"مجله علوم زراعي ايران"

جلد هشتم، شماره ۳، پاييز ۱۳۸۵

تاثير تنش خشكي و نژادهاي باكتري ***Bradyrhizobium japonicum*** بر عملكرد دانه و صفات وابسته به آن در سويا (رقم كلارك) در بروجرد

Effect of drought stress and strains of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) in Borujerd

امين فرنيا[۱]، قربان نورمحمدي[۲]، احمد نادري[۳]، فرخ درويش[٤] و اسلام مجيدي‌هروان[٥]

چكيده

فرنيا، ا.، ق. نورمحمدي، ا. نادري، ف. درويش و ا. مجيدي هروان. ۱۳۸۵. تاثير تنش خشكي و نژادهاي باكتري *Bradyrhizobium japonicum* بر عملكرد دانه و صفات وابسته به آن در سويا (رقم كلارك) در بروجرد. مجله علوم زراعي ايران. جلد هشتم، شماره ۳، صفحه: ۲۱۴-۲۰۱.

به منظور ارزيابي عملكرد دانه و صفات وابسته به آن در رقم كلارك سويا در شرايط تنش‌خشكي و همچنين كارآيي نژادهاي مختلف باكتري *Bradyrhizobium japonicum*، آزمايشي به صورت اسپليت‌پلات در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي با سه تكرار در دو سال زراعي ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در ايستگاه تحقيقات كشاورزي بروجرد اجرا شد. تيمارهاي آبياري در چهار سطح شامل خشكي، تنش ملايم (۸۵% نياز آبي گياه)، تنش متوسط (۷۰% نياز آبي گياه)، تنش شديد (۵۵% نياز آبي گياه) و آبياري معمولي (شاهد) به عنوان عامل اصلي و سه نژاد باكتري *Bradyrhizobium japonicum* به نام‌هاي هلي‌نيترو، ريزوكينگ، نيتراژين به همراه تيمار بدون تلقيح با باكتري (شاهد) به عنوان عامل فرعي، منظور گرديدند. مقدار آب آبياري از طريق برآورد نياز آبي گياه و تشت تبخير، محاسبه و اعمال گرديد. تلقيح بذرها با باكتري، در زمان كاشت انجام گرفت. عملكرد بيولوژيك، عملكرد دانه، شاخص برداشت و وزن صد دانه تعيين شد. نتايج حاصله نشان داد كه تفاوت عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك در سطوح مختلف تنش و همچنين در مقايسه تنش خشكي با شرايط معمولي آبياري معني‌دار بود. بالاترين عملكرد دانه (۴۵۸ گرم در مترمربع) و عملكرد بيولوژيك (۸۷۰ گرم در مترمربع) در شرايط آبياري معمولي از نژاد باكتري هلي‌نيترو به دست آمد. با اعمال تنش، تفاوت ميان كارآيي نژادهاي باكتري تغيير يافت، در تنش ملايم، عملكرد دانه (۴۲۸ گرم در مترمربع) و عملكرد بيولوژيك (۸۳۰ گرم در مترمربع) و در تنش متوسط عملكرد دانه (۳۵۹ گرم در مترمربع) و عملكرد بيولوژيك (۷۹۰ گكرم در مترمربع) بيشتري از فعاليت نژاد ريزوكينگ حاصل گرديد كه نشان‌دهنده توانايي اين نژاد در شرايط تنش بود، اما در تنش شديد تفاوت قابل‌ملاحظه‌اي بين نژادهاي باكتري مشاهده نشد. بنابراين در شرايط متفاوت محيطي، با شناخت باكتري‌هاي سازگار با شرايط مذكور، كاهش خسارت ناشي از عدم واكنش باكتري در شرايط سخت محيطي امكان‌پذير است.

كلمات كليدي: سويا، تنش خشكي، نژادهاي *Bradyrhizobium japonicum*، عملكرد دانه, اجزاي عملكرد دانه.

تاريخ دريافت: ۸۵/۵/۲۹

ـ اين مقاله بخشي از رساله دوره دكتري زراعت (فيزيولوژي گياهان زراعي) نگارنده اول، دانشجوي واحد علوم و تحقيقات دانشگاه آزاد اسلامي است.

۱ـ مربي، دانشگاه آزاد اسلامي واحد بروجرد (مكاتبه كننده)

۲ و ۴ـ استاد، واحد علوم و تحقيقات دانشگاه آزاد اسلامي

۳ـ استاديار، مركز تحقيقات كشاورزي صفي آباد، دزفول

۵ـ استاد، مؤسسه تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سویا یکی از محصولات روغنی و مهم‌ترین لگوم دانه‌ای جهان به شمار می‌آید. سهم سویا در تولید روغن در جهان در سال ۲۰۰۴ میلادی نزدیک به ٦٠درصد کل تولید است، بنابراین عوامل مؤثر بر عملکرد این گیاه حائز اهمیت هستند (Anon., 2004).

تجزیه و تحلیل عملکرد، یک روش قدیمی است که مورد توجه بسیاری از متخصصان به‌نژادی است. اجزای عملکرد سویا شامل تعداد گیاه در مترمربع، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه است (Shibles and Weber, 1989; Egli and Zhemwen, 2001). اجزای عملکرد دانه تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی قرار می‌گیرند و محقق را در توجیه علت کاهش یا افزایش عملکرد یاری می‌کنند و مستقل از یکدیگر نیستند به طوری که افزایش یک جزء اغلب باعث کاهش در اجزای دیگر می‌شود. در اکثر مواقع با افزایش تعداد بوته در مترمربع، تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد، به هر حال تعداد دانه در مترمربع و متوسط وزن دانه، تعیین‌کننده عملکرد دانه سویا است (Kane and Grabu, 1993). همچنین عملکرد دانه سویا با تعداد غلاف‌های تولیدکننده دانه در واحد سطح در ارتباط است و تعداد غلاف‌های تولیدکننده دانه با تعداد گل‌هایی که به غلاف تبدیل می‌شوند، متناسب است. بنابراین عملکرد دانه وابسته به تعداد گل‌های تولید شده بوده و با ریزش گل یا غلاف رابطه عکس دارد (Xubao and Pantiefu, 1990). یکی از اجزای عملکرد حساس به تنش خشکی، تعداد غلاف در بوته است. با توجه به حساسیت ارقام سویا و نژاد باکتری *Bradyrhizobium* به تنش خشکی، تعداد گل‌های ریزش یافته و غلاف‌های تولید شده متفاوت است و عملکرد دانه به شدت کاهش می‌یابد همچنین عملکرد دانه همبستگی نزدیکی با شدت تنش خشکی دارد (McCallum *et al*., 2000). تعداد دانه در غلاف، جزء مؤثر در تعیین عملکرد دانه سویا است (Garner, 1998).

این عامل در کنترل ژنوتیپ گیاه بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (O'Hara *et al*., 1988; Garner, 1998). وزن دانه با توجه به ژنوتیپ گیاه متغیر است و تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل آب مورد نیاز گیاه، تثبیت نیتروژن و ... قرار می‌گیرد (Callaham and Torrey, 1978). تنش خشکی موجب کاهش وزن دانه می‌گردد که به دلیل تأثیر بر فتوسنتز جاری گیاه و مقدار مواد انتقال یافته به دانه است (Eduerdo *et al*., 1993). با کاهش رطوبت قابل استفاده گیاه در خاک، مقدار تثبیت نیتروژن کاهش یافته و ماده خشک کمتری تولید می‌شود، همبستگی مثبت بین رطوبت قابل دسترس خاک و مقدار تثبیت نیتروژن گزارش شده است. از طرف دیگر، همبستگی معنی‌دار بین ماده‌خشک تولید شده و عملکرد دانه وجود دارد (Ravari and Hum, 2003). نژادهای مختلفی از باکتری *Bradyrhizobium japonicum* موجود است که کارآیی متفاوتی از نظر مقدار تثبیت نیتروژن دارند (Abel & Erdman, 1964). قدرت همزیستی باکتری با گیاه و نیتروژن تثبیت شده تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل آب، تهویه خاک، مواد غذایی موجود در خاک، درجه‌حرارت خاک و سایر عوامل قرار می‌گیرد (Boonkerd and Weber, 1987).

از طرف دیگر، تنش خشکی یکی از عوامل مؤثر بر تثبیت نیتروژن گیاه است که به طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر مقدار کربوهیدرات تولید شده در گیاه و انتقال آن به ریشه، بر تثبیت نیتروژن تأثیر می‌گذارد و در نتیجهٔ کمبود نیتروژن در گیاه صفات مختلف از جمله عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ravari and Hum, 2003). در برخی مناطق، زراعت سویا در دوره‌هایی از رشد با تنش خشکی مواجه می‌شود. بنابراین تعیین اثرات تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی این گیاه حائز اهمیت بوده و در ایران کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از اجرای این تحقیق، تعیین اثر تنش خشکی بر عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

دانـه و اجـزای آن و همچنـین انتخـاب نـژاد بـاکتری *Bradyrhizobium Japonicum* مقـاوم‌تـر در ایـن شـرایط است.

مواد و روش‌ها

ایـن تحقیـق بـه صـورت کـرت‌هـای خـرد شـده (اسپلیت‌پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامـل تـصادفی بـا سـه تکـرار در سـال‌هـای زراعـی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد اجرا گردید. عامـل اصلی آزمایش شامل آبیاری معمولی و سـه سـطح تـنش خشکی، تنش ملایم (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)، تـنش متوسـط (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)، تنش شدید (۵۵٪ نیاز آبـی گیـاه) و عامل‌فرعی شامل‌سه نژادباکتری برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم به نام‌های هلی‌نیترو، ریزوکینگ، نیتراژین به همراه تیمـار بدون تلقیح با باکتری (شاهد) بود. در این تحقیق از رقـم کلارک استفاده شد. مقدار آب آبیاری و تیمارهای تنش خشکی از طریق برآورد نیاز آبی گیاه و تشت تبخیـر، بـر اسـاس روابـط زیـر (Doorenbos and Oruitt, 1977) محاسبه و اجرا شد (جدول۱).

$$ET_o = E_p \cdot K_p$$

که در این فرمول:

ET_o. تبخیر و تعرق گیاه مرجع

K_p. تبخیر روزانه از تشت تبخیر پن

E_p. ضریب تشت تبخیر (۰/۷۵)

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

ET_c. مصرف روزانه آب سویا

K_c. ضریب گیـاه زراعـی کـه مقـدار آن از شـکل(۱) بـه دست می‌آید.

$$AW = FC - PWP$$

AW. رطوبت‌قابل‌استفاده گیاه

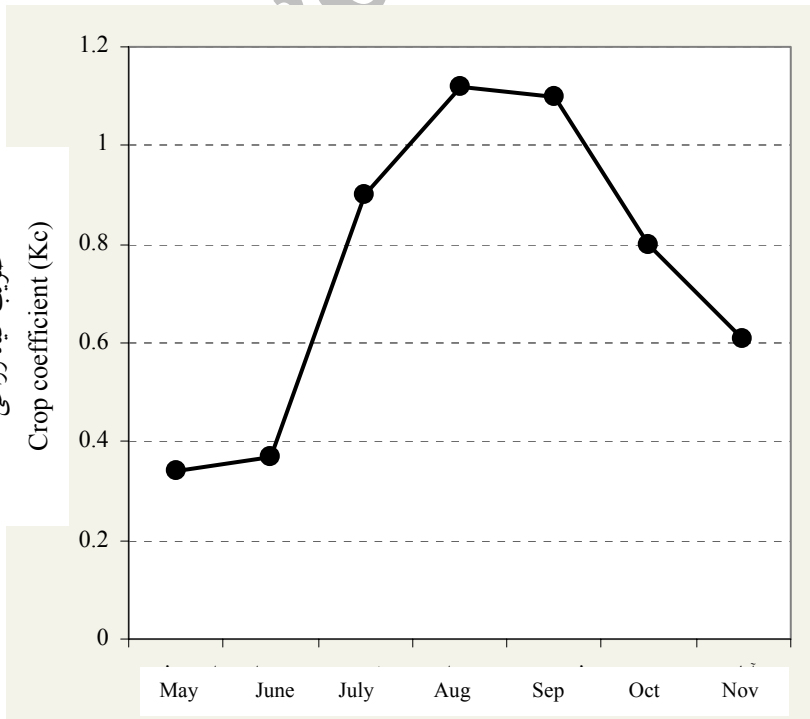
FC. ظرفیت زراعی خاک

PWP. نقطه پژمردگی دائم

$$RAW = f \cdot AW$$

RAW. رطوبت خاک قبل از آبیاری

f. آب موجود در خاک که حداکثر محـصول بـه دسـت مـی‌آیـد، بـرای سـویا ۷۰٪ رطوبـت قابـل‌اسـتفاده خـاک است.



نمودار (۱). ضریب گیاه زراعی (Kc) برای سویا

Fig. 1. Crop coefficient (K_c) of soybean

www.SID.ir

$dn = (FC - RAW)As.D / 100$

dn. آب مورد نیاز گیاه

As. جرم مخصوص ظاهری خاک

D. عمق نفوذ ریشه (بر اساس نمونه‌برداری‌های صورت گرفته ۶۰ سانتی‌متر منظور شد).

$N= dn / ETc$

N. دور آبیاری

آبیاری کلیه تیمارها تا ۳۰ روز پس از کاشت به طور یکنواخت انجام شد، بعد از این زمان، تیمار تنش اعمال گردید. تلقیح بذر با باکتری در زمان کاشت انجام گرفت. توصیه مقدار مصرف باکتری، یک پاکت ۳۰۰ گرمی به ازای ۶۰ کیلوگرم بذر است که برای نژادهای مورد استفاده، یکسان منظور گردید. تاریخ کاشت هر دو سال آزمایش ۲۰ اردیبهشت بود. تراکم گیاه ۳۳ بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش شامل پنج‌خط کشت به فاصله ۰/۶ متر و طول شش متر بود. کلیه مراقبت‌های زراعی به صورت یکنواخت بر کرت‌های آزمایشی اعمال گردید.

جدول ۱- مقدار آب مورد نیاز هر کرت آزمایشی در طول دوره رشد طی سال‌های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳

Table 1. Water requirement per plot in 2003 and 2004 growing seasons

سال Year	نیاز آبی Water requirement ($m^3.ha^{-1}$)	آبیاری معمولی هر کرت Control irrigation ($m^3.18m^{-2}$)	تنش ملایم (۸۵٪ نیاز آبی هر کرت) Low stress (85% water requirement per plot) ($m^3.18m^{-2}$)	تنش متوسط (۷۰٪نیاز آبی هر کرت) Medium stress (70% water requirement per plot) ($m^3.18m^{-2}$)	تنش شدید (۵۵٪ نیاز آبی هر کرت) High stress (55% water requirement per plot) ($m^3.18m^{-2}$)
2003(۱۳۸۲)	7666	16.55	14.51	12.46	10.42
2004(۱۳۸۳)	7734	17.59	14.95	12.31	9.68

در زمان رسیدگی محصول، خط وسط هر کرت با حذف حواشی در سطح یک مترمربع از سطح خاک قطع شد. پس از جدا کردن دانه‌ها از کل محصول، وزن دانه و کاه و کلش تعیین و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از روابط مربوطه محاسبه گردیدند:

عملکرد دانه = (وزن‌دانه × ۱۰۰۰۰) / سطح‌برداشت

عملکرد کاه و کلش = (وزن‌کاه و کلش × ۱۰۰۰۰) / سطح برداشت

عملکرد بیولوژیک = عملکرد دانه+ عملکرد کاه و کلش

شاخص برداشت = (عملکرد دانه / عملکرد بیولوژیک) × ۱۰۰

به منظور تعیین اجزای عملکرد دانه، در زمان رسیدگی محصول، پنج‌بوته برداشت و تعداد غلاف در هر بوته، متوسط تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط صد دانه، تعیین گردید. تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن صد دانه انجام گرفت. اثرات تنش خشکی، نژادهای مختلف باکتری برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم و اثر متقابل آنها ارزیابی شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب عملکرد دانه و صفات مربوط به آن تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم، در جدول (۲) نشان داده شده است. اثر سال و اثر متقابل تیمارهای آبیاری در سال، اثر متقابل نژاد باکتری در سال و اثر متقابل تیمارهای آبیاری در نژاد باکتری در سال برای کلیه صفات معنی‌دار نشد، که دلیل آن یکسان بودن تقریبی شرایط محیطی و زراعی در دو سال آزمایش بود. اثر تیمارهای آبیاری، اثر

Archive of SID

www.SID.ir

نژادهای باکتری و اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در جداول (۳، ۴ و ۵) نشان داده شده است. در شرایط تیمارهای آبیاری با افزایش شدت تنش، تمام صفات کاهش معنی‌داری را نشان دادند.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield and associated characteristics

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات Ms			
			عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن صد دانه Hundred grain weight (g)
			P≤α	P≤α	P≤α	P≤α
Year (Y)	سال	1	4057686.2^{ns}	473016.4^{ns}	4.22^{ns}	105160.95^{ns}
Error (E_a)	خطای a	4	4875605.1	78673.1	180.45	71131.12
Irrigation (I)	آبیاری	3	53364938.4**	5571541.4**	234.45**	312925.62**
Y × I	سال × آبیاری	3	163309.1^{ns}	46101.4^{ns}	0.245^{ns}	5868.75^{ns}
Error (E_b)	خطای b	12	300431.1	26584.8	31.451	6765.89
Strains (S)	نژاد باکتری	3	2544623.1**	271774.4**	68.891**	157225.21**
I × S	آبیاری × نژاد باکتری	9	1034880.1**	103304.5**	8.534**	14754.62**
Y × S	سال × نژاد باکتری	9	9132.8^{ns}	587.4^{ns}	0.018^{ns}	184.21^{ns}
Y × I × S	سال × آبیاری × نژاد باکتری	9	1024.5^{ns}	1334.7^{ns}	0.175^{ns}	512.35^{ns}
Error c (E_c)	خطای c	48	276532.1	19645.4	3.981	3784.45
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		11.68	12.08	7.1	15.45

* and **: Significant at 1% and 5% levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns. Non significant

ns: غیر معنی دار.

۱. تعداد غلاف در بوته:

یکی از اجزای عملکرد دانه سویا که تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت، تعداد غلاف در بوته بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته در شرایط آبیاری معمولی به دست آمد، در تنش خشکی و با افزایش شدت تنش، تعداد زیادی از گل‌ها و غلاف‌ها، ریزش یافتند و تعداد غلاف تشکیل یافته در بوته کاهش یافت (جداول ۳، ۴ و ۵). تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار (r = ۰/۹۷) و نقش به سزایی در تعیین عملکرد دانه داشت (نمودارهای ۲ و ۳). توانایی رقم کلارک سویا در تشکیل جوانه‌های گل و غلاف‌ها بسیار بالا بود، اما دستیابی به این ظرفیت به شرایط داخلی گیاه و مخصوصاً شرایط محیطی بستگی دارد. تیمارهای آبیاری و کاربرد نژادهای مؤثر باکتری یکی از موارد تعیین‌کننده‌ای است که می‌تواند تغییرپذیری تعداد غلاف‌ها در شرایط تنش خشکی و در نتیجه تغییرات عملکرد دانه را توجیه کند. بر اساس نتایج کولر و همکاران (Koller *et al.*, 1980) عوامل محیطی از جمله تنش خشکی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد که اثر آن عمدتاً بر تعداد غلاف

Archive of SID

www.SID.ir

در بوته، گزارش شده است. با افزایش شدت تنش خشکی، ارقام سویا دارای سازگاری متفاوتی هستند، در شرایط مذکور با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها، قدرت انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی گیاه کاهش یافته و عملکرد دانه کاهش محسوسی نشان می‌دهد (Jain, 1986).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در سطوح مختلف آبیاری

Table 3. Mean comparison of grain yield and associated characteristics under irrigation treatments

Irrigation	آبیاری	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن صد دانه Hundred grain weight (g)
Full irrigation	آبیاری کامل	810 a	389 a	48 a	10.4 a
Mild stress	تنش ملایم	761 b	368 b	48 a	9.5 ab
Moderate stress	تنش متوسط	742 c	295 c	40 b	8.5 bc
Severe stress	تنش شدید	630 d	223 d	35 c	7.6 cd

میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن تحت تاثیر نژادهای باکتری

Table 4. Mean comparison of grain yield and associated characteristics with strains of bacterium treatments

Strains of bacterium	نژاد باکتری	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن صد دانه Hundred grain weight (g)
Helinitro	هلی نیترو	830 a	375 a	43 b	10.7 a
Rizoking	ریزوکینگ	780 b	366 ab	47 a	9.7 b
Nitragin	نیتراژین	742 c	317 c	42 bc	8.7 c
Control	بدون باکتری	646 d	216 d	33 c	7.8 d

میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

۲. تعداد دانه در غلاف:

تعداد دانه در غلاف یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه سویا است. این جزء از عملکرد دانه نسبت به سایر اجزا یعنی تعداد غلاف در بوته و وزن دانه، نسبت به تنش خشکی و کاربرد نژادهای باکتری از ثبات بیشتری برخوردار بود (جداول ۳، ۴ و۵) و بنابراین عمدتا تحت کنترل ژنوتیپ گیاه بود و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفت که دلیل آن را می‌توان ثابت بودن تعداد تخمک‌های موجود در غلاف، ذکر کرد. در این تحقیق، تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار (r =۰/۸۹) داشت (نمودارهای ۲ و ۳)، با توجه به همبستگی مثبت تعداد دانه در مترمربع با عملکرد دانه و اینکه تعداد دانه در مترمربع برآیندی از تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف است، بنابراین تغییرات عملکرد دانه را نسبت به تعداد دانه در غلاف می‌توان توجیه کرد. تنش خشکی در اوایل گل‌دهی سبب اندکی کاهش در تعداد غلاف در بوته می‌گردد، زیرا گل‌دهی در ارقام سویا با رشد نامحدود

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در اثرمتقابل تیمارهای مختلف آبیاری و نژادهای باکتری

Table 5. Mean comparison of grain yield and associated characteristics in irrigation × strains of bacterium treatments

	Treatment تیمار	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن صد دانه Hundred grain weight (g)
آبیاری معمولی Full irrigation	Helinitro هلی‌نیترو	870 a	458 a	52 a	11.5 a
	Rizoking ریزوکینگ	853 b	433 b	50 b	11.2 b
	Nitragin نیتراژین	848 c	392 c	47 c	11.1 b
	Control بدون باکتری	770 d	273d	32 d	11.1 b
تنش ملایم Mild stress	Helinitro هلی‌نیترو	822 b	423 b	51 b	10.1 a
	Rizoking ریزوکینگ	830 a	428 a	52 a	10.0 a
	Nitragin نیتراژین	795 c	355 c	43 c	10.2 a
	Control بدون باکتری	759 d	265 d	34 d	9.9 a
تنش متوسط Moderate stress	Helinitro هلی‌نیترو	780 ab	339 b	41 b	10.0 a
	Rizoking ریزوکینگ	790 ab	359 ab	47 a	9.8 ab
	Nitragin نیتراژین	760 c	294 c	38 c	9.5 b
	Control بدون باکتری	700 d	187 d	27 d	8.1 c
تنش شدید Severe stress	Helinitro هلی‌نیترو	670 a	246 b	35 b	9.2 a
	Rizoking ریزوکینگ	685 a	281 a	42 a	8.4 b
	Nitragin نیتراژین	610 b	230 b	35 b	8.1 b
	Control بدون باکتری	525 c	136 c	26 c	7.1 c

میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and in each group of treatments, with similar letters are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

طی یک دوره طولانی انجام می‌شود و گیاه با تولید گل بیشتر در اواخر دوره گل‌دهی، خسارت کمبود آب را می‌تواند جبران کند، اما درصورتی که کمبود ادامه داشته باشد عملکرد دانه کاهش شدیدی‌نشان می‌دهد (Egli and Zhemwen, 2001).

۳. وزن صد دانه:

تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری تاثیر مهمی بر وزن صد دانه سویا داشتند. با اعمال تنش خشکی وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار نشان داد، این کاهش با عدم کاربرد باکتری محسوس‌تر گردید (جداول ۳، ۴ و۵). به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

معمولی نژاد باکتری هلی‌نیترو با افزایش تثبیت نیتروژن، تولید ماده‌خشک گیاه را افزایش داد و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها انتقال یافت، وزن دانه افزایش معنی‌داری نشان داد. در تیمارهای تنش خشکی کارآیی نژاد هلی‌نیترو کاسته شد و نژاد ریزوکینگ برتری یافت اما در نهایت به دلیل کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، وزن صد دانه کاهش یافت. تغییرات وزن صد دانه نسبت به تغییرات عملکرد دانه کمتر بود (جداول ۳، ۴ و۵). از طرف دیگر کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را می‌توان به ریزش زودتر برگ‌ها و کوتاه شدن دوره تشکیل و پر شدن دانه‌ها مرتبط دانست (Vasilas and Nelson, 1992).

۴. عملکرد دانه:

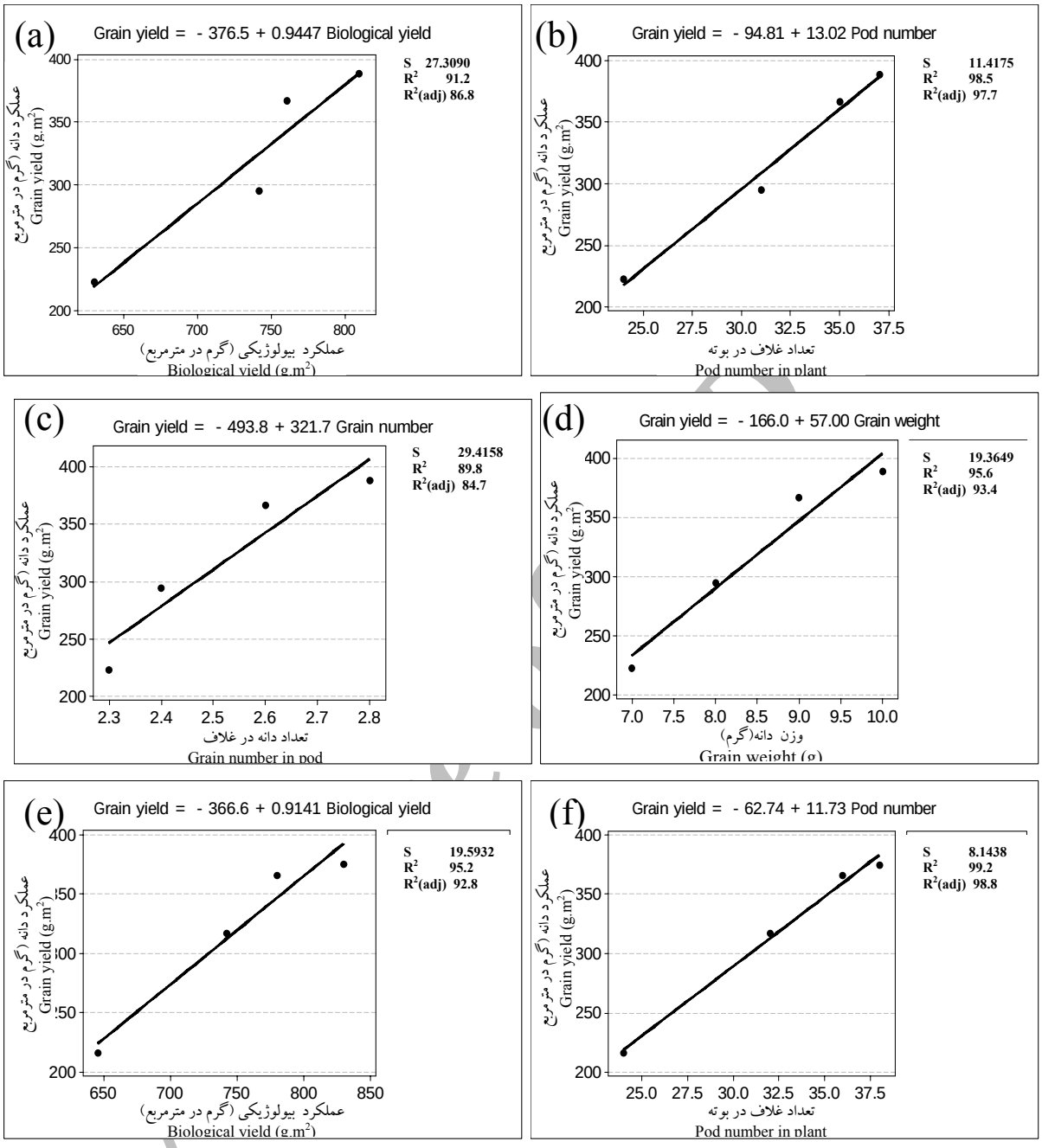
بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی (۴۵۸ گرم در مترمربع) به دست آمد. تیمارهای تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه گردیدند (جدول ۳ و نمودار ۴). با استفاده از نژادهای باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم بالاترین عملکرد دانه به ترتیب از دو نژاد هلی‌نیترو (۳۷۵ گرم در مترمربع) و ریزوکینگ (۳۶۶ گرم در مترمربع) به دست آمد (جدول۴). در شرایط آبیاری معمولی، نژاد هلی‌نیترو با افزایش تثبیت نیتروژن، سطح فتوسنتزکننده بیشتری را تولید و عملکرد بیولوژیک بالاتری را به خود اختصاص داد، با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = ۰/۹۵$) بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، نژاد هلی‌نیترو عملکرد دانه بیشتری تولید کرد (نمودارهای ۲ و ۳). با کاربرد و افزایش شدت تنش، قدرت فعالیت و تثبیت این نژاد کاهش یافت، در این شرایط نژاد ریزوکینگ فعالیت بیشتری داشت و عملکرد دانه بیشتری را نشان داد (جدول ۵). با توجه به نتایج به دست آمده از اثرات متقابل آبیاری و نژادهای باکتری، نژاد هلی‌نیترو در شرایط مساعد مزرعه کارآیی بیشتری داشت، ولی به نظر می‌رسد نسبت به تنش خشکی حساس بوده و فعالیت آن بر اثر تنش کاهش یافت. نژاد ریزوکینگ تحمل بیشتری به تنش داشت و عملکرد دانه بیشتری به دست داد. نتایج این تحقیق با یافته‌های برمر و کسل (Bremer and Kessel, 1990)، که در آزمایش بر روی ارقام عدس تحت تأثیر نژادهای باکتری، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه متفاوتی را گزارش دادند، مطابقت دارد. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ارقام سویا تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه و نژادهای ریزوبیوم قرار می‌گیرد. برخی از نژادهای باکتری برادی‌ریزوبیوم دارای کارآیی بیشتری هستند و ماده‌خشک بیشتری تولید می‌گردد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۵).

۵. عملکرد بیولوژیک:

اثر ساده آبیاری و نژادهای باکتری و اثر متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری مناسب (۸۱۰ گرم در مترمربع) به دست آمد و با اعمال تنش خشکی از مقدار تولید ماده‌خشک گیاه کاسته شد. همچنین با استفاده از باکتری نسبت به عدم تلقیح با باکتری، گیاه ماده‌خشک بیشتری تولید کرد و نژادهای باکتری نیز در تثبیت نیتروژن و در نتیجه تولید ماده خشک متفاوت عمل کردند، به طوری که در شرایط آبیاری معمولی نژاد هلی‌نیترو به دلیل تثبیت بیشتر نیتروژن، سطح برگ بیشتری تولید کرد که منجر به افزایش ماده‌خشک گردید، اما نژاد هلی‌نیترو نسبت به تیمارهای خشکی حساس بود و نژاد ریزوکینگ سازگاری بهتری نسبت به شرایط تنش نشان داد و ماده‌خشک بیشتری تولید گردید، به طوری که در دو سطح تنش ملایم و متوسط نژاد ریزوکینگ با تولید ۴۲۸ گرم در مترمربع و ۳۵۹ گرم در مترمربع نسبت به نژاد هلی‌نیترو با تولید به ترتیب ۴۲۳ گرم در مترمربع و ۳۳۹ گرم در مترمربع، برتری یافت. اما در تنش شدید با توجه به کاهش تولید مواد فتوسنتزی و ارسال آن به ریشه به نظر می‌رسد از تثبیت نیتروژن نژادهای باکتری به

Archive of SID

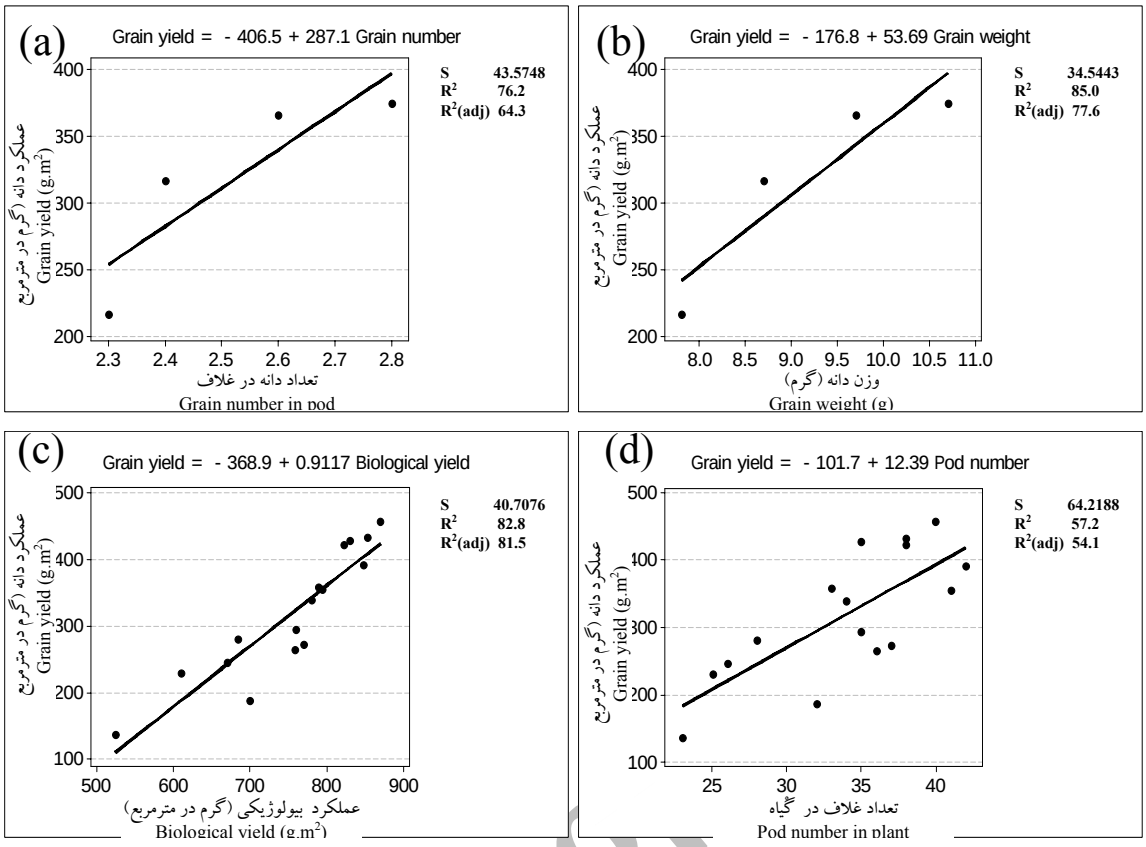
www.SID.ir



نمودار ۲- رابطه بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن a. عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، b. عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر تیمارهای آبیاری، c. عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر تیمارهای آبیاری، d. عملکرد دانه و وزن دانه تحت تاثیر تیمارهای آبیاری، e. عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تحت تاثیر نژادهای باکتری، f. عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر نژادهای باکتری)

Fig. 2. Relationships between grain yield and associated characteristics. (a. Biological & grain yield under irrigation treatments, b. Grain yield & pod number per plant under irrigation treatments, c.Grain yield & Grain number per pod under irrigation treatments, d. Grain yield & grain weight under irrigation treatments, e. Biological & grain yield under bacteria strains, f. Grain yield & pod number per plant under bacteria strains)

www.SID.ir



نمودار ۳- رابطه بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن. (a. عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر نژادهای باکتری، b. عملکرد دانه و وزن دانه تحت تاثیر نژادهای باکتری، c. عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تحت اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری، d. عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته تحت اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری

Fig. 3. Relationships between grain yield and associated characteristics. (a. Grain yield & Grain number per pod under bacteria strains, b. Grain yield & grain weight under bacteria strains, c. Biological & grain yield under interaction of irrigation & bacteria strains treatments, d. Grain yield & pod number per plant in irrigation × bacteria strains treatments)

شدت کاسته شد، به همین دلیل تفاوتی بین کارآیی نژادهای باکتری و در نتیجه تولید ماده خشک مشاهده نگردید (جداول ۳، ۴ و ۵). در شرایط تنش خشکی، روزنه‌های برگ نیمه‌بسته می‌شوند و این امر تبادلات گازی گیاه را محدود می‌کند و با کاهش فتوسنتز گیاه، وزن‌خشک گیاه نیز کاهش می‌یابد. عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌دار (r =۰/۹۵) داشت و به تنهایی در عملکرد و صفات وابسته به آن کاهش عملکرد دانه را نسبت به تنش خشکی و نژادهای باکتری توجیه کرد (نمودارهای ۲ و ۳). نتایج به دست آمده با یافته‌های راون (Raven, 1995) مطابقت داشت. بر این اساس تنش خشکی از دو طریق منجر به کاهش تولید ماده خشک گیاه می‌گردد:

۱ـ با بسته شدن روزنه‌های گیاه فتوسنتز کاهش می‌یابد،

۲ـ با کاهش فتوسنتز جاری گیاه و انتقال آن به ریشه و گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، تثبیت نیتروژن نیز کاهش می‌یابد که این امر کاهش تولید ماده خشک را تشدید می‌کند.

۶. شاخص برداشت:

تأثیر تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری و اثر متقابل این دو عامل بر شاخص‌برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). در تیمار آبیاری، بیشترین شاخص‌برداشت با آبیاری معمولی به دست آمد، که به

Archive of SID
www.SID.ir

دلیل افزایش تولید عملکرد دانه بود، با اعمال تنش‌خشکی، به دلیل ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و همچنین کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش یافت و این کاهش نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیکی بیشتر بود. به همین دلیل شاخص برداشت، کاهش یافت و هرچه تنش خشکی شدیدتر گردید شاخص برداشت، کاهش بیشتری نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که نژاد هلی‌نیترو به دلیل تثبیت نیتروژن بیشتر و در نتیجه تولید ماده خشک و عملکرد دانه بالاتر، در شرایط مطلوب آبیاری بهترین شاخص برداشت دانه را داشت و نژاد ریزوکینگ با افزایش تثبیت نیتروژن در شرایط تنش خشکی نسبت به سایر نژادهای باکتری، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار داد و گیاه با استفاده از آن با افزایش تولید ماده‌خشک، عملکرد دانه بیشتری تولید کرد (جداول ۴ و ۵). بنابراین با توجه به این که، مقدار تثبیت نیتروژن توسط نژادهای باکتری برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم متفاوت (Bairley, 1988) و مقدار نیتروژن موجود در گیاه تأثیر مثبتی در شاخص‌برداشت سویا دارد (Bairley, 1988 ; Jain, 1986)، عدم کاربرد باکتری (تیمار شاهد)، منجر به کاهش شاخص‌برداشت گیاه می‌گردد (Bremer and Kessel, 1990).

با توجه به نتایج این تحقیق، عملکرد دانه سویا تابعی از تعداد دانه در مترمربع و وزن‌دانه بود و تعداد دانه در مترمربع نیز برآیندی از تراکم بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بود. تغییرات عملکرد دانه سویا را می‌توان عمدتاً تحت کنترل تعداد غلاف در مترمربع دانست، که با ایجاد تغییرات عوامل گیاهی همانند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و عوامل محیطی از جمله تنش خشکی، این جزء از عملکرد دانه به دلیل ریزش گل و یا غلاف به شدت کاهش می‌یابد و عملکرد دانه را متاثر می‌سازد. تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد سویا بود، در نتیجه کاهش تعداد دانه در مترمربع، به دلیل کاهش تعداد غلاف در مترمربع حاصل گردید. قدرت همزیستی رقم سویا با نژاد باکتری از عوامل تعیین‌کننده در مقدار تثبیت نیتروژن است. عوامل محیطی در این امر نقش به سزایی دارند (Unkovich and Pate, 2000). مقدار رطوبت موجود در خاک از عوامل مؤثر بر مقدار تثبیت نیتروژن است، نقش اولیه آن در کاهش تولید اسیمیلات و انتقال آن به ریشه و نقش ثانویه، اثر مستقیم بر باکتری‌های همزیست موجود در ریشه، گزارش شده است (Peoples *et al*., 2002). بر اساس نتایج حاصل، می‌توان استنباط کرد که واکنش نژادهای باکتری برادی‌ریزوبیوم‌ژاپونیکوم در رطوبت‌های مختلف خاک، متفاوت بوده است. برخی از نژادها از قدرت سازگاری و ثبات بیشتری برخوردار بودند، نژادهای ریزوکینگ و نیتراژین در شرایط تنش، تثبیت نیتروژن بیشتری انجام دادند که منجر به افزایش تولید عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردیدند. این نتایج با گزارش پیپلز و همکاران (Peoples *et al*., 1995) منطبق بود. سینگلتون و همکاران (Singleton *et al*., 1992) بیان داشتند که بعد از سپری‌شدن مراحل اولیه تنش خشکی، گیاه اسیمیلات بیشتری را به ریشه‌ها برای رشد ریشه و دستیابی به منابع جدید آب، انتقال می‌دهد. تثبیت نیتروژن بعد از کاهش اولیه، افزایش می‌یابد، اما با ادامه تنش، از قدرت تثبیت، کاسته می‌گردد. کمبود رطوبت در مرحله رشد رویشی سویا، باعث کاهش میزان رشد و نمو گیاه می‌شود. کمبود آب در حد ٤- بار، رشد را به میزان ۲۵ درصد کاهش می‌دهد. فتوسنتز در مقایسه با رشد برگ حساسیت کمتری به کمبود آب نشان می‌دهد (Bairley, 1988).

به طور کلی، تنش‌خشکی در مراحل اولیه با بستن روزنه‌ها سبب کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد. کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه و مخصوصاً گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، باعث کاهش تثبیت نیتروژن می‌شود که این امر کاهش تولیدات فتوسنتزی گیاه را تشدید می‌کند. با توجه به رابطه مستقیم بین فتوسنتز، تنفس و تثبیت نیتروژن، در این آزمایش عوارض تنش خشکی در زمان رشد رویشی به صورت رشد کم

Archive of SID

www.SID.ir

برگ‌ها، قطر کم ساقه و کوتاهی ارتفاع بوته ظاهر گردید که با کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت دانه همراه بود. نتایج حاصل با گزارش‌های برد و هور (Beard and Hoover, 1971)، پیپلز و همکاران (Peoples *et al.*, 1995) و هوگز و هریج (Hughes and Herridge, 2002) مطابقت داشت.

با توجه به نتایج این تحقیق، تنش‌خشکی موجب کاهش تثبیت نیتروژن در تمام نژادهای باکتری مورد آزمایش گردید. نژاد هلی‌نیترو در شرایط آبیاری مناسب تثبیت نیتروژن بیشتری را انجام داد و منجر به افزایش تولید عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه شد، اما در تیمارهای تنش خشکی، نژاد ریزوکینگ کارآیی بیشتری داشت. بنابراین در مناطقی که بروز تنش خشکی امکان‌پذیر است استفاده از این نژاد توصیه می‌شود. کاهش عملکرد دانه عمدتاً در کنترل تعداد غلاف در بوته است و هر عامل تاثیرگذار بر این جزء عملکرد، موجب تغییرات عملکرد دانه می‌شود.

منابع مورد استفاده References

حیدری‌شریف‌آبادی، ح. و ع. ایران‌منش. ۱۳۷۵. تأثیر سوش ریزوبیوم بر روی رشد و تثبیت ازت ارقام یونجه‌های دیم. مجله پژوهش و سازندگی. ۳۰: ۷۷-۷۵.

Anon. 2004. Soybeam. American Society of Soybean.

Bairley, L. D. 1988. Influence of single strains a commercial mixture of *Bradyrhizobium japonicum* on growth, nitrogen accumulation and nodulation of two early maturing soybean cultivars. Can. J. Plant Sci. 68: 411-418.

Beard, B. H. and R. M. Hoover. 1971. Effect of nitrogen on nodulation and yield of irrigated soybeans. Agron. J. 63: 815-816.

Boonkerd, N. and D. F. Weber. 1987. Influence of *Rhizobium japonicum* strains and inoculation methods on grow in rhizobia. Agron. J. 70: 547-549.

Bremer, E. and C. V. Kessel. 1990. Selection of *Rhizobium leguminosarum* strains for lentil under growth room and field conditions. Plant and Soil. 121: 47-56.

Callaham, D. A. and J. G. Torrey. 1978. Isolation and cultivation in vitro of the actinomycete causing root nodulation in competition. Crop Sci. 199: 899-902.

Doorenbos, J. and W. O. Oruitt. 1977. Crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper. 24: 20-50.

Eduerdo, E., J. Esculante and R. W. Wilcox. 1993. Variation in seed protein among nodes of normal and high protein soybean genotypes. Agron. J. 75: 590-595.

Egli, B. D. and Y. Zhemwen. 2001. Crop growth rate and seed per unit area in soybean,. Agron. J., 31: 439-442.

Garner, E. R. 1998. Genotypic variation of nitrogen fixation in soybean. Crop Sci. 161, 123-128.

Hughes, R. M. and D. F. Herridge. 2002. Effect of tillage on yield, nodulation and N_2 fixation of soybean in far north-coastal New South Wales. Aust. J. Expt. Agric. 229: 671-677.

Jain, H. K. 1986. Eighty years of post- Mendelian breeding for crop yield: Nature of selection pressures and future potential. Indian. J. Genet. 46: 30-53.

Kane, M. U. and L. J. Grabu. 1993. Early planted, early maturing soybean cropping system: growth, development and yield. Agron. J. 84: 769-779.

Archive of SID

www.SID.ir

Koller, H. R., W. E. Nyquist and I. S. Kourosh. 1980. Growth analysis of soybean community. Crop Sci. 10: 215-218.

McCallum, M. H., M. B. Peoples and D. J. Connor. 2000. Contribution of nitrogen by field pea (*Pisum sativum L.*) in a continuous cropping sequence compared with lucerne (*Medicago sativa L.*). Based Pasture Ley in the Victorian Wimmera. Aust. J. Agric. Res. 51: 13-22.

O'Hara, G. W., N. Boonkerd and M. J. Dilworth. 1988. Mineral constraints to nitrogen fixation. Plant and Soil. 108: 93-110.

Peoples, M. B., R. R. Gault, G. J. Scammell, B. S. Dear, J. Virgona, G. A. Sandral, J. Paul, E. C. Wolfe and J. F. Angus. 2002. Effect of pasture management on the contributions of fixed N to the N economy of ley-farming systems. Aust. J. Agric. Res. 49: 459-474.

Peoples, M. B., R. R. Gault, B. Lean, J. D. Sykes and J. Brockwell. 1995. Nitrogen fixation by soybean in commercial irrigated crops of Central and Southern New South Wales. Soil Biology and Biochemistry. 27: 553-561.

Ravari, V. and D. J. Hum. 2003. Performance of a superior *Bradyrhizobium japonicum* and selected *Sinorhizobium ferdii* strain with soybean cultivar. Agron. J., 84: 1051-1056.

Raven, J. A. 1995. Regulation of pH and generation of osmolarity in vascular land plant. New Phytol., 101: 52-77.

Shibles, R. M. and C. R. Weber. 1989. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybeans planting pattern. Crop Sci. 6: 55-59.

Singleton, P. W., B. B. Bohlool and P. L. Nakao. 1992. Legume response to rhizobial inoculation in the tropics. SSA and ASA, Special Publication. 29: 135-155.

Unkovich, M. J. and J. S. Pate. 2000. An appraisal of recent field measurements of symbiotic N_2 fixation by annual legumes. Field Crops Research. 65: 211-228.

Vasilas, B. L. and R. L. Nelson. 1992. N2-fixation, dry matter and N accumulation in soybean lines with different seed fill-periods. Can. J. Plant Sci. 12: 1067-1074.

Xubao, B. and E. Pantiefu. 1990. Ecotypes and regionalization of wild and cultivated soybean. Agr. Sci. China. 25: 95-98.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of drought stress and strains of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) in Borujerd

A. Farnia[1], G. Noormohamadi[2], A. Naderi[3], F. Darvish[4] and I. Majidi Hervan[5]

ABSTRACT

Farnia, A., G. Noormohammadai, A. Naderi, F. Darvish and I. Majidi Hervan. 2006. Effect of drought stress and strains of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. clark) in Borujerd. Iranian Journal of Crop Sciences. Vol. 8, No. 3, pp 201-214.

In order to evaluate grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) under the conditions of drought stress and *Bradyrhizobium japonicum* strains, an experiment was carridout in 2003 & 2004 cropping seasons, using split plot arrangements based on randomized complete block design with three replications in Agriculture Research Statioin of Borujerd, Iran. Irrigation levels were assigned to the main plots (four levels); full irrigation, mild stress (85% plant water requirement), moderate stress (70% plant water requirement), severe stress (55% plant water requirement). Sub-plots were *Bradyrhizobium japonicum* strains (four levels); control, Helinitro, Rizoking, Nitragin. The amount of irrigation water was calculated using plant water requirement and the atmometer. At planting seeds were inoculated with bacterium strains. Biological yield, grain yield, harvest index and hundred grain weight was measured and determined. Results indicated that grain yield was different under stress and full irrigation conditions. In full irrigation condition maximum grain yield (458 $g.m^{-2}$) and biological yield (870 $g.m^{-2}$) were produced by Nitragin strain. Under stress conditions, the efficiency of strains was not different under mild and moderate stresses. Higher grain and biological yield obtained by Rizoking strain. Therefore, this strain had better adaptation to modrate drought stress condition, however in severe drought stress no difference among bacterium strains was observed.

Key words: Soybean, Drought stress, *Bradyrhizobium japonicum*, Grain yield, Yield components.

Archive of SID

Received: August, 2006

1- Ph. D. Student, Science and Research Unit. Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding author)
2- Professor, Science and Research Unit. Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Assistant professor, Safiabad Agriculture Research Center, Dezful, Iran.
4- Professor, Science and Research Unit. Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5- Professor, Agriculutral Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran.

www.SID.ir