تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد پانزدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۱

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3238.1847

مقاله پژوهشی

تأثیر سرزنی، نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر برخی خصوصیات باقلا (*Vicia faba* L.) و کارایی زراعی نیتروژن

سمیه نوری[۱]، علی نخزری مقدم[۲*]، عباس بیابانی[۳]، سیدمرتضی سیدیان[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشگاه گنبدکاووس
۲. استادیار گروه زراعت، دانشگاه گنبدکاووس
۳. دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه گنبدکاووس

مشخصات مقاله

واژه‌های کلیدی:
پر شدن دانه
پرولین
عدم آبیاری
گل‌دهی
نیتروژن

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۲/۰۶

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۴/۱۴

تاریخ انتشار:
بهار ۱۴۰۱

۱۵(۱): ۱۰۵-۱۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سرزنی، نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر برخی خصوصیات باقلا و کارایی زراعی نیتروژن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاووس در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. عامل سرزنی در سه سطح شامل عدم سرزنی، سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی و سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه، عامل نیتروژن در سه سطح شامل صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عامل آبیاری تکمیلی در دو سطح شامل عدم آبیاری و آبیاری در مرحله شروع پر شدن دانه بود. نتایج نشان داد که تأثیر سرزنی بر عملکرد غلاف سبز، میزان پرولین و کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار اما بر درصد پروتئین معنی‌دار نبود. اثر نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر همه صفات معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد غلاف سبز با ۲۹۱۱۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن با ۲۲۱۴۹ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد غلاف سبز در تیمار عدم سرزنی کمتر از تیمارهای سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی و سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه بود. آبیاری تکمیلی عملکرد غلاف سبز را از ۲۳۵۵۴ به ۲۸۶۹۷ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. کارایی زراعی نیتروژن در تیمار سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه ۸۹/۸۵ و در تیمار سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی ۵۵/۹۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن بود. مصرف نیتروژن پروتئین دانه را افزایش داد به‌طوری‌که در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن درصد پروتئین به ۲۲/۶۵ درصد رسید. میزان پرولین و درصد پروتئین در تیمار عدم آبیاری بیش از تیمار آبیاری ولی عملکرد غلاف سبز و کارایی زراعی نیتروژن کمتر بود. درمجموع، سرزنی، مصرف نیتروژن و آبیاری با بهبود شرایط رشد زایشی و تأمین نیاز گیاه به نیتروژن و آب، باعث عملکرد بیشتر غلاف سبز شد.

مقدمه

در سیستم‌های کشاورزی رایج عمده نیاز غذایی گیاهان زراعی از طریق کودهای شیمیایی تأمین می‌شود. استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است. این کودها نیازهای غذایی محصولات را در کوتاه‌مدت فراهم می‌سازند (Nasiri Mahalati et al., 2011). مصرف کود تا هنگامی مقرون‌به‌صرفه است که میزان افزایش عملکرد، هزینه مصرف کود بیشتر را تأمین نماید. به‌عبارت‌دیگر، استفاده از کود نیز مانند هر سرمایه‌گذاری دیگر بایستی بازده منطقی داشته باشد زیرا قانون بازده نزولی در مورد کود نیز صادق است (Khajehpour, 2008). در گیاه عدس (*Lens culinaris*) کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت. بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (Joudi et al., 2011). مصرف نیتروژن در گندم کارایی مصرف را نسبت به عدم مصرف افزایش داد. با افزایش مصرف کود، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت

* نگارنده پاسخگو: علی نخزری مقدم. پست الکترونیک: a_nakhzari@yahoo.com

به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار این شاخص از تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد که با تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم تفاوت معنی‌دار داشت. علت این کاهش، از دست رفتن نیتروژن در اکوسیستم عنوان گردید (Mandic et al., 2015).

سرزنی در بسیاری از گیاهان زراعی به‌منظور کاهش رشد رویشی و انتقال بیش‌تر و بهتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های خاص به‌خصوص دانه انجام می‌شود. این عمل نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد و برگ‌های پایین گیاه می‌توانند از نور بیشتری استفاده کنند. این عمل باعث افزایش فتوسنتز برگ‌های پایین، انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های در حال رشد (غلاف‌ها) و درنتیجه افزایش محصول می‌گردد. به نظر می‌رسد سرزنی زودتر که موجب کاهش تعداد غلاف در گیاه می‌شود شرایط را برای انتقال مواد فتوسنتزی به غلاف بهتر می‌کند و تعداد دانه بیشتری در هر غلاف تشکیل می‌شود. علاوه بر این، گل‌هایی که با تأخیر تشکیل می‌شوند فرصتی برای تشکیل غلاف بزرگ ندارند در نتیجه، حاوی تعداد بذر کمتر در غلاف می‌شوند. تأخیر در سرزنی، تعداد دانه در غلاف باقلا را کاهش داد به‌طوری‌که حداقل تعداد دانه در غلاف از تیمار عدم سرزنی با ۴/۴ به دست آمد. سرزنی با جلوگیری از ادامه رشد رویشی، شرایط را برای انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به غلاف فراهم کرد. سرزنی در شروع گل‌دهی و شروع تشکیل غلاف باعث حداکثر تولید غلاف در بوته و عملکرد دانه شد (Nakhzari Moghaddam, 2013). در بررسی علی‌پور و همکاران (Alipour Ghasem Abad Sola et al., 2014) تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه ارقام باقلا تحت تأثیر زمان سرزنی قرار نگرفت. علت این امر کشت دیم و عدم بارندگی در انتهای فصل ذکر شد.

اگرچه آب به مقدار فراوان وجود دارد ولی کمبود آب شیرین مهم‌ترین عامل محدودیت تولید محصولات کشاورزی است. چنین شکافی به علت چگونگی توزیع جغرافیایی و کیفیت آب آبیاری است (Khajehpour, 2008). آبیاری تکمیلی، تلفیقی از حداکثر استفاده مطلوب از نزولات جوی و ذخایر آبی بسیار محدود یک منطقه در تأمین رطوبت در زمان مناسب برای گیاه است (Oweis and Hachum, 2006). بیش‌ترین عملکرد دانه با ۳۰۷۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار دومرتبه آبیاری در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه و کم‌ترین آن با ۲۲۲۹ کیلوگرم در هکتار از تیمار عدم آبیاری به دست آمد (Khojamli et al., 2019).

با افزایش تنش خشکی، میزان پرولین عدس افزایش یافت. هرچند تیمار آبیاری کامل ازنظر اغلب صفات نسبت به سایر تیمارها برتری داشت ولی در شرایط کمبود آب، انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی عدس سبب بهبود تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سرعت فتوسنتز خالص و درنتیجه عملکرد محصول نسبت به سایر تیمارهای آبیاری تکمیلی شد (Hosseini et al., 2016). عملکرد دانه نخود در تیمار آبیاری کامل و تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از تیمارهای دیگر بود. بیشترین میزان جذب نیتروژن مربوط به تیمار آبیاری + کود نیتروژن و کم‌ترین میزان جذب نیز به تیمار عدم مصرف نیتروژن مربوط بود (Maleki et al., 2014). با توجه به تأمین بخشی از نیتروژن موردنیاز باقلا از طریق همزیستی و در نتیجه کاهش مصرف کود نیتروژن، نیاز به آبیاری تکمیلی در صورت عدم بارندگی و تحقیقات کم انجام‌شده در رابطه با نقش سرزنی بر عملکرد باقلا، این آزمایش با هدف بررسی عملکرد غلاف سبز، میزان پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن باقلا تحت تأثیر آبیاری تکمیلی، اضافه شدن نیتروژن و سرزنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. شهرستان گنبدکاووس با ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا، بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک با مشخصات جغرافیایی ۵۵ درجـه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است و متوسط بارندگی آن حدود ۴۵۰ میلی‌متر اسـت (Heshmatpour et al., 2019). خصوصیات اقلیمی منطقه در ماه‌های اجرای تحقیق (آبان تا خردادماه) سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ بر اساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک هواشناسی گنبد در جدول ۱ آورده شده است.

قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری انجام و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تعیین شد که نتیجه آن در جدول ۲

آورده شده است. بر اساس نتایج حاصله، بافت خاک لوم رسی‌سیلتی بود.

در این بررسی از رقم برکت باقلا استفاده شد. بذر مورداستفاده از جهاد کشاورزی استان گلستان (بخش حبوبات) تهیه‌شده بود. عامل آبیاری تکمیلی در دو سطح شامل عدم آبیاری و آبیاری در مرحله پر شدن دانه، عامل نیتروژن در سه سطح شامل صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عامل سرزنی در سه سطح شامل عدم سرزنی، سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی و سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه بود. برای تأمین نیتروژن از اوره ۴۶ درصد استفاده شد.

جدول ۱. متوسط دما و بارندگی در گنبدکاووس در طول فصل رشد

Table1. The mean temperature and precipitation in Gonbad Kavous during growing season

خصوصیت Character	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May
دما Temperature (°C)	14.8	8.2	8.4	6.7	7.11	14.8	21.4
بارش Precipitation (mm)	58.2	37.5	9.0	94.6	35.6	37.2	30.4

جدول ۲. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table2. Physicochemical characteristics of soil

پتاسیم قابل‌دسترس potassium available	فسفر قابل‌دسترس phosphorus available	نیتروژن nitrogen	کربن آلی Organic carbon	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC
----------($mg.kg^{-1}$)----------		----------(%)----------						($dS.m^{-1}$)
414	12.3	0.08	1.16	8	62	30	7.6	1.1

در تاریخ ۹۵/۸/۲۲ بذور در عمق حدود ۳ سانتی‌متر بر روی ردیف‌ها به‌صورت خطی کشت شد. هر کرت شامل چهار خط به فاصله ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته در روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و طول ردیف ۴/۵ متر بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم بوته موردنظر، در هر کپه ۲ بذر کشت و بعد از استقرار بوته‌ها در مرحله ۴ تا ۶ برگی عمل تنک کردن انجام و در هر کپه یک بوته باقی گذاشته شد. یک‌سوم نیتروژن در زمان کاشت، یک‌سوم در مرحله شاخه‌دهی (نیمه دوم بهمن‌ماه) و یک‌سوم باقی‌مانده در مرحله پر شدن دانه (نیمه دوم فروردین‌ماه) قبل از بارندگی به زمین داده شد. در زمان لازم علف‌های با دست وجین شد. برای کنترل بیماری‌ها از سم مانکوزب به مقدار یک کیلوگرم در هکتار به‌محض مشاهده آلودگی (قبل گل‌دهی) استفاده شد. آبیاری تکمیلی در تاریخ ۵ اردیبهشت‌ماه انجام شد. سر زنی اول در مرحله شروع گل‌دهی در تاریخ ۹۶/۱/۱۱ و سرزنی دوم در مرحله شروع پر شدن دانه در تاریخ ۹۶/۱/۲۵ انجام شد.

برداشت باقلا پس از پر شدن دانه و قابل‌عرضه شدن به بازار در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۱۷ با حذف ردیف‌های حاشیه و نیم متر از دو طرف ردیف‌های وسط انجام و عملکرد به هکتار تعمیم داده شد. درصد نیتروژن بر اساس روش (AOAC 2003) تعیین و سپس درصد نیتروژن در ۵/۵ ضرب گردید (Sosulski and Holt, 1980) تا میزان پروتئین به دست آید. برای تعیین میزان پرولین از روش بیتس (Bates et al., 1973) استفاده شد. برای محاسبه شاخص کارایی زراعی نیتروژن مصرف‌شده از فرمول زیر استفاده شد (López Belido and López Belido, 2001).

$$NAE=(YN - Y0)/FN \quad [۱]$$

که در آن YN، Y0 و FN به ترتیب عملکرد محصول در کرت کود داده‌شده، عدم مصرف کود و میزان نیتروژن مصرفی در هر کرت (کیلوگرم در هکتار) بود.

تجزیه آماری داده‌ها (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1 انجام و برای مقایسه میانگین داده‌ها

از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات موردبررسی تحت تأثیر سرزنی، نیتروژن و آبیاری تکمیلی

نتایج تجزیه واریانس عملکرد غلاف سبز، پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر سرزنی، نیتروژن و آبیاری تکمیلی در جدول ۲ ارائه‌شده است. نتایج نشان داد که اثر سرزنی بر عملکرد غلاف سبز، پرولین و کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار بود ولی بر درصد پروتئین تأثیر معنی‌داری نشان نداد. اثر نیتروژن بر عملکرد غلاف سبز، پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن تأثیر معنی‌داری داشت. اثر آبیاری نیز بر هر چهار صفت اثرگذار بود. اثر متقابل این عوامل (اثر متقابل سرزنی × نیتروژن، سرزنی × آبیاری، نیتروژن × آبیاری و سرزنی× نیتروژن × آبیاری) در مورد هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نشد.

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد غلاف سبز، پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر سرزنی، نیتروژن و آبیاری تکمیلی

Table2. Analysis variation of green pod yield, proline rate, protein percentage and nitrogen agronomic efficiency under topping, nitrogen and consumption Irrigation

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	میزان پرولین Proline rate	درصد پروتئین Protein percentage	کارایی زراعی نیتروژن Nitrogen agronomic efficiency
Replication	**تکرار**	2	8368454	0.011	2.641	2116*
Topping	**سرزنی**	2	294620930**	*0.043	3.755	4091**
Nitrogen	**نیتروژن**	2(1)+	233900591**	0.154**	11.68**	2198*
Irrigation	**آبیاری**	1	357055347**	0.123**	35.61**	2467*
T×N	**نیتروژن×سرزنی**	4(2)+	8568886	0.006	0.516	1082
T×I	**آبیاری×سرزنی**	2	11695489	0.01	0.264	1048
N×I	**آبیاری×نیتروژن**	2(1)+	3985610	0.002	4.715	183.8
T×N×I	**سرزنی× نیتروژن× آبیاری**	4(2)	3439120	0.003	0.628	859.6
Error	**خطا**	34 (22)+	7253593	0.012	1.559	411
CV%	**ضریب تغییرات (٪)**	-	*10.31*	*14.53*	*5.73*	*26.22*

*، ** و +: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و درجه آزادی کارایی زراعی نیتروژن

*, ** and +: significant at 5%, 1% probability levels and df of nitrogen agronomic efficiency, respectively.

عملکرد غلاف سبز

سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی با ۲۸۸۱۲ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد غلاف سبز را تولید کرد که تفاوت معنی‌داری با تیمار سرزنی در مرحله شروع غلاف‌دهی با ۲۷۵۱۵ کیلوگرم در هکتار نداشت. کم‌ترین عملکرد غلاف سبز با ۲۱۶۲۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم سرزنی بود (جدول ۳). این امر بیان‌گر تفاوت عملکرد غلاف سبز تیمارها تحت تأثیر سرزنی است. علت بالاتر بودن عملکرد غلاف سبز در تیمارهای سرزنی را می‌توان به انتقال بهتر مواد فتوسنتزی به سمت مخزن بدانیم. سرزنی در بسیاری از گیاهان زراعی به‌منظور کاهش رشد رویشی و درنتیجه انتقال بیش‌تر و بهتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های خاص به‌خصوص غلاف انجام می‌شود. این عمل نفوذ بیش‌تر نور به داخل پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد و برگ‌های پایین گیاه می‌توانند از نور بیش‌تری استفاده کنند. این عمل باعث افزایش فتوسنتز برگ‌های پایین، انتقال بیش‌تر مواد فتوسنتزی به اندام‌های در حال رشد (غلاف‌ها) و درنتیجه افزایش محصول می‌گردد (Nakhzari Moghaddam, 2013).

عملکرد غلاف سبز یکی از مهم‌ترین صفت مورد ارزیابی در حبوبات ازجمله باقلا است که متأثر از اجزای عملکرد ازجمله تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف است. وجود نیتروژن به‌عنوان آغازگر باعث تقویت رشد رویشی بخصوص تعداد شاخه در بوته می‌شود و گیاه با تولید شاخه بیشتر وارد مرحله زایشی می‌گردد. این امر تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف را افزایش می‌دهد و افزایش این دو معمولاً عملکرد غلاف را افزایش می‌دهد که در این بررسی هم این اتفاق افتاد. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد غلاف سبز شد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد غلاف سبز از تیمار مصرف نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۲۹۲۰۶ کیلوگرم و کمترین مقدار عملکرد مربوط هم از تیمار عدم مصرف نیتروژن با ۲۲۲۴۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. عملکرد غلاف سبز در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۶۵۰۶ کیلوگرم بود (جدول ۴). مک‌کنزی و همکاران (McKenzie et al., 2001) گزارش کردند که عملکرد غلاف سبز لوبیا با اعمال کود نیتروژن افزایش یافت که این افزایش عملکرد بیش‌تر به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن دانه بود.

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد غلاف سبز، پرولین و کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر سرزنی

Table 3. Mean comparison of green pod yield, proline and Nitrogen agronomic efficiency under topping

Topping سرزنی	عملکرد غلاف سبز Green pod yield ($kg.ha^{-1}$)	میزان پرولین Proline rate ($mg.g^{-1}$)	کارایی زراعی نیتروژن Nitrogen agronomic efficiency ($kgpod.kgN^{-1}$)
عدم سرزنی None topping	21624^{c}	0.714^{b}	86.02^{a}
سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی Topping at flowering	28812^{a}	0.811^{a}	56.2^{b}
سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه Topping at pod setting	27515^{b}	0.771^{ab}	89.85^{a}
حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد LSD 5%	*1270*	*0.075*	*17.17*

حروف غیرمشابه در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار.

Different alphabet in each column indicate significant difference (0.05) based on LSD

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد غلاف سبز، پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر نیتروژن مصرفی

Table 4. Mean comparison of green pod yield, proline rate, protein percentage and nitrogen agronomic efficiency under nitrogen consumption

نیتروژن Nitrogen ($Kg.ha^{-1}$)	عملکرد غلاف سبز Green pod yield ($kg.ha^{-1}$)	میزان پرولین Proline rate ($mg.g^{-1}$)	درصد پروتئین Protein percentage	کارایی زراعی نیتروژن Nitrogen agronomic efficiency ($kgpod.kgN^{-1}$)
0	22249^{c}	0.852^{a}	21.04^{b}	–
50	26506^{b}	0.776^{b}	21.74^{b}	85.14^{a}
100	29206^{a}	0.668^{c}	22.65^{a}	69.57^{b}
LSD5%	*1270*	*0.075*	*0.85*	*14.02*

حروف غیرمشابه در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار.

Different alphabet in each column indicate significant difference (0.05) based on LSD

عملکرد غلاف سبز در تیمار آبیاری بیش از تیمار عدم آبیاری بود. عملکرد غلاف سبز در تیمار آبیاری ۲۸۳۴۵ کیلوگرم در هکتار و در تیمار عدم آبیاری ۲۳۶۲۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). توبابیسر و همکاران (Tuba Biser et al., 2004) بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه نخود زراعی با آبیاری در مرحله گل‌دهی حاصل شد. بنابراین، آن دسته از عملیات زراعی که سرعت رشد محصول را در مرحله پر شدن دانه افزایش می‌دهند و دوام بافت‌های سبز

گیاه را در طی این مرحله طـولانی‌تـر می‌سازند، می‌تواند میزان رشد و اندازه (وزن) دانه و به‌تبع آن غلاف را در بقولات دانـه‌ای بهبود بخشد. در شرایط تنش خشکی، افزایش مصرف نیتروژن تأثیر مثبت چندانی بر عملکرد دانه نداشت اما در شرایط بدون تنش، افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش بیشتر عملکرد دانه گندم گردید (Enayatgholizadeh et al., 2011).

جدول ۵. مقایسه میانگین عملکرد غلاف سبز، پرولین، درصد پروتئین و کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر آبیاری تکمیلی

Table 5. Mean comparison of green pod yield, proline rate, protein percentage and nitrogen agronomic efficiency under supplemental irrigation

آبیاری تکمیلی Supplemental irrigation	عملکرد غلاف سبز Green pod yield ($kg.ha^{-1}$)	میزان پرولین Proline rate ($mg.g^{-1}$)	درصد پروتئین Protein percentage	کارایی زراعی نیتروژن Nitrogen agronomic efficiency ($kgpod.kgN^{-1}$)
آبیاری Irrigation	28345[a]	0.718[a]	21 [b]	85.61[a]
عدم آبیاری Non irrigation	23629[b]	0.813[b]	22.62[a]	69.05[b]
LSD5%	1490	0.062	0.69	14.02

حروف غیرمشابه در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار (۵ درصد) بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار.

Different alphabet in each column indicate significant difference (0.05) based on LSD

پرولین

با توجه به جدول ۳، میزان پرولین در تیمار سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی و شروع پر شدن دانه به ترتیب با ۰/۸۱۱ و ۰/۷۷۱ میلی‌گرم بر گرم بیشتر از تیمار عدم سرزنی بود. میزان پرولین در تیمار عدم سرزنی ۰/۷۱۴ بود. افزایش پرولین در مرحله شروع گل‌دهی ممکن است به دلیل تجزیه پروتئین‌ها و همچنین استفاده از آن به دلیل کاهش رشد رویشی گیاه و اعمال تنش بر گیاه باشد. پرولین ازجمله اسیدهای آمینه مهم گیاهان به‌خصوص گیاهان مقاوم به تنش‌های غیرزنده است که افزایش آن در شرایط تنش نقش مهمی در بقای گیاهان ایفا می‌کند. افزایش میزان پرولین ازجمله واکنش‌هایی است که گیاهان مختلف برای کاهش پتانسیل اسمزی و مقابله با تنش از خود بروز می‌دهند. با توجه به جدول ۴، میزان پرولین در تیمار عدم مصرف نیتروژن با ۰/۸۵۲ میلی‌گرم بر گرم بیش از تیمارهای دیگر بود. تنش وارده بر گیاه به دلیل عدم مصرف نیتروژن، باعث افزایش پرولین شد. کمترین میزان پرولین در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۰/۶۶۸ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. آقجه‌لی و همکاران (Aghjeli et al., 2018) در مطالعه خود به افزایش میزان پرولین در گیاه ماش با توجه به کاهش مصرف نیتروژن اشاره‌کرده‌اند.

میزان پرولین در تیمار عدم آبیاری ۰/۸۱۳ میلی‌گرم بر گرم بود که افزایش قابل‌توجهی نسبت به تیمار آبیاری از این نظر داشت. این امر بیان‌گر کاهش تنش واردشده به گیاه با آبیاری است. مؤمنی و همکاران (Moemeni et al., 2014) در بررسی‌های خود نشان دادند که محتوای پرولین برگ نخود در شرایط تنش خشکی بیش‌تر از تیمار آبیاری تکمیلی بود. با افزایش تنش خشکی میزان پرولین افزایش یافت.

پروتئین

مقایسه میانگین درصد پروتئین حاکی از افزایش آن با مصرف نیتروژن است. درصد پروتئین در تیمار عدم مصرف نیتروژن ۲۱/۰۴ بود درحالی‌که در تیمارهای مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۱/۷۴ و ۲۲/۶۵ بود (جدول ۴) بنابراین، با افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین در گیاه افزایش داشت هرچند تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار عدم مصرف و مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد. علت تأثیر نیتروژن بر میزان نیتروژن، فراهم بودن نیتروژن موردنیاز گیاه، انتقال آن به دانه‌ها و تبدیل آن به پروتئین بود. افزایش میزان پروتئین دانه با افزایش مصرف نیترون رابطه مستقیمی دارد لذا با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار بیش‌تر شده و بنابراین غلظت نیتروژن با میزان پروتئین در بافت‌های گیاه ارتباط دارد. به‌علاوه، نیتروژن در ساختار مولکول کلروفیل و اسیدهای نوکلئیک و بسیاری از اجزای پروتوپلاسم گیاه شرکت دارد و بنابراین، مصرف نیتروژن رابطه مستقیم با افزایش میزان پروتئین دانه دارد. در بررسی خوجم‌لی و

همکاران (Khojamli et al., 2019) با افزایش مصرف نیتروژن، درصد نیتروژن دانه نخود زراعی نیز افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن، درصد پروتئین را در کلزا نیز افزایش داد (Johnson et al., 2013).

بر اساس جدول ۵، بیشترین درصد پروتئین از تیمار عدم آبیاری با ۲۲/۶۲ درصد به دست آمد که در مقایسه با تیمار آبیاری با ۲۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. علت بالاتر بودن درصد پروتئین در تیمار عدم آبیاری را می‌توان به کاهش دوره رشد و نمو دانست که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین و درنتیجه افزایش درصد پروتئین شد. افزایش درصد پروتئین به هر عامل غذایی و اقلیمی که باعث کاهش دوره‌ی رشد گیاه و دوره‌ی پر شدن دانه‌ها شود ارتباط دارد. اختلال در فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه درنتیجه تنش به وجود آمده سبب افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. آقجه‌لی و همکاران (Aghjeli et al., 2018) بیان داشتند که با افزایش فواصل آبیاری و ایجاد تنش، درصد پروتئین در گیاه نخود افزایش یافت. مؤمنی و همکاران (Momeni et al., 2014) نشان دادند که در شرایط تنش خشکی، درصد پروتئین دانه نخود بیش از تیمار آبیاری تکمیلی بود. آبیاری در زمان گل‌دهی بیشترین تأثیر را بر صفات کمی و کیفی نخود داشت. آبیاری در مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی باعث کاهش درصد پروتئین شد اما عدم آبیاری درصد پروتئین را افزایش داد (Khojamli et al., 2019).

کارایی زراعی نیتروژن

کارایی زراعی نیتروژن مصرف‌شده نشان‌دهنده کیلوگرم افزایش عملکرد در هر واحد از کیلوگرم نیتروژن مصرف‌شده است. مقایسه میانگین کارایی زراعی نیتروژن حاکی از بالا بودن این صفت در دو تیمار سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه و عدم سرزنی (به ترتیب با ۸۹/۸۵ و ۸۶/۰۲ کیلوگرم غلاف بر کیلوگرم نیتروژن) بود که بیانگر عدم وجود تفاوت زیاد بین این دو تیمار بود درحالی‌که کارایی زراعی نیتروژن در تیمار سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی بسیار کمتر بود (۵۶/۲ کیلوگرم غلاف سبز بر کیلوگرم نیتروژن). این تیمار اختلاف معنی‌داری را با دو تیمار دیگر داشت (جدول ۳).

بر اساس جدول ۴ با افزایش مصرف نیتروژن کارایی زراعی نیتروژن کاهش یافت. بیشترین مقدار این صفت از تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد به‌طوری‌که در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی زراعی نیتروژن ۸۵/۱۴ کیلوگرم بر کیلوگرم و در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن ۶۹/۵۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بود. علت کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش سرعت از دست رفتن عنصر نیتروژن از طریق آبشویی و تصعید و یا عدم جذب مؤثر آن توسط گیاه است. در بررسی دعائی (Doaei, 2018) کارایی زراعی نیتروژن در نخود زراعی با افزایش مصرف نیتروژن کاهش یافت. عملکرد محصول با افزایش نیتروژن تا نزدیک شدن به سقف عملکرد افزایش می‌یابد. در سطوح پایین نیتروژن، میزان افزایش عملکرد به دلیل این‌که عموماً نیتروژن محدودکننده رشد گیاه و عملکرد است، زیاد است ولی با توجه به این‌که عملکرد پتانسیل توسط عوامل دیگری غیر از نیتروژن نیز محدود می‌شود بنابراین، با افزایش مقدار نیتروژن قابل‌جذب، مقدار افزایش عملکرد دانه به ازای تأمین نیتروژن کمتر می‌شود. کاهش کارایی زراعی نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن توسط حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2013) در مورد گندم، سرخوش و ابوطالبیان (Sarkhosh and Aboutalebian, 2013) و ماندیک و همکاران (Mandic et al., 2015) نیز گزارش شده است.

کارایی زراعی نیتروژن در تیمار آبیاری ۸۵/۶۱ کیلوگرم بر کیلوگرم بود که در مقایسه با تیمار عدم آبیاری با ۶۹/۰۵ کیلوگرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵). کارایی زراعی نیتروژن با اعمال آبیاری عملکرد را افزایش داد و در تیمار عدم آبیاری به علت تنش اعمال‌شده بر گیاه عملکرد دانه کاهش یافت و باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن شد. شهراسبی و همکاران (Shahrasbi et al., 2016) مشاهده کردند که تنش خشکی واردشده بر گیاه باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن شد و کارایی زراعی مصرف نیتروژن در شرایط دیم کاهش معنی‌داری داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

طبق آزمایش انجام‌شده سرزنی بر برخی از صفات موردمطالعه در گیاه باقلا تأثیرگذار بود به‌طوری‌که بیشترین عملکرد غلاف سبز از تیمار سرزنی در مرحله شروع گل‌دهی به دست آمد. بیشترین کارایی زراعی نیتروژن متعلق به تیمار سرزنی در مرحله شروع پر شدن دانه بود. لذا هر چه سرزنی زودتر صورت گرفت عملکرد غلاف سبز افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن باعث سیر افزایشی صفات شد و کمترین مقدار صفات

مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بود. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. درصد پروتئین در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۲۲/۶۵ بود. بیشترین میزان پرولین با ۰/۸۱۳ میلی‌گرم برگرم مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بود. آبیاری تکمیلی سبب افزایش عملکرد غلاف سبز، کارایی زراعی نیتروژن نسبت به تیمار عدم آبیاری شد.

منابع

AOAC International., 2003. Official methods of analysis of AOAC International (17th edi. 2nd revision). Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Aghjeli, A., Nakhzari Moghaddam, A., Rahemi Karizaki, A., Gholamalipour Alamdari, E., 2018. The effect of supplemental irrigation and split nitrogen on quantity and quality of mung bean (*Vigna radiata* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences. 11, 591-602. [In Persian with English Summary].

Alipour Ghasem Abad Sola, A., Rahemi Karizaki, A., Nakhzari Moghaddam, A., Biabani, A., Tarashi, M., 2014. Top removal effect on yield, yield components and the dry matter production of faba bean (*Vicia faba* L.). Iranian Journal of Pulses Reseach. 9, 129-141. [In Persian with English Summary].

Bates, L.S., Waldern, R.P., Teave, I.D., 1973. Rapid determination of free praline for water stress standees. Plant and Soil. 39, 205-107.

Doaei, F., 2018. The feasibility of improving yield and some ecophysiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) through chemical and biological fertilizer management of nitrogen in different planting dates. PhD of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Gonbad Kavous, Iran. [In Persian with English Summary].

Enayatgholizadeh, M.R., Fathi, G., Razaz, M., 2011. Evaluation grain yield and yield component of three wheat cultivars to drought stress and different levels of nitrogen under Khuzestan climate. Journal of Crop and Weed Ecophysiology. 5, 1-14. [In Persian with English Summary].

Heshmatpour, A., Etesami, M., Maleki, S., Azarnia, M., Safi Khani, S., Abbasian, A., 2013. Evaluation of human bioclimatic potential of Gonbad Kavous city using Baker indicators, effective temperature, neural and olfactory pressure. National Conference on Natural Resource Management. Gonbad Kavous University, March, 29, 2013. 14p. [In Persian].

Hosseini, F.S., Nezami, A., Parsa, M., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., 2016. Effects of supplementary irrigation at phenological stages on some growth indices of lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in Mashhad region. Iranian Journal of Pulses Research. 7, 105-120. [In Persian with English Summary].

Hosseini, R.S., Galeshi, S., Soltani, A., Kalateh, M., Zahed, M., 2013. The effect of nitrogen rate on nitrogen use efficiency index in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research. 11, 300-306 [In Persian with English Summary].

Johnson, E.N., Malhi, S.S., Hall, L.M., Phelps, S., 2013. Effects of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, N use efficiency and seed quality of Brassica carinata. Canadian Journal of Plant Science. 93, 1073-1081.

Joudi, F., Tobeh, A. Ebadi, A., Mostafaee, H., Jamaati-e-Somarin, Sh., 2011. Nitrogen effects on yield, yield components, agronomical and recovery nitrogen use efficiency in lentil genotypes. Electronic Journal of Plant Production. 4, 39-50. [In Persian with English Summary].

Khajehpour, M.R., 2008. Principal and Fundamental Agronomy (3ed.). Isfahan University of Technology Press. 386 p. [In Persian].

Khojamli, A., Nakhzari Moghaddam, A., Ahangar, L., Mollashahi, M., 2019. Effect of nitrogen and supplemental irrigation on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cv. Azad. Environmental Stresses in Crop Sciences. 11, 873-882. [In Persian with English Summary].

López-Bellido, R.J. and López-Bellido, L., 2001. Efficincy of nitrogen in wheat under Mediterranean condition: effect of tillage, crop

rotation and N fertilization. Fild Crops Research. 71, 31-46.

Maleki, A., Pournajaf, M., Naseri, R. Rashnavadi, R., Heydari, M., 2014. The effect of supplemental irrigation, nitrogen levels and inoculation with rhizobium bacteria on seed quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 3, 902-909.

Mandic, V., Krnjaja, V., Tomic, Z., Bijelic, Z., Simic, A., Ruzic Muslic, D., Gogic, M., 2015. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. Chilean Journal of Agricultural Research. 75, 92-97.

McKenzie, R.H., Middleton, A.B., Seward, K.W., Gaudiel, R., Wildschut, C., Bremer, E., 2001. Fertilizer responses of dry bean in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Sciences. 81, 343-350.

Moemeni, F., Ghobadi, M., Jalali-Honarmand, S., Shekaari, P., 2014. The response of physiological characteristics of chickpea to K and Zn fertilizers under dryland farming and supplementary irrigation conditions. Journal of Plant Process and Function. 3, 71-84. [In Persian with English Summary].

Nakhzari Moghaddam, A., 2013. Effect of detopping and plant density on yield and yield components of barakat cultivar of faba bean (*Vicia faba* L.) in Gonbad Kavous. Iranian Journal of Field Crops Science. 44, 703-710. [In Persian with English Summary].

Nasiri Mahalati, M., Koocheki, A.R., Rezvani Moghaddam, P., Beheshti, A.R., 2011. Agroecology (Translated). Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 360 p. [In Persian].

Oweis, T., Hachum, A., 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management. 80, 57-73.

Sarkhosh, A., Aboutalebian, M., 2013. Nitrogen use efficiency, yield and some agronomic characteristics of maize under on-farm seed priming and times of nitrogen application. Journal of Crops Improvement. 15, 117-128. [In Persian with English Summary].

Shahrasbi, S., Emam, Y., Ronaghi, A., Pirasteh-Anosheh, H., 2016. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars Province, Iran conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 17, 349-363. [In Persian with English Summary].

Sosulski, F.W., Holt, N.W., 1980. Amino acid composition and nitrogen-to-protein factors for grain legumes. Canadian Journal of Plant Science. 60, 1327-1331.

Tuba Bicer, B., Narin Kalender, A., Sakar, D., 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy. 3, 154-158.