg, p. 343-367.
- Leng, G., Zhang, X., Huang, M., Asrar, G.R., and Leung, L.R. 2016. The Role of climate covariability on crop yields in the conterminous united states. *Scientific Reports* 6(33160): 1-11.
- López-Bellido, F.J., López-Bellido, R.J., Khalil, S.K., and López-Bellido, L. 2008. Effect of planting date on winter Kabuli chickpea growth and yield under rainfed mediterranean conditions. *Agronomy Journal* 100: 957-964.
- Maleki, S. 2017. The Investigation of Zeolite and Potassium Effect on Agronomic and Quality of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Different Irrigation Management. Ph.D. Thesis of Agronomy, Gonbad Kavous University. 200 p.
- Monteith, J.L. 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Applied Ecology* 9: 747-766.
- Namvar, A., and Seyed Sharifi, R. 2011. Phenological and morphological response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to symbiotic and mineral nitrogen fertilization. *Žemdirbystė (Agriculture)* 98(2): 121-130.
- Rahemi-Karizaki, A. 2007. Prediction of Receiving and Using Solar Radiation in Chickpeas. MSc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource.
- Rehman, H., Qamar, R., Rehman, A.U., Ahmad, F., Qamar, J., Saqib, M., and Nawaz, S. 2015. Effect of different sowing dates on growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under agro-environment of Taluka Dokri Sindh, Pakistan. *American Journal of Experimental Agriculture* 8(1): 46-53.
- Shaban, M., Mansourifar, C., Ghobadi, M., and Sabaghpour, S.H. 2013. Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province. *Iranian Journal of Pulses Research* 4(1): 59-61. (In Persian with English Summary).

15. Shabani, S., Movahhedi Dehnavi, M., Yidavi, A., and Dastfal, M. 2015. Effect of different levels of nitrogen, bio-fertilizers and nano-nitrogen on some qualitative and quantitative traits in soybean (*Glycine max* L.) in Darab (Fars) region. *Journal of Plant Production Research* 22(3): 203-222. (In Persian).
16. Shafaroodi, A., Zavareh, M., Peyvast, G., and Dorri, H.R. 2012. Effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. *Agricultural Science and Sustainable Production* 22(3): 47-60. (In Persian with English Summary).
17. Sinclair, T.R., and Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy* 65: 215-265.
18. Soltani, A. 2009. *Mathematical Modeling in Field Crops*. First Edition, Jihad Daneshgahi Mashhad Publication.
19. Soltani, A., Hammer, G.L., Torabi, B., Robertson, M.J., and Zeinali, E. 2006. Modeling chickpea growth and development: phenological development. *Field Crops Research* 99: 1-13.
20. Soltani, A., Robertson, M.J., Rahemi-Karizaki, A., Poorreza, J., and Zarei, H. 2006. Modelling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 192: 379-389.
21. Sun, H., Shao, L., Chen, S., Wang, Y., and Zhang, X. 2013. Effects of sowing time and rate on crop growth and radiation use efficiency of winter wheat in the North China Plain. *International Journal of Plant Production* 7(1): 117-138.
22. Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *European Journal of Agronomy* 25: 60-70.
23. Vadez, V., Soltani, A., and Sinclair, T.R. 2013. Crop simulation analysis of phenological adaptation of chickpea to different latitudes of India. *Field Crops Research* 146: 1-9.
24. Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N., and Kumar, A. 2013. Effect of indigenous *Mesorhizobium* spp., and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. *Ecological Engineering* 51: 282-286.

The effect of nutritional management on phenological stages, radiation use efficiency and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under influence of planting date

Doaei^{1*}, F., Nakhzari Moghaddam², A., Rahemi Karizaki³, A. & Aldaghi⁴, M.

1. Ph.D. Graduated, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University

2. Assistant Professor, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University; a_nakhzari@yahoo.com

3. Assistant Professor, Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University; alirahemi@yahoo.com

4. Assistant Professor, Plant Protection (Biotechnology), Agriculture and Natural Resources Research Center, Mazandaran; m_aldaghi@yahoo.com

Received: 16 May 2018

Accepted: 22 July 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72775

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), is a cool season seed legume, serves as an important cheap source of protein and energy in developing countries. Plant phenology is an important aspect of plant adaptation to environmental conditions in order to match maximum the cropping cycle with the seasonal weather pattern (Vadez *et al.*, 2013). Except of drought stress, other environmental factors such as temperature, photoperiod and nutrient deficiencies will affect the plant development stages (Soltani, 2009). The radiation use efficiency (RUE) indicates the amount of dry matter produced gram per unit of absorbed light (MJ) (John *et al.*, 2005). Studies have shown that the supply of nitrogen and the change in planting date will affect on the time of entry into phenological stages and RUE and ultimately seed yield. Regarding the importance of chickpeas as supplier of protein for human and as fixation of nitrogen for plant, this experiment was conducted with the aim of evaluating the contribution of planting date, nitrogen and nitrogen fixation on phenological stages, RUE and seed yield in the climatic conditions of Gonbad Kavous.

Materials & Methods

The field experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at the experimental farm of Gonbad Kavous University during the growing season of 2015-2016 and 2016-2017. Nitrogen (none consumption, consumption of 20, 40 and 60 Kg nitrogen ha⁻¹), planting dates (early January and early February) and inoculation with *Mesorhizobium* (inoculation with *Mesorhizobium* and non inoculation) were considered as treatments. Half of nitrogen was used in planting time and the other half was used during seed filling stage due to the decrease of the symbiotic relationship between bacteria and chickpea. Seeds in inoculation treatments were inoculated with *Mesorhizobium*, strain SWRI14, which were obtained from the Soil and Fertilizer Research Institute, Tehran. The optical density (OD's) were adjusted so that the cell concentration was 10⁹ CFU ml⁻¹. Plots (1.5 m×6 m) were designed with 5 rows per plot. Between blocks, 1.5 m alley was kept. Seeds were sown on 5 January and 2 February 2016 and 5 January and 4 February 2017. In order to obtain the desired density (33 plants/m²), two seeds were sown per hill and hand thinning (one plant hill⁻¹) was performed when seedlings reached 4-6 leaf-stage. Phenological stages (including planting to emergence, planting to flowering and planting to physiological maturity), radiation use efficiency (RUE) and seed yield were studied. Comparison of means was performed by LSD test for 5% probability level by using of SAS statistical software version 9.1.3.

Results & Discussion

The results showed that planting date was the main cause of change of phenological stages of the plant in two years. Probably due to the presence of native rhizobium in the soil, nitrogen fertilizer and *Mesorhizobium* could not play the significant role in phenological stages and temperature and moisture had the main role in entering to the phenological stages. Generally with delay in planting time, the growth period of the plant

*Corresponding Author: farima_doaei@yahoo.com

decreased in both years. The seed yield of planting date in early-February compared to early-January in first and second year was decreased by 17.84% and 23.65%, respectively. This could be due to the short growing period of this planting date. The highest amount of this trait was obtained from 60 Kg N ha⁻¹ in both years but there were no significant differences between 20, 40 and 60 Kg N ha⁻¹ in both years. Seed inoculation with *Mesorhizobium* in the first and second year increased the seed yield by 242 and 170 Kg compared to non-inoculation, respectively. This is justifiable regarding to the role of nitrogen in improving plant growth, yield components and finally increasing of seed yield. The radiation use efficiency was fairly stable and was not affected by factors in both years. It seems that radiation use efficiency is relatively stable in similar environmental conditions. However, some environmental conditions such as drought stress have significant effects on leaf photosynthesis and thus the radiation use efficiency, so that drought stress reduced this efficiency in the second year compared to the first year.

Conclusion

The two years results showed that among factors, the role of planting date in chickpea was more than nutrient (nitrogen) and living factors (*Mesorhizobium*). Different climatic conditions between two years and between planting dates have significant role in the beginning and duration of phenological stages and seed yield. Therefore, considering the climate change and rainfall fluctuations in order to maximize the use of resources and achieving to high yield, it is necessary to select the planting date that provides the appropriate conditions for the plant in each region. Also the application of supplementation of adequate nitrogen for crops can increase seed yield.

Keywords: Flowering, *Mesorhizobium*, Nitrogen, Radiation