

## تأثیر تنش خشکی و نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کمی و کیفی سویا رقم کلارک

امین فرنیاء\*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بروجرد، ایران.  
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.

### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد دانه، درصد پروتئین و درصد روغن رقم کلارک سویا در شرایط تنش خشکی و هم‌چنین کارایی نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح تنش خشکی، تنش ملایم (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)، تنش متوسط (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)، تنش سخت (۵۵٪ نیاز آبی گیاه) و آبیاری مطلوب (شاهد) به عنوان عامل اصلی و سه نژاد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به نام‌های هلی‌نیترو، ریزوکینگ، نیتراژن و تیمار بدون تلقیح با باکتری (شاهد) به عنوان سطوح عامل فرعی، منظور گردیدند. تیمارهای آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه و تشتک تبخیر محاسبه و اجرا شد. در زمان کاشت تلقیح بذور با باکتری صورت گرفت. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن دانه در واحد سطح، درصد پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه در واحد سطح بودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و درصد روغن و درصد پروتئین دانه در شرایط مطلوب آبیاری و تنش خشکی، معنی‌دار گردید. نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم دارای عکس‌العمل متفاوتی بودند. در شرایط آبیاری مطلوب، نژاد هلی‌نیترو با تثبیت بیشتر نیتروژن، عملکرد دانه و درصد پروتئین بالاتر و درصد روغن کمتری را تولید نمود، اما با توجه به عملکرد دانه بیشتر، افزایش عملکرد روغن در مترمربع حاصل شد. با اعمال تنش خشکی به دلیل کاهش تثبیت نیتروژن، عملکرد دانه کاهش و درصد روغن افزایش یافت و با توجه به کاهش بیشتر عملکرد دانه، عملکرد روغن در واحد سطح، کاهش یافت. تحت شرایط تنش خشکی ملایم و متوسط نژاد ریزوکینگ از کارایی بیشتری برخوردار بود، در تنش سخت به دلیل کاهش شدید تولید مواد فتوسنتزی گیاه و کاهش اکسیژن مورد نیاز تنفس گره‌های ریشه، تفاوت معنی‌داری در بین نژادهای باکتری مشاهده نشد. در مجموع با کاهش رطوبت مورد نیاز سویا در خاک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین دانه در مترمربع کاهش یافت که به دلیل کاهش نیتروژن موجود در گیاه و در نتیجه کاهش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه بود.

واژه های کلیدی: سویا، تنش خشکی، ریزوبیوم ژاپونیکوم، عملکرد دانه

\* نویسنده مسئول: E-mail: afarnia@yahoo.com

## مقدمه

با توجه به مصرف سویا در تغذیه انسان و دام، این گیاه به عنوان مهم ترین لگوم دانه ای جهان جهت استخراج روغن، به شمار می آید (۱۷). بر اساس آمار اعلام شده از سوی انجمن سویا در امریکا در سال ۲۰۰۴ کشورهای ایالات متحده، برزیل، چین و آرژانتین تولیدکنندگان عمده سویا بودند و ۹۰ تا ۹۵٪ تولید جهانی متعلق به این چهار کشور است، همچنین از سال ۱۹۷۰ میلادی به بعد، تولید سویا از بقیه گیاهان روغنی پیشی گرفته و سهم سویا در تولید روغن در جهان، از ۳۲٪ در سال ۱۹۶۵ میلادی به بیش از ۶۰٪، در ۲۰۰۴ افزایش یافته است، مجموعه عوامل مهمی که در افزایش سریع تولید سویا مؤثر بوده، مربوط به افزایش مصرف روغن، آرد سویا و فرآورده های جدیدی از این گیاه بوده است. درصد روغن و درصد پروتئین دانه سویا بر اساس وزن خشک آن به ترتیب در حدود ۲۱ و ۴۰ درصد گزارش شده است (۱۷). بر اساس گزارش محققان به نژادی، برخی از ارقام سویا دارای بیش از ۵۰٪ پروتئین می باشند ولی عملکرد دانه آن ها ۱۰ تا ۲۰٪ کمتر از سایر ارقام است، در امریکای شمالی از کانادا تا نواحی واقع در خلیج مکزیک، درصد روغن دو درصد افزایش می یابد ولی مقدار پروتئین تقریباً تغییری نمی کند (ایوانز ۱۹۸۸). افزایش پروتئین یا روغن دانه در واحد سطح از سه طریق افزایش عملکرد دانه در حالی که درصد پروتئین و یا درصد روغن دانه ثابت نگه داشته شود، افزایش درصد پروتئین یا درصد روغن دانه در حالی که میزان عملکرد دانه ثابت نگه داشته شود و افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین یا درصد روغن دانه میسر می گردد (۱۸).

در حال حاضر دانه سویا بر اساس وزن دانه و بدون توجه به مقدار پروتئین یا روغن، خرید و فروش می شود، بنابراین زراعین ترکیبات دانه را در انتخاب رقم در نظر نمی گیرند، در نتیجه اصلاح گران سویا عموماً در تولید ارقام با عملکرد دانه زیاد، فعالیت می کنند و توجه خاصی به مقدار پروتئین یا روغن دانه ندارند (۱۰).

اصلاح نبات برای افزایش پروتئین و روغن دانه در یک رقم، به شکل هم زمان موفقیت آمیز نبوده است، زیرا این دو صفت با یکدیگر رابطه معکوس دارند، افزایش درصد پروتئین معمولاً با کاهش درصد روغن همراه بوده و مقدار پروتئین و روغن دانه تحت تاثیر ژنوتیپ گیاه و عوامل محیطی قرار می گیرد (۴). بر اساس مطالعات نورمحمدی و اهدایی (۱۳۵۳) عملکرد ارقام متوسط رس، خیلی کمتر از ارقام دیررس می باشد، حداکثر میزان پروتئین ۴۱٪ به یکی از ارقام متوسط رس و کمترین میزان، ۳۱٪ به یکی از ارقام دیررس مربوط بوده است، از نظر درصد روغن، بالاترین میزان مربوط به رقم کوکر از ارقام دیررس به میزان ۲۶٪ و پایین ترین مقدار روغن مربوط به رقم لیندازین از ارقام متوسط رس به میزان ۲۱٪ می باشد. کوچکی و همکاران (۱۳۷۰) در مطالعه ای روی چهار رقم ویلیامز، هارکو، زین و یونیسون گزارش کردند که درصد پروتئین در رقم یونیسون کمتر از ارقام دیگر است، از این نظر، سایر ارقام تفاوت معنی داری

نشان ندادند، درصد روغن رقم زین، کمتر از بقیه ارقام بود. بین درصد پروتئین و درصد روغن دانه همبستگی منفی وجود دارد، به ازای هر یک درصد افزایش پروتئین دانه سویا، عملکرد روغن دانه ۱/۶٪ تا ۲٪ کاهش می یابد، هم چنین همبستگی منفی ملایمی بین پروتئین دانه و عملکرد دانه مشاهده می شود (۱۱). افزایش درجه حرارت محیط بدون تاثیر زیاد بر مقدار پروتئین، مقدار روغن را به میزان قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، حداکثر تاثیر دمای روز در اوایل دوره رشد و نمو دانه است و تا زمانی که دانه به نصف حداکثر وزن خود نرسیده است ادامه خواهد داشت (۸).

شرایط نامطلوب نظیر کاشت دیرهنگام، کمبود آب و موادمعدنی (به جز نیتروژن) مقدار روغن را کاهش و پروتئین را افزایش می دهد (۱۷). از عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت دانه سویا، مقدار رطوبت در دسترس گیاه است، بر اساس برآورد صورت گرفته حداکثر کمیت دانه سویا، در ۷۰٪ رطوبت قابل استفاده گیاه حاصل می شود (۱۹). با کاهش رطوبت خاک، درصد روغن کاهش و درصد پروتئین افزایش می یابد و با توجه به کاهش عملکرد دانه، عملکرد روغن در واحد سطح به شکل چشم گیری کاهش می یابد (۱۳). در برخی مناطق، کشت سویا در دوره هایی از رشد با تنش خشکی مواجه می شود تعیین اثرات تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی این گیاه حائز اهمیت می باشد که در کشور کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تغییرات عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی و هم چنین تاثیر نژادهای باکتری بر صفات یاد شده در شرایط تنش خشکی بود، که می توان با شناسایی نژاد باکتری برتر به عملکرد روغن و پروتئین دانه بیشتری دست یافت.

## مواد و روش ها

این تحقیق به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد، اجرا گردید. تیمارهای اصلی آزمایش شامل آبیاری مطلوب و سه سطح تنش خشکی، تنش ملایم (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)، تنش متوسط (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)، تنش سخت (۵۵٪ نیاز آبی گیاه) و سه نژاد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به نام های هلی نیترو، ریزو کینگ، نیتراژن و تیمار بدون تلقیح با باکتری (شاهد)، به عنوان عامل فرعی بر روی رقم کلارک سویا، اعمال گردیدند. مقدار آب آبیاری و تیمارهای تنش خشکی از طریق برآورد نیاز آبی گیاه و تشتک تبخیر، بر اساس روابط مربوطه محاسبه و اجرا شد (جدول ۱).

$$ET_o = E_p \cdot K_p$$

که در این رابطه:

$ET_o$ : تبخیر و تعرق گیاه مرجع

$K_p$ : تبخیر روزانه از طشت تبخیر پن

$E_p$ : ضریب طشت تبخیر (۰/۷۵)

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

$ET_c$ : مصرف روزانه آب سویا

$K_c$ : ضریب گیاه زراعی که مقدار آن از شکل ۱ به دست می آید (دورنبوس و پرویت ۱۹۷۷).

$$AW = FC - PWP$$

$AW$ : رطوبت قابل استفاده گیاه (رطوبت سهل الوصول)

$FC$ : ظرفیت زراعی خاک

$PWP$ : نقطه پژمردگی دائم

$$RAW = f \cdot AW$$

$RAW$ : رطوبت خاک قبل از آبیاری

$f$ : آب موجود در خاک که حداکثر محصول به دست می آید، برای سویا ۷۰٪ رطوبت قابل استفاده خاک است.

$$dn = \frac{(FC - RAW) \cdot As \cdot D}{100}$$

$dn$ : آب مورد نیاز گیاه

$As$ : جرم مخصوص ظاهری خاک

$D$ : عمق نفوذ ریشه (بر اساس نمونه برداری های صورت گرفته ۶۰ سانتی متر منظور شد).

$$N = \frac{dn}{ET_c}$$

$N$ : دور آبیاری

جدول ۱: مقدار آب مورد نیاز هر پلات آزمایشی در سال های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳

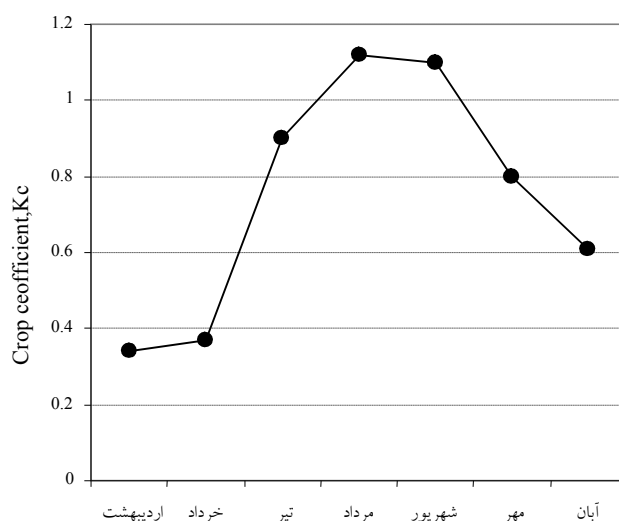
سال زراعی	نیاز آبی ( $m^3 \cdot h^{-1}$ )	آبیاری مطلوب هر پلات ( $m^3 \cdot 18m^{-2}$ )	۸۵٪ نیاز آبی هر پلات ( $m^3 \cdot 18m^{-2}$ )	۷۰٪ نیاز آبی هر پلات ( $m^3 \cdot 18m^{-2}$ )	۵۵٪ نیاز آبی هر پلات ( $m^3 \cdot 18m^{-2}$ )
۱۳۸۲	۷۶۶۶	۱۶/۵۵	۱۴/۵۱	۱۲/۴۶	۱۰/۴۲
۱۳۸۳	۷۷۳۴	۱۷/۵۹	۱۴/۹۵	۱۲/۳۱	۹/۶۸

آبیاری کلیه تیمارها تا ۳۰ روز پس از کاشت به شکل یکنواخت انجام شد، پس از این زمان، تیمارهای تنش خشکی اعمال گردیدند. تلقیح بذر با باکتری در زمان کاشت صورت گرفت. میزان مصرف باکتری یک پاکت ۳۰۰ گرمی به ازای ۶۰ کیلوگرم بذر می باشد و برای نژادهای مورد استفاده، یکسان بود. تاریخ کاشت هر دو سال آزمایش ۲۰ اردیبهشت بود.

تراکم گیاه ۳۳ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کشت به طول شش متر و فاصله ۰/۶ متر بود. کلیه مراقبت های زراعی به صورت یکنواخت روی کرت های آزمایشی اعمال شد. در زمان رسیدگی محصول، ردیف وسط هر پلات با حذف حواشی در سطح یک مترمربع از سطح خاک قطع شد. عملکرد دانه بر اساس رابطه مربوطه تعیین گردید:

$$GY = \text{سطح برداشت} / (\text{وزن دانه} \times 10000)$$

جهت تعیین درصد پروتئین و روغن دانه، نمونه‌هایی به شکل تصادفی از محصول دانه انتخاب و به آزمایشگاه ارسال گردید که با استفاده از روش میکروکجدال و سوکسوله، این عامل‌ها اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه، درصد روغن دانه، عملکرد پروتئین دانه در واحد سطح و عملکرد روغن دانه در واحد سطح انجام گرفت. اثرات تنش خشکی، نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و اثر متقابل دو عامل ارزیابی گردید.



شکل ۱- منحنی تغییرات ضریب گیاهی در ماه‌های مختلف برای سویا

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب عملکرد و صفات کیفی دانه رقم کلارک سویا، تحت تاثیر تیمارهای آبیاری و نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و اثر متقابل آنها در کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های صفات مختلف در جدول ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. حداکثر عملکرد دانه در آبیاری مطلوب حاصل شد. با اعمال تنش خشکی عملکرد دانه کاهش یافت (شکل ۵). کاهش عملکرد دانه به علت کاهش میزان فتوسنتز گیاه بود، که در مراحل اولیه تنش به علت بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش تبادلات گازی گیاه و در مراحل بعدی، عمدتاً به دلیل کاهش تثبیت نیتروژن و در نتیجه کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه و همچنین کاهش طول عمر برگ‌های گیاه بود و در تنش سخت افت عملکرد دانه به حداکثر مقدار خود رسید. اثر تیمار آبیاری بر صفات کیفی دانه سویا نیز معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه مرکب خصوصیات کمی و کیفی رقم کلارک سویا

آزمون F						منابع تغییرات
عملکرد	عملکرد	مقدار	مقدار	عملکرد	درجه	
روغن دانه	پروتئین دانه	روغن دانه	پروتئین دانه	دانه	آزادی	
در واحد سطح	در واحد سطح	دانه	دانه	دانه		
ns	ns	ns	ns	ns	۱	سال
-	-	-	-	-	۴	سال × بلوک
**	**	**	**	**	۳	تیمارهای آبیاری
ns	*	ns	*	*	۳	تیمارهای آبیاری × سال
-	-	-	-	-	۱۲	تیمارهای آبیاری × سال × بلوک
**	**	**	**	**	۳	نژاد باکتری
**	**	**	**	**	۹	باکتری × تیمارهای آبیاری
*	*	ns	ns	ns	۹	باکتری × سال
*	*	ns	ns	ns	۹	باکتری × تیمارهای آبیاری × سال
-	-	-	-	-	۴۸	باکتری × تیمارهای آبیاری × سال × بلوک
۷/۳	۷/۸	۴/۵	۵/۲	۹/۹		ضریب تغییرات (%)

ns، \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪ می باشند

در سطوح تنش خشکی با افزایش شدت تنش، درصد پروتئین افزایش و درصد روغن کاهش یافت، به نظر می رسد افزایش درصد پروتئین دانه تحت تاثیر تنش، به علت کاهش رطوبت گیاه، بسته شدن روزنه ها و در نتیجه افزایش درجه حرارت گیاه می باشد و با توجه به وجود همبستگی مثبت درجه حرارت با درصد پروتئین دانه سویا افزایش درصد پروتئین دانه را می توان توجیه نمود، اما افزایش درصد پروتئین دانه تحت تاثیر تنش خشکی نسبت به کاهش درصد روغن دانه، بیشتر بود، که می تواند به دلیل رابطه مستقیم تنش خشکی با مقدار پروتئین دانه و هم چنین همبستگی منفی ملایم عملکرد دانه با درصد پروتئین دانه و رابطه منفی درصد پروتئین و درصد روغن، باشد. در شرایط تنش خشکی، رطوبت در دسترس گیاه و درجه حرارت افزایش می یابد که با کاهش مقدار عملکرد دانه و افزایش تبدیل اسیمیلات به پروتئین توام می گردد (۳).

اما در تنش سخت به دلیل محدود شدن اسیمیلات تولید شده تمام صفات، عملکرد دانه، درصد روغن دانه کاهش قابل ملاحظه ای را نشان دادند (جدول ۳ و شکل ۴). در شرایط تنش خشکی افزایش درصد پروتئین دانه جبران کاهش عملکرد دانه را نمود و در نتیجه عملکرد پروتئین دانه در مترمربع کاهش یافت (جدول ۵ و شکل ۶).

استفاده از نژادهای باکتری ریزوبیوم نسبت به شاهد در مورد تمام صفات افزایش معنی دار در سطح احتمال ۱٪ را نشان داد (جدول ۲)، در تیمار آبیاری مطلوب، نژاد هلی نیترو از کارایی بیشتری برخوردار

بود و میزان نیتروژن بیشتری را تثبیت و در اختیار گیاه قرار داد و منجر به افزایش سطح فتوسنتزکننده، هم‌چنین افزایش طول عمر برگ‌ها گردید که در نتیجه درصد پروتئین بیشتر و درصد روغن کمتری حاصل شد، اما با توجه به افزایش عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و عملکرد روغن دانه در مترمربع، افزایش یافت. در شرایط تنش خشکی کارآیی نژاد هلی نیترو کاهش و نژاد ریزوکینگ افزایش یافت که منجر به افزایش عملکرد روغن و پروتئین در واحد سطح گردید.

در شرایط آبیاری مطلوب، نژاد هلی نیترو نیتروژن بیشتری را تثبیت و در اختیار گیاه قرار داد که گیاه عملکرد دانه بیشتری را تولید و با توجه به رابطه مثبت بین درصد نیتروژن موجود در گیاه و پروتئین دانه سویا، درصد پروتئین دانه افزایش و با در نظر گرفتن رابطه منفی بین درصد پروتئین و درصد روغن دانه، درصد روغن دانه کاهش یافت (۴ و ۱۷) (شکل ۶).

جدول ۳: تاثیر تیمارهای آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی دانه رقم کلارک سویا

تیمارهای آبیاری	صفات مورد بررسی			
	عملکرد دانه (g.m <sup>-2</sup> )	پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	عملکرد پروتئین (g.m <sup>-2</sup> )
آبیاری مطلوب	۳۸۹	۲۳	۲۱	۹۰
تنش ملایم	۳۶۷	۲۴	۲۰	۸۸
تنش متوسط	۲۹۵	۲۸	۱۸	۸۳
تنش سخت	۲۲۳	۳۰	۱۵	۶۷
LSD(%)	۴/۸	۱/۱	۰/۵	۶/۸

جدول ۴: تاثیر نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کمی و کیفی دانه رقم کلارک سویا

نژادهای باکتری	صفات مورد بررسی			
	عملکرد دانه (g.m <sup>-2</sup> )	پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	عملکرد پروتئین (g.m <sup>-2</sup> )
هلی نیترو	۳۷۵	۳۲	۱۹	۱۲۰
ریزوکینگ	۳۶۶	۳۰	۱۹	۱۱۰
نیتراژن	۳۱۷	۲۶	۲۱	۸۲
بدون باکتری	۲۱۶	۱۷	۲۳	۳۷
LSD(%)	۴/۹	۱/۴	۰/۵	۷/۲

نتایج این تحقیق با یافته‌های برمر و کسل (۱۹۹۰) در خصوص کارآیی متفاوت نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در شرایط تنش خشکی، مطابقت داشت. آن چه مسلم است کاهش رطوبت خاک منجر به تخصیص اسیمیلات کمتری به باکترئیدهای موجود در گره‌های ریشه می‌شود و باعث کاهش

تثبیت نیتروژن شده و رشد اندام های هوایی می گردد و نژادهای باکتری که توانایی سازگاری با منابع محدود اسیمیلات در گره را دارند از قدرت پایداری بیشتری در شرایط خشکی خاک برخوردار می باشند. همچنین عملکرد و کیفیت دانه سویا تحت تاثیر ژنوتیپ گیاه و نژادهای باکتری ریزوبیوم قرار می گیرد و کیفیت دانه با توجه به میزان نیتروژن موجود در گیاه تعیین می گردد و با افزایش میزان نیتروژن در گیاه مقدار پروتئین افزایش و مقدار روغن کاهش می یابد (۹) (شکل های ۲ و ۳) و همبستگی منفی و معنی دار بین پروتئین دانه با روغن دانه مشاهده شد (شکل ۴)، عوامل محیطی از جمله درجه حرارت و رطوبت در دسترس گیاه تاثیرگذار می باشند (۵).

به نظر می رسد تنش خشکی از دو طریق بر کمیت و کیفیت دانه سویا اثر می گذارد یکب با بسته شدن روزنه ها و کاهش فتوسنتز و اسیمیلات کمتری به دانه ها منتقل و عملکرد دانه کاهش می یابد، دیگری با تاثیر بر تثبیت نیتروژن، نیتروژن مورد نیاز گیاه تامین نمی شود و کاهش عملکرد دانه و درصد روغن و پروتئین دانه مشهود می گردد (شکل ۵). چنان که مک کالم و همکاران (۲۰۰۰) و هم چنین پپلز و همکاران (۲۰۰۲) بر این نکته تاکید نموده اند که کاهش کمیت و کیفیت دانه سویا به دلیل کاهش نیتروژن موجود در گیاه تحت تاثیر تنش خشکی می باشد.

تحت تاثیر تنش خشکی و نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم، تغییرات درصد پروتئین با درصد روغن دانه سویا همبستگی منفی و معنی دار را نشان داد (شکل ۴). تنش خشکی بر مقدار روغن اثر بیشتری نسبت به مقدار پروتئین دانه می گذارد و کاهش بیشتری در درصد روغن دانه مشاهده گردید (۱۴). در تیمارهای تنش خشکی با افزایش شدت تنش میزان پروتئین افزایش و مقدار روغن دانه کاهش یافت (شکل های ۵ و ۶)، با توجه به این که با کاهش رطوبت مورد نیاز گیاه دوره پرشدن دانه کوتاه می شود و همچنین ساخت و ذخیره سازی پروتئین در دانه در اوایل دوره پر شدن اتفاق می افتد، مدت زمان لازم برای ذخیره سازی روغن در دانه، کاهش یافته و به همین دلیل است که در تنش خشکی سویا با افزایش پروتئین دانه و کاهش روغن دانه، مواجه می شود. هم چنین سویا قسمت اعظم نیتروژن گیاه را در مرحله پرشدن دانه ها، به سمت دانه منتقل می نماید (۱۶).

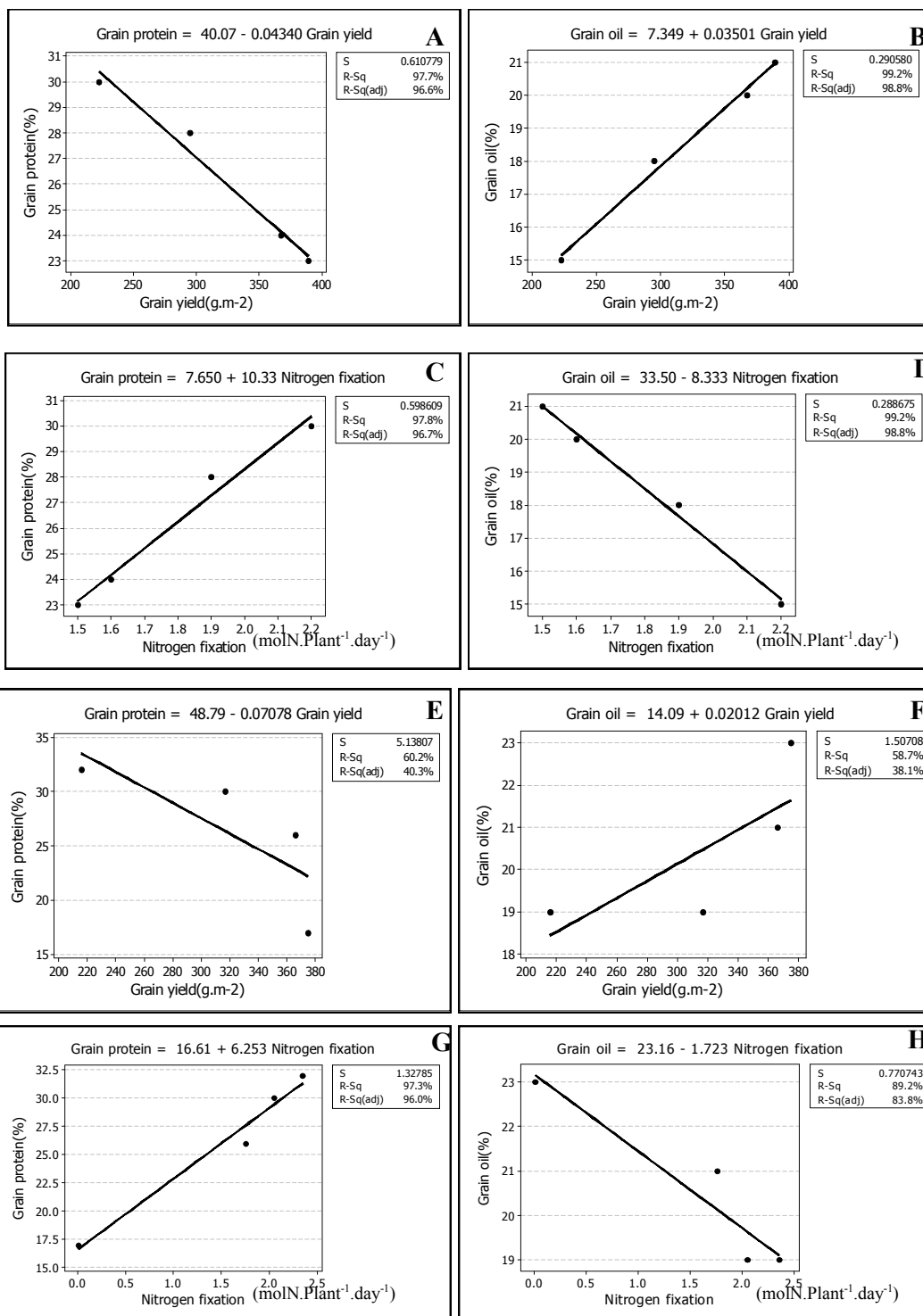
بنابراین در شرایط تنش خشکی انتقال مواد فتوسنتزی و از جمله نیتروژن موجود دچار اختلال می شود و منجر به کاهش عملکرد دانه می گردد. از طرف دیگر، در تولید روغن و پروتئین دانه، اسیمیلات به شدت مصرف می شود (۱۱) و تنش خشکی که باعث کاهش تولید و انتقال اسیمیلات در گیاه می شود درصد روغن و پروتئین دانه را کاهش می دهد (شکل ۶). تولید یک گرم روغن در دانه نیاز به سه گرم گلوکز، تولید یک گرم پروتئین در دانه نیاز ۲/۵ گرم گلوکز و تولید یک گرم کربوهیدرات در دانه نیاز به ۱/۲ گرم گلوکز دارد (۳).



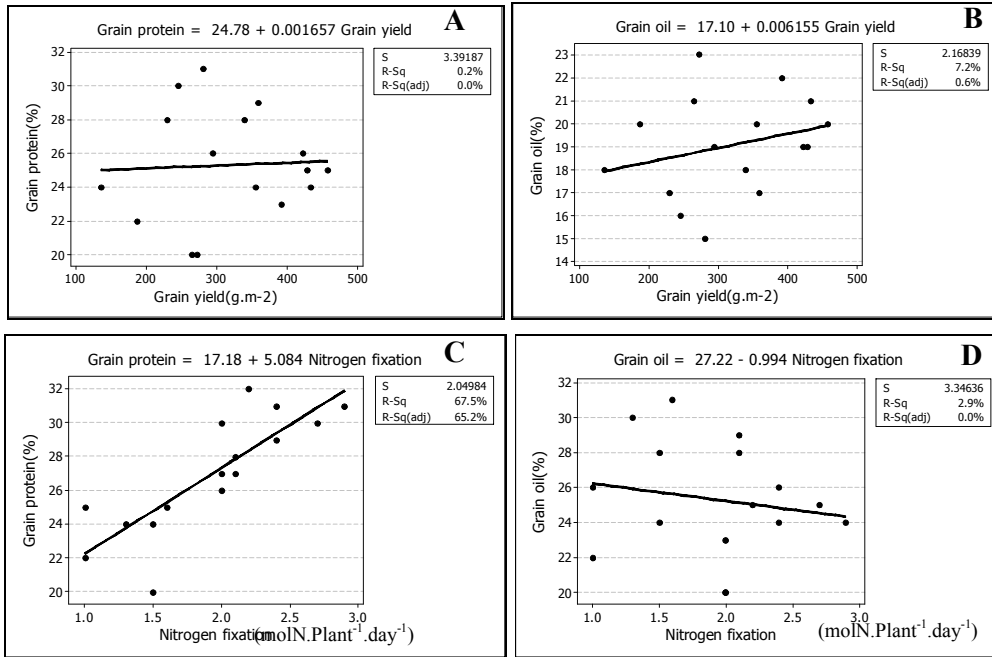
جدول ۵: اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری بر خصوصیات کمی و کیفی دانه رقم کلارک سویا

صفات مورد بررسی					
تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه (g.m <sup>-2</sup> )	پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	عملکرد پروتئین (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد روغن (g.m <sup>-2</sup> )
هلی نیترو	۴۵۸	۲۵	۲۰	۱۱۶	۹۲
ریزوکینگ	۴۳۳	۲۴	۲۱	۱۰۴	۹۱
نیتراژن	۳۹۲	۲۳	۲۲	۹۰	۸۶
بدون	۲۷۳	۲۰	۲۳	۵۵	۶۳
باکتری					
هلی نیترو	۴۲۳	۲۶	۱۹	۱۱۰	۸۰
ریزوکینگ	۴۲۸	۲۵	۱۹	۱۰۷	۸۱
نیتراژن	۳۵۵	۲۴	۲۰	۸۵	۷۱
بدون	۲۶۵	۲۰	۲۱	۵۳	۵۶
باکتری					
هلی نیترو	۳۳۹	۲۸	۱۸	۹۴	۶۱
ریزوکینگ	۳۵۹	۲۹	۱۷	۱۰۴	۶۴
نیتراژن	۲۹۴	۲۶	۱۹	۷۶	۵۶
بدون	۱۸۷	۲۲	۲۰	۴۱	۳۷
باکتری					
هلی نیترو	۲۴۶	۳۰	۱۶	۷۴	۳۹
ریزوکینگ	۲۸۱	۳۱	۱۵	۸۷	۴۲
نیتراژن	۲۳۰	۲۸	۱۷	۶۴	۳۹
بدون	۱۳۶	۲۴	۱۸	۳۲	۲۴
باکتری					
LSD(%)	۷/۶	۱/۲	۰/۶	۸/۲	۳/۴

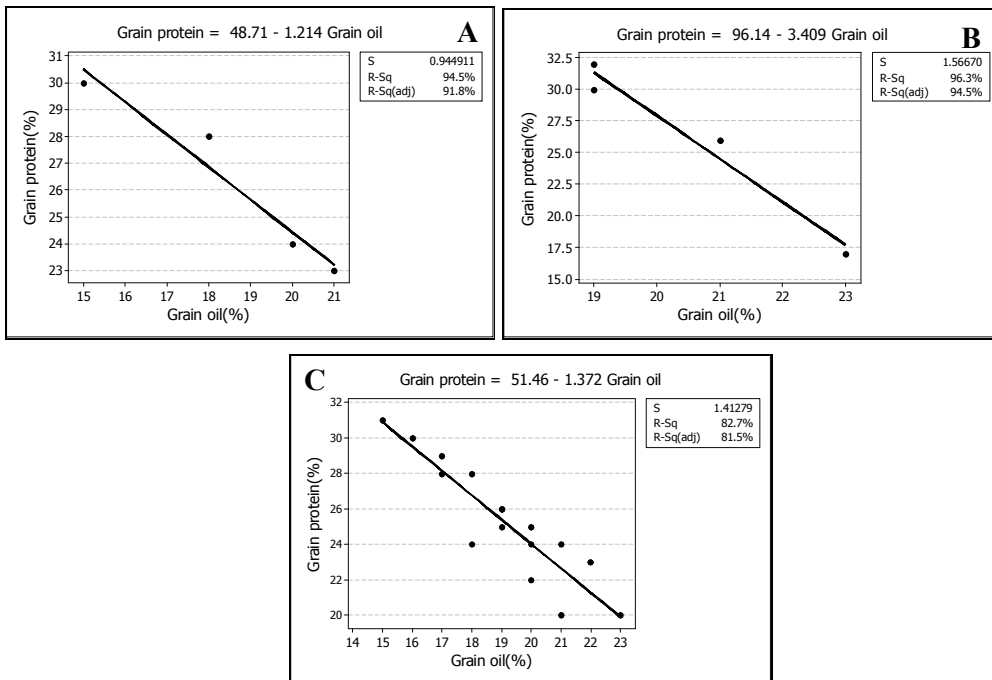
به طور کلی، اعمال تنش خشکی با کاهش تثبیت نیتروژن نژادهای باکتری مورد آزمایش همراه بود، اما نژاد ریزوکینگ از قدرت سازگاری بیشتری نسبت به شرایط تنش خشکی برخوردار بود که منجر به افزایش عملکرد روغن در مترمربع گردید و می توان جهت دستیابی به حداکثر عملکرد روغن در واحد سطح، در شرایط مساعد رطوبتی نژاد هلی نیترو و در شرایطی که وقوع تنش خشکی محتمل می باشد نژاد ریزوکینگ را پیشنهاد نمود. بنابراین با بررسی عوامل مختلف محیطی می توان تغییرات کمیت و کیفیت دانه سویا را ارزیابی نمود.



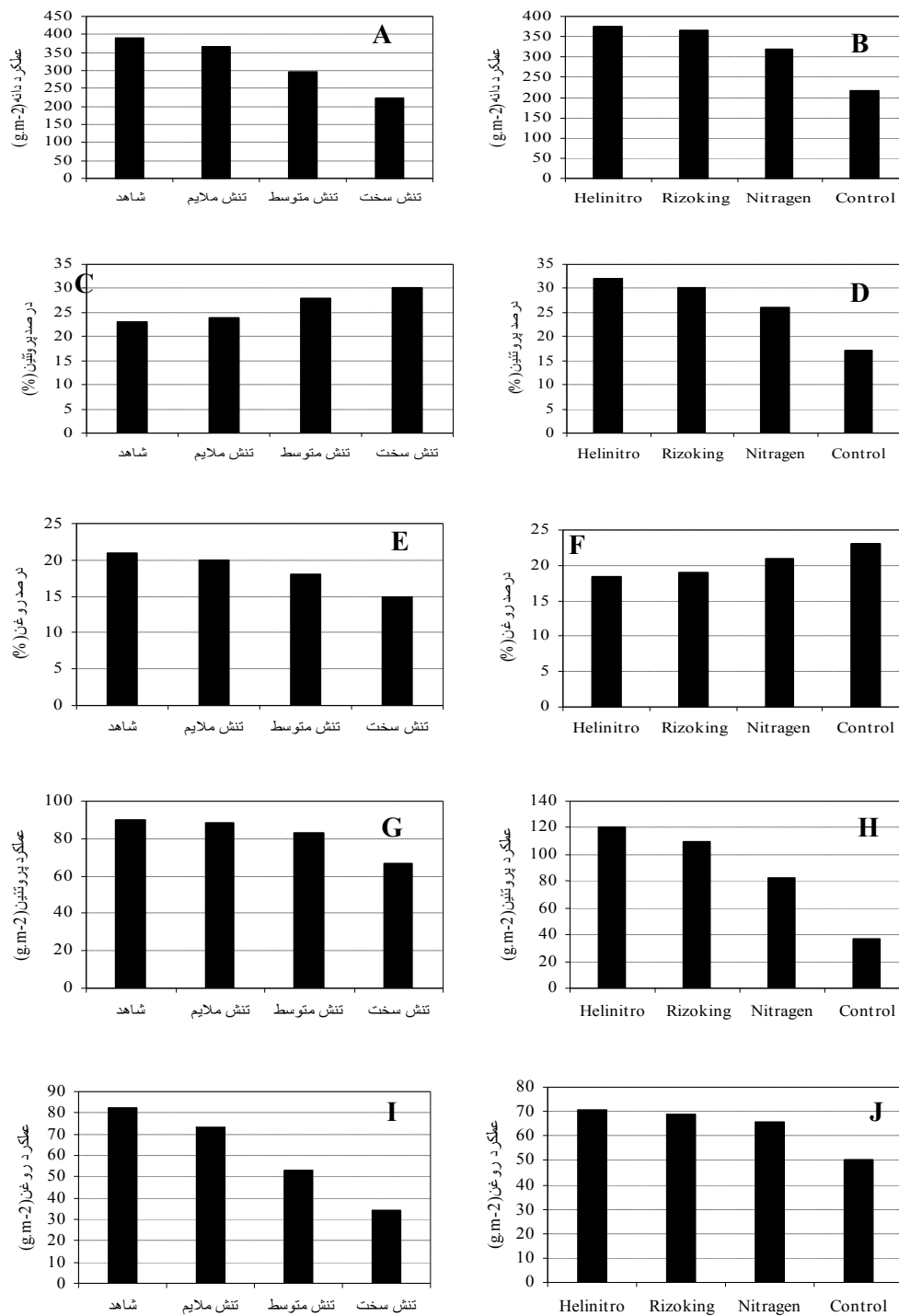
شکل ۲- روابط رگرسیونی بین خصوصیات کمی و کیفی رقم کلارک سویا: اثر تیمارهای آبیاری بر A: عملکرد دانه با درصد پروتئین دانه، B: عملکرد دانه با درصد روغن دانه، C: تثبیت نیتروژن با درصد پروتئین دانه، D: تثبیت نیتروژن با درصد روغن دانه) و (اثر نژادهای باکتری بر E: عملکرد دانه با درصد پروتئین دانه، F: عملکرد دانه با درصد روغن دانه، G: تثبیت نیتروژن با درصد پروتئین دانه، H: تثبیت نیتروژن با درصد روغن دانه)



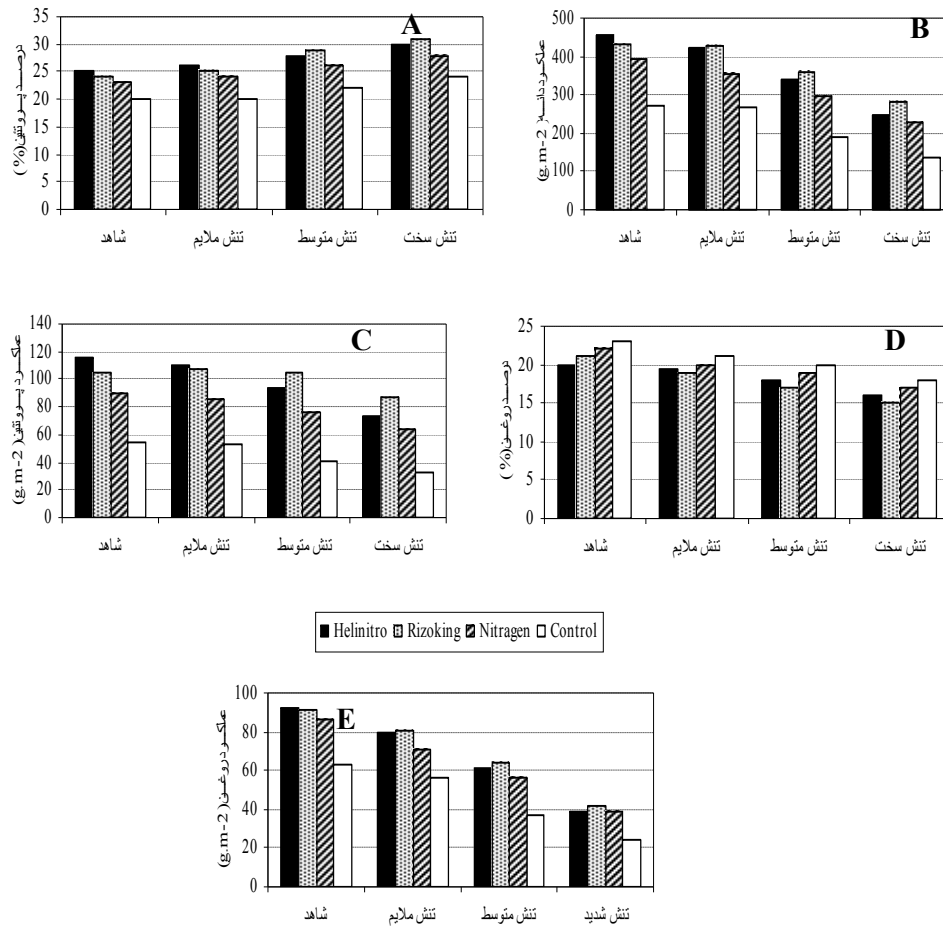
شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای آبیاری بر روابط رگرسیونی بین خصوصیات کمی و کیفی رقم کلارک سویا A: عملکرد دانه با درصد پروتئین دانه، B: عملکرد دانه با درصد روغن دانه، C: تثبیت نیتروژن با درصد پروتئین دانه، D: تثبیت نیتروژن با درصد روغن دانه



شکل ۴- روابط رگرسیونی روغن دانه با پروتئین دانه. A: تحت تاثیر تیمارهای آبیاری، B: تحت تاثیر نژادهای باکتری، C: تحت اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری



شکل ۵- اثر تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کمی و کیفی دانه رقم کلارک سویا (اثر تیمارهای آبیاری بر A: عملکرد دانه، C: درصد پروتئین دانه، E: درصد روغن دانه، G: عملکرد پروتئین در مترمربع، I: عملکرد روغن در مترمربع) و (اثر نژادهای باکتری بر B: عملکرد دانه، D: درصد پروتئین دانه، F: درصد روغن دانه، H: عملکرد پروتئین در مترمربع، J: عملکرد روغن در مترمربع)



شکل ۶- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کمی و کیفی دانه رقم کلارک سویا: A: عملکرد دانه، B: درصد پروتئین دانه، C: درصد روغن دانه، D: عملکرد پروتئین در مترمربع، E: عملکرد روغن در مترمربع

## منابع

- ۱- کوچکی، ع.، کبیری، ک. و فرزانه، ج. ۱۳۷۰. مقایسه ارقام سویا در شرایط آب و هوای مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج. ۵، ش. ۱، ص ۲۷-۳۱.
- ۲- نورمحمدی، ق. و اهدایی، ب. ۱۳۵۳. بررسی و مقایسه عملکرد دانه واریته‌های متوسط‌رس و دیررس سویا در شرایط خشک خوزستان ایران. مجله کشاورزی دانشگاه چمران. اهواز.
- 3- Bremer, E. and Kessel, C. V. 1990. Selection of *Rhizobium leguminosarum* strains for lentil under growth root and field conditions. Plant and soil. 121: 47-56.
- 4- Brim C. A. 1973. In Soybeans: "Improvement, production and uses". Caldwell, pp, 117-154.
- 5- Crittenden P. D. 1993. The role of lichens in the nitrogen economy of sub arctic woodlands: Nitrogen loss from the nitrogen fixing lichen during rainfall. Blackwell scientific publications. Oxford, pp.43-68.
- 6- Doorenbos J. and Oruitt, W. O. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. 24: 20-50.
- 7- Eduardo E., Esculante, J. and Wilcox, R. W. 1993. Variation in seed protein among nodes of normal and high protein soybean genotypes. Agron. J., 75: 590-595.
- 8- Evans L. T. 1988. Crop physiology. Cambridge university press. pp.196-200.

- 9- **Herridge D. F., Bergersen, F. J. and Peoples, M. B. 1990.** Measurement of nitrogen fixation by soybean in the field using the ureide and natural  $^{15}\text{N}$  abundance methods. *Plant Physiol.*, 93: 708-716.
- 10- **Hughes R. M. and Herridge, D. F. 2002.** Effect of Tillage on Yield, Nodulation and  $\text{N}_2$  Fixation of Soybean in Far North-Coastal New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 229: 671-677.
- 11- **Koller H. R., Nyquist, W. E. and Kourosh, I. S. 1980.** Growth analysis of soybean Community. *Crop Sci.*, 10: 215-218.
- 12- **Mccallum, M. H., Peoples, M. B. and Conner, D. J. 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. *Australian Journal of Agricultural Research*. 51: 13-22.
- 13- **O'Hyama, T. 1984.** Comparative studies on the distribution of nitrogen in Soybean plants supplied with  $\text{N}_2$  and  $\text{NO}_2$  at the pod filling stage. *Soil Sci. Plant Nut.* 130: 219-229.
- 14- **Peoples, M. B., Ladha, J. K. and Herridge, D. F. 1995.** Enhancing Legume  $\text{N}_2$  Fixation through Plant and Soil Management. *Plant and Soil*. 174: 83-101.
- 15- **Peoples, M. B., Gault, R. R., Scammell, G. J., Dear, B. S., Virgona, J., Sandral, G. A., Paul, J., Wolfe, E. C. and Angus, J. F. 2002.** Effect of Pasture Management on the Contributions of Fixed N to the N Economy of Ley-Farming Systems. *Australian Journal of Agriculture Research*. 49: 459-474.
- 16- **Singleton P.W., Bonkers, N., Carr, T. J. and Thompson, J. A. 1997.** Technical and market constraints limiting legume inoculants USA in Asia. *Extending Nitrogen Fixation Research to Farmers' Fields*. Pp.17-38.
- 17- **Sprent J. I. 1992.** Effects on the fine structure of detached soybean nodules. *New Phytol.* 71: 443-450.
- 18- **Sprent J. I. and Sprent, P. 1990.** Nitrogen fixing organisms. Pp 280.
- 19- **Takahashi, Y. 1992.** Evaluation of N fixation and N absorption activity by relative ureide method in field grown soybean plants with deep placement of coated urea. *Soil Sci. Plant Nut.* 38: 699-708.