

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو ژنوتیپ لوبیا قرمز

آرش محمدزاده^{۱*}، ناصر مجنون حسینی^۲، حسین مقدم^۳ و مهدی اکبری^۴
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴، دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
(تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۲۷ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱۰/۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو ژنوتیپ لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) در سال زراعی ۱۳۸۹ اجرا گردید. تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح آبیاری نرمال (۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر)، تنش خفیف و شدید خشکی پس از مرحله ۴ برگگی (به ترتیب ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) اعمال گردید. سطوح مختلف کود نیتروژن در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و دو ژنوتیپ لوبیا (رقم اختر و لاین D81083) نیز به عنوان فاکتور فرعی به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی به طور معنی‌داری سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته گردید. اما میزان پروتئین دانه را افزایش داد. اعمال کود نیتروژن نیز به جز تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت سایر صفات را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد و سبب افزایش مقادیر آنها گردید. دو ژنوتیپ مورد مطالعه لوبیا قرمز در صفات مختلف به جز در تعداد دانه در غلاف و پروتئین دانه با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. در بررسی اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ، در آبیاری نرمال لاین D81083 و در تنش شدید خشکی رقم اختر به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. همچنین اثر متقابل تنش خشکی×کود نیتروژن بر عملکرد دانه نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در آبیاری نرمال بیشترین و تیمار بدون مصرف کود (شاهد) در شرایط تنش شدید کم‌آبی کمترین عملکرد را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کود نیتروژن، لوبیا قرمز، عملکرد و اجزاء عملکرد.

مقدمه

دارند. در این میان لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) مهمترین لگوم خوراکی بخصوص در کشورهای در حال توسعه است. تنش خشکی و کمبود مواد غذایی خاک، بویژه کمبود نیتروژن از تنش‌های غیرزیستی شایع در تولید لوبیا محسوب می‌شوند (Majnoun

حیوانات از منابع مهم غذایی و سرشار از پروتئین برای انسان و دام به شمار می‌رود که با دارا بودن ۱۸ الی ۲۳ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی، بویژه در تغذیه افراد کم درآمد اهمیت بسیاری

خشکی عملکرد دانه را ۸۰٪، تعداد غلاف در بوته را ۶۰٪، تعداد دانه در غلاف را ۲۶٪ و وزن صد دانه را ۱۳٪ کاهش می دهد.

مقادیر کافی از عناصر غذایی نیز همراه با فراهم بودن آب از عوامل مهم در دستیابی به عملکرد بالا به شمار می رود. لوبیا در مقایسه با سایر گیاهان لگوم به عنوان یک تثبیت کننده ضعیف نیتروژن معرفی شده و مدارک آزمایشی محدود در دسترس نشان می دهد که برای رسیدن به حداکثر پتانسیل عملکرد، بخصوص در زمینی که قبلا زیر کشت غلات بوده، به کود نیتروژن کافی نیاز است (Sinclair & de Wit, 1999). کاربرد کود نیتروژن هنگام کاشت، موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد دانه لوبیا شد و این افزایش عملکرد نیز موجب بالا رفتن شاخص برداشت گردید (Kocon, 2003). در بررسی کاربرد کود نیتروژن در گیاه سویا (Hayati, et al. 1996) گزارش کردند که کمبود نیتروژن قابل استفاده در خاک در آغاز پرشدن دانه باعث کاهش میزان محتوی نیتروژن دانه سویا گردید. بر اساس نتایج این آزمایش، میزان دسترسی گیاه به نیتروژن نقش مهمی در محتوی نیتروژن دانه خواهد داشت و کمبود نیتروژن موجب کاهش درصد نیتروژن تجمع یافته در دانه نسبت به سایر مواد فتوسنتزی و ذخیره ای در آن می شود. در مطالعه همزمان اثر تنش خشکی و مصرف کود نیتروژن بر روی لوبیا معمولی (Anibal, et al. 2000) چنین نتیجه گیری نمودند که وسعت اثر تخریبی تنش خشکی در میان فاکتورهای مختلف، بیش از همه به عنصر غذایی نیتروژن بستگی دارد. آنها بیان داشتند که گیاهان در تیمارهایی که نیتروژن بیشتری در دسترس داشتند رشد رویشی بیشتری داشته و شاخ و برگ بیشتری نیز تولید نمودند و در نتیجه وقتی با تنش خشکی مواجه شدند نسبت به گیاهان در تیمارهای دیگر که نیتروژن کمتری در دسترس داشتند، دچار کاهش عملکرد بیشتری شدند.

به اعتقاد آنان افزایش مصرف نیتروژن، حساسیت گیاه لوبیا را به تنش خشکی افزایش می دهد. در پژوهش حاضر، هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو ژنوتیپ لوبیا قرمز می باشد.

(Hosseini, 2008). اگرچه لوبیا به عنوان یک گیاه حساس به تنش خشکی و کم آبی معرفی شده است، تولید این محصول در بسیاری از نقاط جهان که به دلیل عدم تامین آب مورد نیاز گیاه در معرض تنش خشکی هستند صورت می گیرد (Machado & Duraes, 2006). از آنجا که کشور ایران نیز با متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۰ میلی متر جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و نیمی از اراضی قابل کشت کشورمان در این مناطق قرار دارند (Chasseini et al., 1995) لذا زراعت لوبیا در این مناطق نیز می تواند با محدودیت آب مواجه شود. به طور کلی خشکی را کمبود رطوبت در محیط ریشه تعریف نموده اند که موجب کاهش تولید محصول می شود و تقریباً تولید ۲۵ درصد زمین های جهان را محدود می کند. این تنش هنگامی در گیاهان حادث می شود که آب موجود در خاک کاهش یافته و شرایط جوی به دفع آب از طریق تبخیر و تعرق کمک کند (Levitt, 1992). اثرات عمده تنش خشکی در تفاوت عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی تجلی پیدا می کند (Nazeri, 2005). تنش خشکی بیشتر از طریق کاهش تعداد غلاف در متر مربع به دلیل کاهش تسهیم زی توده به غلاف، کاهش ظرفیت فتوسنتزی یا قدرت منبع بر اثر بسته شدن روزنه ها و کاهش ماده خشک کل گیاه عملکرد را کاهش می دهد (Moradi, 2005). در آزمایشی بر گیاه ماش (Thomas et al. 2003) اثر دور آبیاری را در مراحل رویشی، اوایل گلدهی و اوایل پر شدن غلاف مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد به میزان ۲۵ درصد در مرحله رویشی، ۳۹ درصد در مرحله اوایل گلدهی و ۵۹ درصد در مرحله اوایل پرشدن غلاف نسبت به شاهد گردید. آنها بیان داشتند وقوع تنش در مرحله زایشی بخصوص در اوایل پر شدن غلاف، عملکرد گیاه را خیلی شدیدتر از وقوع تنش در مراحل دیگر تحت تاثیر قرار می دهد. (Bayat, et al. 2010) نیز اثر تنش کم آبی را بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که اثر تیمار کم آبی بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت تاثیر معنی داری داشته و مقادیر این صفات را کاهش داده است. Szilagy (2003) نیز با بررسی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا مشاهده نمود که تنش

تمامی کرت‌های آزمایشی داده شد. برای انجام تجزیه واریانس از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت. رسم نمودارها نیز با استفاده از EXCEL 2007 انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس، تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر تنش خشکی و در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر ژنوتیپ و نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱). تنش خشکی تعداد غلاف در بوته را کاهش داد که این کاهش در تنش کم آبی خفیف و شدید با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته حساس‌ترین جزء عملکرد لوبیا به تنش خشکی باشد. به هنگام بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی، تعداد زیادی از گل‌هایی که توانایی بالقوه تبدیل شدن به غلاف را داشتند از بین رفته و تعداد کل غلاف در بوته کاهش یافته است. Boutraa & Sanders (2001) کاهش تعداد غلاف بوته را در گیاه لوبیا تحت تنش خشکی ناشی از ریزش اندام‌های زایشی مثل گل‌ها و نیام‌ها دانستند. مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد غلاف بوته گردید و بیشترین آن در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده گردید (جدول ۳). Chuan Lee et al (1999) در مطالعه بر روی لوبیا، افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش مصرف کود نیتروژن را بواسطه افزایش تعداد غلاف در بوته معرفی کردند.

تعداد دانه در غلاف

اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود، بطوریکه که در آبیاری نرمال و تنش شدید، لاین D81083 به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را داشت (شکل ۱). Leport et al (1999) و Behboudian (2001) مشاهده نمودند که در گیاه نخود محدودیت آب در پایان فصل رشد که معمولا همراه با دمای بالا می‌باشد، می‌تواند سقط دانه‌ها را افزایش دهد. حبوبات از ظرفیت بالایی برای تولید گل، میوه و بذر برخوردار هستند اما فقط بخش کوچکی از

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج در خرداد ماه سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. طرح آزمایشی مورد استفاده در این بررسی اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار آبیاری در سه سطح به صورت: آبیاری نرمال در طول دوره رشد به عنوان شاهد (۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر)، تنش خفیف در طول دوره رشد پس از مرحله ۴ برگگی (۹۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) و تنش شدید در طول دوره رشد پس از مرحله ۴ برگگی (۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) بود. تیمار کود نیتروژن (از منبع اوره) در چهار سطح شامل: عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد)، و مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. فاکتور سوم نیز ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز شامل رقم اختر و لاین D81083 بود. تیمارهای آبیاری در کرت‌های اصلی و تیمارهای کود نیتروژن و ژنوتیپ به صورت فاکتوریل به کرت‌های فرعی تخصیص داده شدند. کوددهی در دو نوبت انجام گرفت نصف مقدار کود در موقع کاشت و نصف دیگر آن قبل از گلدهی اعمال گردید. کود لازم برای هر خط کشت در کنار همان خط به صورت نواری توزیع گردید و پس از پوشاندن کود با خاک، آبیاری به صورت نشتی انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر از هر کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه اندازه‌گیری شدند. جهت انجام آزمون خاک، یک نمونه مرکب از مزرعه تهیه و برای انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل گردید. نوع خاک محل آزمایش لومی رسی، با $pH=8$ ، EC حدود $1/74$ دسی‌زیمنس بر متر، با میزان آهک 77 گرم بر کیلوگرم و ماده آلی $8/4$ گرم بر کیلوگرم خاک بود. براساس نتایج آزمون خاک، به دلیل نیاز خاک مزرعه به پتاسیم (پتاسیم قابل جذب 151 میلی گرم بر کیلوگرم خاک)، 75 کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به

طرفی با گذشت زمان این احتیاجات بیشتر شده و انتقال مواد فتوسنتزی از بخش‌های رویشی به بخش‌های زایشی تداوم می‌یابد. وقوع این پدیده سبب پیری بافت‌های رویشی و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها و متعاقب آن کاهش عملکرد دانه خواهد بود.

این گل‌های تولید شده به دانه تبدیل می‌شوند. یکی از دلایل اصلی عملکرد کم حبوبات کمبود مخزن است که عمدتاً به ریزش گل و میوه‌ها مربوط می‌شود (Parsa & Bagheri, 2008). محتمل‌ترین دلیل که به این پدیده نسبت داده می‌شود این است که گیاه قادر به تامین نیاز کربن و نیتروژن گل و میوه‌های تولید شده نیست و از

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم لوبیا قرمز تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن

میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	پروتئین دانه	شاخص برداشت	ارتفاع بوته
بلوک	۳	۱۵۰۴/۰۲ ^{NS}	۰/۳۸۸ ^{NS}	۴۲/۹۱۱ ^{NS}	۷۸۵۳۲۲/۰۸۳ ^{NS}	۲۸۱۶۰۸۸/۸ ^{NS}	۸/۸۶*	۴۱/۳۸ ^{NS}	۳۲/۶۷ ^{NS}
تنش	۲	۴۲۲۷/۳۹*	۳/۷۹**	۱۹۶/۳۴۶**	۱۸۱۴۶۱۱۳/۱۷**	۸۱۹۷۴۳۳۱/۹۴**	۶۲/۱۹**	۳۳۶/۵۲*	۷۳۶/۵۲**
بلوک×تنش (خطای اصلی)	۶	۷۷۸/۸۳	۰/۱۷۹	۹/۴۴۱	۲۶۲۱۴۱/۷۷	۷۴۷۳۵۴/۶۳	۱/۶۵	۵۸/۹۲	۱۰/۳۴
رقم	۱	۳۲۴۹/۱۹**	۰/۱۷۴ ^{NS}	۱۴۴/۰۶۰**	۲۹۹۹۱۶۴/۹۴**	۴۱۶۳۷۹۱/۷۹**	۳/۶۰۳ ^{NS}	۲۷۷/۱**	۱۱۷/۴۸**
نیتروژن	۳	۱۰۰۶/۳**	۰/۱۲۷ ^{NS}	۱۷/۲۴۱**	۱۳۱۹۹۴۴/۷۶**	۱۲۵۴۸۰۸۳/۳۹**	۱۸/۸۷**	۴/۳۲ ^{NS}	۵۱/۹۷**
تنش×رقم	۲	۲۰۸/۸۴ ^{NS}	۰/۸۷۲**	۱۷/۳۸۵*	۱۷۳۷۶۲/۳۵**	۴۶۴۶۸۹/۳۲ ^{NS}	۱/۰۲۲ ^{NS}	۷۷/۸۲**	۲۳/۸۵*
تنش×نیتروژن	۶	۹۷/۰۳ ^{NS}	۰/۰۲۴ ^{NS}	۱/۹۱۸ ^{NS}	۴۷۲۳۳/۳۵*	۲۷۲۶۶۰/۱ ^{NS}	۲/۳۸ ^{NS}	۱۸/۸۴*	۱۳/۱۷*
رقم×نیتروژن	۳	۱۵/۱۴ ^{NS}	۰/۰۱۹ ^{NS}	۱/۱۵۸ ^{NS}	۶۷۰۳/۵۵ ^{NS}	۵۰۸۶۰/۳۹ ^{NS}	۰/۴۴ ^{NS}	۵/۹۴ ^{NS}	۶/۰۸ ^{NS}
تنش×رقم×نیتروژن	۶	۳۲/۴۹ ^{NS}	۰/۰۲۱۸ ^{NS}	۲/۸۲۹ ^{NS}	۴۴۴۰/۸۰ ^{NS}	۱۶۰۰۱۱/۹۸ ^{NS}	۰/۱۰۶ ^{NS}	۴/۶۳ ^{NS}	۴/۶۶ ^{NS}
خطای فرعی	۶۳	۹۰/۹۳	۰/۰۷۴۶	۴/۰۰۱۶	۲۰۳۱۷/۲۴	۲۳۴۴۸۰/۳۷	۱/۱۲۹	۸/۳۶	۵/۷۲
درصد ضریب تغییرات	-	۱۳/۲۶	۱۰/۶	۶/۶۶	۶/۲۴	۷/۶۶	۳/۵۹	۸/۱	۵/۰۷

** و * به ترتیب معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد و NS عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا در شرایط تنش خشکی

سطوح آبیاری	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	میزان پروتئین دانه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
آبیاری نرمال	۸۴/۳۶a	۲/۹۶a	۳۲/۵۶a	۳۰۵۷a	۸۰۰۷a	۲۸/۲۲c	۳۸/۳a	۵۱/۶۹a
تنش خفیف	۶۹/۵۹ab	۲/۴۳b	۲۹/۹۱b	۲۲۴۳b	۶۱۴۸b	۲۹/۴۳b	۳۶/۷۱ab	۴۷/۶۶b
تنش شدید	۶۱/۷۲b	۲/۳۲b	۲۷/۶۱c	۱۵۵۲c	۴۸۲۰c	۳۱a	۳۲/۰۶b	۴۲/۱۳c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)

سطوح آبیاری	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	میزان پروتئین دانه (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
شاهد (عدم مصرف کود)	۶۵/۲۹ c	۲۹/۱۱ b	۲۰۱۸ d	۵۵۷۴ d	۲۸/۳۹ c	۴۵/۲۷ c
۵۰ کیلوگرم نیتروژن/هکتار	۶۸/۶۳ bc	۲۹/۹۳ b	۲۱۶۷ c	۵۸۸۸ c	۲۹/۴۶ b	۴۶/۷۲ b
۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن/هکتار	۷۳/۴۴ bc	۲۹/۹۱ b	۲۴۱۳ b	۶۶۸۷ b	۲۹/۸۵ b	۴۸/۲۱ a
۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن/هکتار	۸۰/۲۱ a	۳۱/۱۶ a	۲۵۳۷ a	۷۱۵۱ a	۳۰/۵۱ a	۴۸/۴۴ a

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

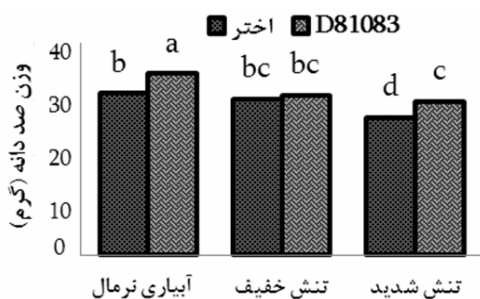
et al (2004) مثبت ارزیابی شده است. در بررسی اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر وزن صد دانه لوبیا قرمز، لاین D81083 در شرایط آبیاری نرمال بیشترین و رقم اختر در تنش شدید خشکی کمترین وزن صد دانه را داشتند (شکل ۲). بطوریکه لاین D81083 در شرایط شاهد و تنش شدید نسبت به رقم اختر برتری قابل توجهی داشت اما در تنش خفیف تفاوت بین دو ژنوتیپ از لحاظ آماری معنی دار نبود. کاهش وزن صد دانه لوبیا در واکنش به تنش خشکی توسط Nielsen and Nelson (1998) و Molina *et al* (2001) گزارش شده است. Saman *et al* (2010) نیز کاهش وزن دانه نخود را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش کردند و اظهار داشتند که اعمال آبیاری در مرحله پرشدن دانه‌ها زمینه را برای دوام بیشتر فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و همچنین انتقال مواد جهت پرکردن دانه‌ها فراهم نموده و از این طریق سبب بهبود وزن دانه‌ها می‌گردد.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف لوبیا

وزن صد دانه

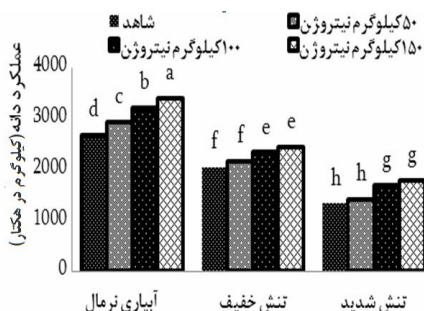
تاثیر تنش خشکی، کود نیتروژن و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن صد دانه لوبیا معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی اعمال شده به طور معنی‌داری سبب کاهش وزن صد دانه گردید و کمترین آن در تنش خشکی شدید مشاهده گردید (جدول ۲). به نظر می‌رسد وقوع تنش خشکی بخصوص در مرحله پرشدن غلاف به علت محدودسازی منبع فتوسنتزی موجب کاهش فتوسنتز، نرسیدن مواد به دانه و همچنین کوتاه شدن طول دوره پرشدن دانه گردیده و در نتیجه اندازه دانه و وزن صد دانه را کاهش داده باشد. (2003) Rosales-Serna & Kohashi-Shibata و Szilagyی (2003)، دریافته‌اند که محدودیت آب موجب کاهش رشد دانه و وزن هزار دانه می‌شود و بیشترین کاهش هنگامی است که گیاه با تنش خشکی آخر فصل مواجه شود. بر عکس، کاربرد کود نیتروژن وزن صد دانه را افزایش داد که به ترتیب در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و تیمار شاهد بیشترین و کمترین مقدار آن به دست آمد (جدول ۳). تاثیر کود نیتروژن بر افزایش وزن دانه توسط Ayaz



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر وزن صد دانه لوبیا

عملکرد دانه

اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و لاین D81083 در شرایط آبیاری نرمال بیشترین و رقم اختر در تنش شدید خشکی کمترین عملکرد دانه لوبیا را داشتند (شکل ۳). میزان کاهش



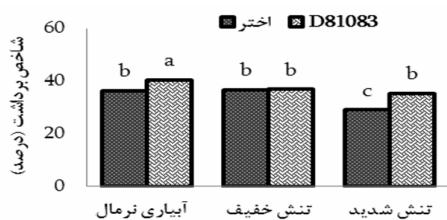
شکل ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×نیتروژن بر عملکرد دانه لوبیا

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک کل به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در شرایط آبیاری نرمال و تنش شدید خشکی به دست آمد (جدول ۲). نیتروژن نیز موجب بهبود رشد گردید و عملکرد بیولوژیک را افزایش داد و بیشترین و کمترین ماده خشک کل به ترتیب مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار شاهد بود (جدول ۳). Emam et al. (2010) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک لوبیا در شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. Bahavar et al. (2009) نیز در بررسی تاثیر کاربرد نیتروژن بر رشد گیاه نخود در شرایط تنش خشکی در محیط هیدروپونیک گزارش کردند که کاربرد نیتروژن توانست وزن خشک گیاه را افزایش دهد. به گزارش آنها اعمال نیتروژن می‌تواند اثرات منفی تنش خشکی را تخفیف دهد.

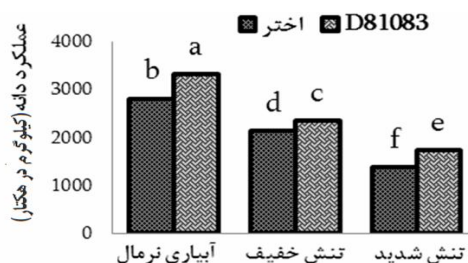
شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ و تنش خشکی×نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. بالاترین میزان شاخص برداشت لوبیا در شرایط آبیاری نرمال و در لاین D81083 و کمترین مقدار آن در تنش شدید و در رقم اختر مشاهده گردید (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر شاخص برداشت لوبیا

عملکرد در رقم اختر، در شرایط تنش خفیف و شدید نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۳/۸٪ و ۵۰/۷٪ و در لاین D81083 به ترتیب ۲۹٪ و ۴۷/۹٪ بود. اثر متقابل تنش خشکی×نیتروژن نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد و بیشترین و کمترین عملکرد دانه لوبیا به ترتیب در شرایط آبیاری نرمال با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در تیمار تنش شدید خشکی بدون مصرف کود نیتروژن به دست آمد (شکل ۴). در واقع بروز تنش خشکی عملکرد دانه لوبیا را در تمام سطوح کودی بخصوص در مرحله زایشی از طریق ریزش گل‌ها و غلاف‌های جوان و کاهش تعداد غلاف در بوته و همچنین دیگر اجزای عملکرد کاهش داده است که این کاهش عملکرد در سطوح کودی بالا نسبت به شرایط عدم مصرف کود کمتر بود. McKenzie et al. (2001) گزارش کردند که عملکرد لوبیا با اعمال کود نیتروژن افزایش پیدا می‌کند که این افزایش عملکرد بیشتر به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن دانه بوده است. همچنین از نتایج به دست آمده چنین می‌توان استنباط کرد که تنش خشکی توانایی گیاه را در استفاده از عناصر غذایی مانند نیتروژن کاهش داده و عملکرد دانه را حتی با اعمال کود نیتروژن در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال کاهش داده است. Emam et al. (2010) گزارش کردند که تنش خشکی عملکرد لوبیا را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد که میزان این کاهش به طور زیادی وابسته به زمان وقوع تنش، شدت تنش و ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. آنها کاهش عملکرد لوبیا در نتیجه تنش خشکی را به تاثیر نامطلوب تنش بر اجزاء عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و شاخص برداشت دانستند.



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر عملکرد دانه لوبیا

رطوبت خاک افزایش یابد نیتروژن بیشتری توسط گیاه جذب می‌گردد. به نظر می‌رسد افزایش درصد پروتئین دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی به طور عمده مربوط به افزایش نسبت پروتئین به نشاسته در دانه باشد. نتایج آزمایش Jalilian et al. (2005) بر روی نخود نیز مؤید این مطلب بوده است.

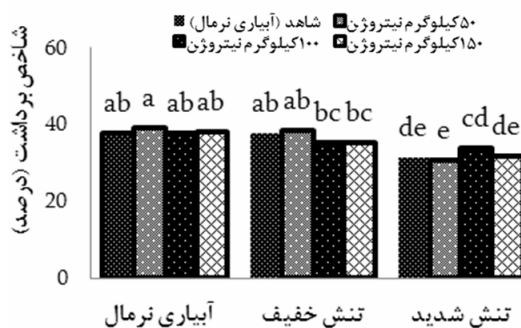
آنها نتیجه گرفتند که در شرایط تنش درصد پروتئین در اثر کاهش سهم نشاسته در دانه افزایش می‌یابد و افزایش مطلق در میزان پروتئین را گزارش نکردند. احتمالاً در شرایط تنش خشکی بخصوص در مرحله پرشدن غلاف به واسطه کاهش طول دوره پرشدن دانه، کاهش فتوسنتز خالص و به تبع آن تکمیل نشدن وزن بالقوه دانه که عمدتاً ناشی از کاهش نشاسته می‌باشد، نسبت پروتئین به نشاسته در دانه افزایش و در واقع درصد پروتئین در دانه افزایش می‌یابد. در بررسی اثر تنش خشکی بر روی گندم Ahmadi & Baker (1999) نیز نتیجه گرفتند که مکانیزم‌های سنتز نشاسته در شرایط تنش خشکی حساس‌تر از مکانیزم‌های سنتز پروتئین هستند. کاربرد کود نیتروژن نیز تاثیر مثبت بر میزان پروتئین دانه گذاشت و بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به ترتیب در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

Lhuillier et al. (1999)، براساس نتایج آزمایشات خود بر روی نخود اظهار داشتند که میزان تجمع نیتروژن در دانه بسته به شرایط محیطی بسیار متغیر است. این تنوع به نظر می‌رسد که به دسترسی گیاه برای نیتروژن وابسته باشد. براساس این نتایج محتوای نیتروژن دانه با افزایش نیتروژن در دسترس گیاه افزایش و با کاهش آن، کاهش می‌یابد. در بررسی کاربرد کود نیتروژن برای گیاه سویا Hayati et al. (1996) گزارش کردند که کمبود نیتروژن قابل استفاده گیاه در خاک در آغاز پرشدن دانه باعث کاهش میزان محتوی نیتروژن دانه سویا گردید.

ارتفاع بوته

اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ و تنش خشکی×نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ بر ارتفاع بوته لوبیا مشاهده شد که هر

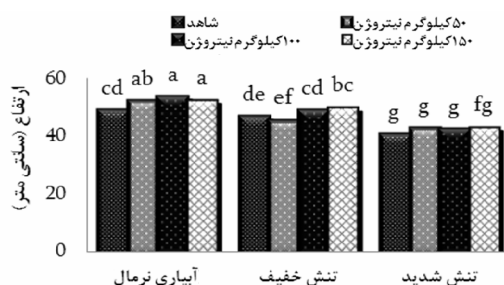
چنین به نظر می‌رسد که اعمال تنش خشکی بخصوص در مرحله زایشی از طریق کاهش تعداد گل‌ها، نرخ نیام انگیزی و رشد نیام‌ها، شاخص برداشت را کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، شاخص برداشت از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن دانه‌ها و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی کاهش می‌یابد. در تطابق با این نتایج Bayat et al. (2010) نیز کاهش شاخص برداشت را در اثر تنش آبیاری در لوبیای چیتی گزارش کردند. همچنین در بررسی اثر متقابل تنش خشکی×نیتروژن، بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط آبیاری نرمال و تنش شدید بود (شکل ۶). البته در تیمار آبیاری نرمال، تفاوت بین سطوح مختلف نیتروژن از لحاظ شاخص برداشت معنی‌دار نبود.



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی×نیتروژن بر شاخص برداشت

پروتئین دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) تاثیر تنش خشکی و نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود. بطوریکه با اعمال تنش خشکی میزان پروتئین دانه افزایش یافت و بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه لوبیا به ترتیب در تیمار تنش شدید خشکی و تیمار آبیاری نرمال مشاهده شد (جدول ۲). مکانیسم‌های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، تابعی از مقدار رطوبت در خاک و ریشه است، لذا در صورت کاهش رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌شود (Tize & Zeiger, 2002). در بررسی اثرات تنش خشکی بر میزان جذب عناصر غذایی، Jones (1980) بیان نمود که هر چه



شکل ۸- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی × نیتروژن بر ارتفاع بوته لوبیا

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج آزمایش نشان داد که در شرایط محدودیت رطوبتی، تامین نیتروژن برای گیاه می‌تواند تا حدودی اثرات ناشی از کمبود آب را تخفیف داده و منجر به افزایش عملکرد دانه و بهبود سایر صفات مرتبط با عملکرد در گیاه لوبیا گردد. البته واکنش عملکرد دانه به افزایش سطح نیتروژن در شرایط بدون تنش (آبیاری نرمال) نسبت به شرایط تنش محسوس‌تر بوده و تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف نیتروژن عرضه شده مشاهده گردید. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان نیتروژن مورد نیاز لوبیا در شرایط تنش خشکی کمتر از شرایط آبیاری نرمال است. همچنین مقایسه دو ژنوتیپ در صفات مورد بررسی نشان داد که گیاه لوبیا از نظر واکنش به تأثیر توأم تنش خشکی و نیتروژن بسته به نوع ژنوتیپ متفاوت بوده و تحت تأثیر نوع ژنوتیپ قرار می‌گیرد.

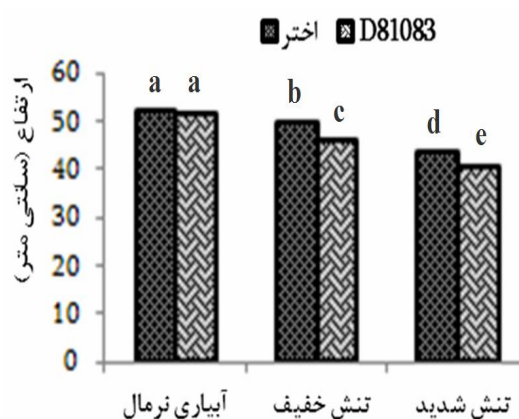
سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی که بخشی از هزینه مربوط به اجرای این طرح را تأمین نمودند نهایت تشکر و قدردانی دارد. همچنین از مرکز ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین که در تهیه بذر ما را یاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

دو ژنوتیپ لوبیا در شرایط آبیاری نرمال بیشترین ارتفاع بوته را داشتند که این تفاوت بین آنها معنی‌دار نبود، در حالیکه در تیمار تنش شدید خشکی لاین D81083 کمترین ارتفاع را داشت (شکل ۷). Nielsen & Nelson (1998) نیز مشاهده نمودند که محدودیت آبی سبب کاهش ارتفاع بوته در لوبیا می‌شود.

اثر متقابل تنش خشکی × نیتروژن بر ارتفاع نشان داد که مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری نرمال باعث تولید گیاهانی بلند قامت می‌شود در حالیکه در شرایط تنش خشکی شدید در همه سطوح نیتروژن ارتفاع بوته کمترین مقدار را دارا بود (شکل ۸).

Ebadi et al (2006) نیز با بررسی اثر نیتروژن و تنش خشکی بر گیاه سویا گزارش نمودند که ارتفاع بوته با اعمال نیتروژن افزایش یافت، در حالیکه تحت شرایط تنش خشکی ارتفاع گیاه کاهش یافت. چنین به نظر می‌رسد که ارتفاع ساقه با افزایش مصرف نیتروژن، از طریق افزایش طول میانگره و افزایش تولید مواد فتوسنتزی صورت بگیرد.



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی × ژنوتیپ بر ارتفاع بوته لوبیا

REFERENCES

- Ahmadi A., & Baker D.A. (1999). Effects of abscisic acid (ABA) on grain filling process in wheat. *Plant Growth Regul.*, 28, 187-197.
- Anibal, R. L., Ginzalez, P., Hernandez, A. & Favelukes, G. (2000). Comparison of drought tolerance in nitrogen fixing and inorganic nitrogen-grown common Beans, *Plant Science*, 154, 31-41.
- Ayaz, S., Mcknezie, A.B., Hill, G.D. & Mcneil, D.L. (2004). Nitrogen distribution in four grain legumes. *Journal of Agricultural Science*, 142, 309-317.

4. Bahavar, N., Ebadi, A., Tobeh, A. & Jamaati-e-Somarini, Sh. (2009). Effects of nitrogen application on growth of irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress in hydroponic condition. *Research journal of environmental sciences*, 3(4), 448-455.
5. Bayat, A.A., Sepehri, A., Ahmadvand, G. & Dorri, H.R. (2010). Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(1), 42- 54 (in Persian).
6. Behboudian, M.H., Ma, Q., Turner, N.C. & Palta, J.A. (2001). Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1288-1291.
7. Boutraa, T., & Sanders, F.E. (2001). Influence of Water Stress on Grain Yield and Vegetative Growth of Two Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agronomy & Crop Science*, 187, 251-257.
8. Chassemi, F., Jakeman, A.J. & Nix, M.A. (1995). *Salinization of land and water resources*. University of New South Wales Press LTD.
9. Chuan Lee, M., Chio-Mei, S. & Shan-Tai, A. (1999). The effect of different nitrogen application levels on the growth and yield of Adzuki bean inoculated with rhizobia. Research Bulletin of KAOHSIUNG District Agricultural Improvement Station. Volume 10, Number 2.
10. Ebadi, A., Tobe, A., Karbala'ee Khiavi, H. & Khodadoost, Z. (2006). Effects of mineral nitrogen consumption on soybean yield and yield components in water deficit conditions. *Pajouhesh & Sazandegi*, 71, 51-57.
11. Emam, Y., Shekoofa, A., Salehi, F., & Jalali, A.H. (2010). Water Stress Effects on Two Common Bean Cultivars with Contrasting Growth Habits. *American-Eurasian J Agric & Environ Sci*, 9(5), 495-499.
12. Hayati, R., Egli, D.B. & Brander, S.J. (1996). Independence of nitrogen supply and seed growth in soybean. *J Exp Bot*, 47, 33-40.
13. Jalilian, J., Modarres Sanavy, S.A.M. & Sabaghpour, S.H. (2005). Effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars under dry land condition. *J Agric Sci Natur Resour*, 12(5), 1-9.
14. Jones, H.G. (1980). *Interaction and integration of adaptive response to water stress*. Royal Science Society of London, Series B 273, 193-205.
15. Kocon, A. (2003). Effect of nitrogen utilization from urea applied in leaves and in soil by wheat and bean. *Acta Agrophysica*, 85, 55-63.
16. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R. & Davies, S.L. (1999). Physiological Responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*, 11(3), 279-291.
17. Levitt, J. (1992). *Responses of plant to environmental stress. II- water, radiation, salt and other stresses*. Academic press, New York.
18. Lhuillier, A., Munier, G. & Bertand, N. (1999). Influence of nitrogen availability on seed nitrogen accumulation in pea. *Crop Sci*, 39, 1741-1748.
19. Machado Neto, N.B. & Durães, M.A.B. (2006). Physiological and biochemical response of common bean varieties treated with salicylic acid under water stress. *Crop Breed Appl Biotech*, 6, 269-277.
20. Majnoon Hoseini, N. (2008). *Grain Legume Production*. Jihad-Daneshgahi Pub. University of Tehran. 283 pages (In Farsi).
21. McKenzie, R.H., Middleton, A.B., Seward, K.W., Gaudiel, R., Wildschut, C. & Bremer, E. (2001). Fertilizer responses of dry bean in southern Alberta. *Can J Plant Sci*, 81, 343-350.
22. Molina, J.C., Moda-Cirino, V., da Silva Fonseca Júnior N., de Faria, R.T., & Destro, D. (2001). Response of common bean cultivars and lines to water stress. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1(4), 363-372.
23. Moradi, A. (2005). *Physiological response of Mungbean to severe and moderate water stress applied at different growth stage*. M.Sc. thesis, University of Tehran (In Farsi).
24. Nazeri, M. (2005). *Study on response of triticale (X Triticosecale Wittmack) genotypes to water limited conditions at different developmental stages*. Ph.D. thesis, University of Tehran (In Farsi).
25. Nielsen, D.C. & Nelson, N.O. (1998). Black bean sensitivity to water stress at various stage. *Crop Sci*, 38, 422-427.
26. Parsa, M. & Bagheri, A. (2008). *Pulses*. Mashhad University (In Farsi).
27. Rosales-Serna, R. & Kohashi-Shibata, J. (2003). Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought- stressed common bean cultivars. *Field Crop Research*, 85, 203-211.
28. Saman, M., Sepehri, A., Ahmadvand, G., & Sabbaghpoor, S.H. (2010). Effect of terminal drought on yield and yield components of five chickpea genotypes. *Iranian. J Field Crops Sci*, 41(2), 259-269.
29. Sinclair, T.R. & de Wit, C.T. (1999). Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. *Science*. 38:565-567.
30. Szilagyi, L. (2003). Influence of drought on seed yield components in common bean. *Bulg J Plant*

- Phisio*, 320-330.
31. Thomas, M., Robertson J. & Fukai, S. (2003). The effect of timing and severity of water deficit on growth, development, yield accumulation and nitrogen fixation on mungbean. *Field Crop Research*, 86, 67-80.
 32. Tize, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. Third edition.