ارزیابی کارایی مصرف نور بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف سویا در منطقه مغان اردبیل

علی عبادی[1]، کامل ساجد[2]، امیرغریب عشقی[3] و سید احمد کلانتر احمدی[4]

1- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
2- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
3- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران
4- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد و دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه محقق اردبیلی
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: ebadi@uma.ac.ir

چکیده

این آزمایش طی دو سال زراعی 89-1388 و 90-1389 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) با استفاده از 17 ژنوتیپ سویا و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به منظور ارزیابی کارایی مصرف نور در ژنوتیپ‌های سویا اجرا شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، تاثیر سال بر تعداد غلاف و دانه در بوته سویا معنی‌دار بود. کلیه صفات مورد بررسی در میان ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در دو سال داشتند. بیشترین و کمترین ضریب استهلاک نوری در ژنوتیپ‌های Hsus-H116 (0/084± 0/62) و Apollo (0/031 ± 0/44) مشاهده شد. بالاترین و پایین‌ترین کارایی مصرف نور نیز در ژنوتیپ‌های Darby (0/134 ± 1/14) و L.17 (0/152 ± 0/91) مشاهده شد. ژنوتیپ‌های Zane و Apollo به ترتیب بیشترین تعداد غلاف و دانه در بوته را در هر دو سال داشتند. بالاترین وزن صد دانه در سال اول از ژنوتیپ Omaha و در سال دوم از NE-3399 به دست آمد. بالاترین عملکرد دانه در سال اول، از ژنوتیپ Apollo (3513 کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم از ژنوتیپ Zane (3774 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد در حالی‌که ژنوتیپ‌های Rend و L.83-570 کمترین عملکرد دانه را در هر دو سال داشتند.

واژه‌های کلیدی: کارایی مصرف نور، رقم، سویا

مقدمه

سویا یک گیاه زراعی چند منظوره است و علاوه بر مصرف آن به صورت پروتئین گیاهی و شیر سویا، سهم به‌سزایی در تولید روغن‌های گیاهی دارد. در سال 2012 سطح زیرکشت سویا در جهان در حدود 107 میلیون هکتار، میانگین عملکرد 2374 کیلوگرم در هکتار و تولید جهانی آن 253 میلیون تن بود، در حالی که این آمار در ایران به ترتیب 80 هزار هکتار، 2500 کیلوگرم در هکتار و 200 هزار تن می‌باشد (12). عملکرد دانه سویا شدیداً به شرایط رشدی در طی دوره پرشدن دانه واکنش نشان می‌دهد (19). پویایی فرآیندهای رشد دانه بوسیله مدت زمان دوره زایشی تحت تاثیر قرار می‌گیرند و عوامل محیطی مانند تشعشع خورشیدی و دما بر این دوره تاثیر گذارند (5). کارایی مصرف نور عبارت از مقدار ماده خشک تولید شده برحسب گرم به ازای هر مگاژول انرژی خورشید دریافت شده می‌باشد (21، 23، 24) و اغلب به صورت شیب رگرسیون خطی زیست توده در مقابل تابش جذب شده تجمعی یا تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده محاسبه می‌شود (1). طی آزمایشی بر روی لوبیا، باقلا و سویا مشاهده شد که تفاوت‌های اساسی در بین این گیاهان از نظر ضریب استهلاک نوری و کارایی مصرف نور وجود دارد. در سویا به دلیل

شاخص سطح برگ بیشتر، میزان تشعشع دریافت در طی اوایل رشد بیشتر بود و کارایی مصرف نور برای سویا بیشتر از دو گیاه دیگر و برابر 0/94 گرم بر مگاژول برآورد شد، همچنین ضریب استهلاک نوری برای سویا، لوبیا و باقلا به ترتیب 0/50، 0/59 و0/60 به دست آمد (20). در بین ارقام مختلف لوبیا قرمز و ماش اختلاف معنی‌داری در ضریب استهلاک نوری و کارایی مصرف نور مشاهده شد و با افزایش شاخص سطح برگ و کاهش ضریب استهلاک، کارایی مصرف نور در ارقام لوبیا افزایش یافت (2). در بادام زمینی با افزایش ضریب استهلاک نور از 0/3 به 1، کارایی مصرف نور از 2/75 به 1/5 گرم بر مگاژول کاهش یافت (6)، چنین نتایجی در گیاهان C_4 نیز گزارش شده است (15). میزان کارایی مصرف نور در ایزولاین های سویا محاسبه و بیان شد که بالاتر بودن کارایی مصرف نور ناشی از شاخص سطح برگ بزرگتر و دوام طولانی نسبی آن، توزیع و آرایش بهتر برگ‌ها در درون کانوپی و اختصاص کمتر مواد فتوسنتزی به ساختار زایشی است (8، 11). تحت شرایط مزرعه‌ای در منطقه آمازون برزیل، مقادیر کارایی مصرف نور در سویا از 1/46 تا 1/99 گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی به ترتیب در سال‌های 2007 و 2008 بود. دلیل احتمالی برای تفاوت‌های یافت شده بین سال‌ها از نظر کارایی مصرف نور در ارتباط با محدودیت آب، بالاتر بودن درجه حرارت محیط، کمبود فشار بخار و افزایش در کسری تشعشع رسیده به سطح زمین بیان شد (8).

ارزیابی صفات زراعی مختلف در بین ژنوتیپ‌های سویا نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات زراعی تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه وجود داشت، همچنین مشخص شد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با تمامی اجزا عملکرد دانه داشت (27). از بین اجزای عملکرد دانه در سویا، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نقش مهمی در بهبود عملکرد داشته و تفاوت ژنوتیپ‌های مختلف سویا از نظر عملکرد دانه ناشی از اختلاف در این اجزای عملکرد می‌باشد. همچنین ارتباط نزدیکی بین شاخص سطح برگ با عملکرد دانه وجود داشت (17). وجود نور کافی در دوره گلدهی و غلاف‌بندی موجب افزایش 144 معنی‌دار عملکرد دانه سویا می‌شود (18). زراعت سویا در منطقه مغان بصورت کشت دوم صورت می‌گیرد که اواخر دوره رشد آن با کاهش ساعات آفتابی و کاهش میزان تشعشع دریافتی همراه است، بنابراین لازم است با ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف سویا، ارقام با کارایی مصرف نور و عملکرد دانه بالاتر شناسایی و کشت گردد. لذا این تحقیق به منظور بررسی کارایی مصرف نور و عملکرد 17 ژنوتیپ سویا در شرایط آب و هوایی مغان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به مدت دو سال زراعی (89-1388 و 90-1389) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل واقع در منطقه مغان اجرا شد. این منطقه با طول جغرافیایی¢92 °47 و عرض جغرافیایی¢65 °39 و بارندگی سالیانه 245 میلی‌متر در ارتفاع 75 متری از سطح دریا قرار دارد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی ـ رسی با pH=7/5 و هدایت الکتریکی 0/5 دسی زیمنس بر متر بود. آزمایش با استفاده از 17 ژنوتیپ (جدول 1) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. شرایط آب و هوایی در طول دوره آزمایش در شکل 1 آمده است.

تاریخ کاشت در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب در یکم و سوم تیرماه بود. هر کرت شامل 5 ردیف 4 متری با فاصله بین ردیف 45 سانتی‌متر و با تراکم گیاهی20 بوته در مترمربع بود. تلقیح بذور با استفاده از سوش باکتری *Rizhobium japonicum* انجام و بلافاصله عملیات کشت در عمق 5-3 سانتی‌متری صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد انجام و به منظور مبارزه با شته از سم متاسیستوکس استفاده شد. جهت اندازه‌گیری ضریب استهلاک نوری از دستگاه سان اسکن (مدل DELTA-T کمبریج انگلستان) نسبت به تعیین میزان نور در بالا و پایین کانوپی اقدام گردید. اندازه‌گیری‌ها در سه نقطه از هر کرت و در اواسط روز بین ساعت 11 صبح تا 1 بعد از ظهر انجام

گرفت (لازم به ذکر است که داده‌های ضریب استهلاک و کارایی مصرف نور فقط مربوط به سال اول آزمایش می‌باشند). براساس مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ و میزان نور اندازه‌گیری شده در بالا و زیر کانوپی و با استفاده از معادله بیر- لامبرت مقدار ضریب استهلاک نور (k) برای کلیه ژنوتیپ‌ها به طور جداگانه تعیین شد (22).

$$Ln\frac{I_t}{I_0} = - k' \ LAI$$ (رابطه 1)

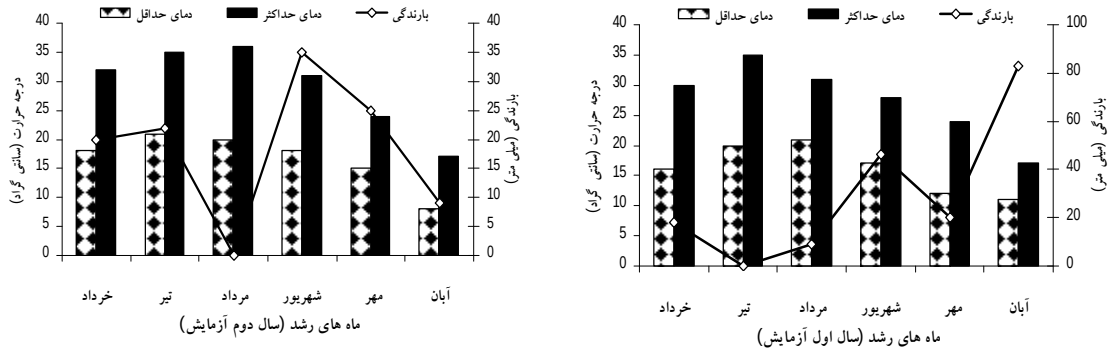
I_t= میزان نور در زیرکانوپی (مگاژول بر مترمربع بر ثانیه)

I_0= میزان نور در زیرکانوپی (مگاژول بر مترمربع بر ثانیه)

k= ضریب استهلاک نوری و LAI= شاخص سطح برگ

جدول 1- مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی

ژنوتیپ	گروه رسیدگی	ژنوتیپ	گروه رسیدگی	ژنوتیپ	گروه رسیدگی	ژنوتیپ	گروه رسیدگی
L.83-570	2	Omaha	3	Ks4895	3	Williams	3
L.93-33112	2	L.77-2061	3	Spry	2	L.17	3
NE3399	2	Rend	3	Hsus-H116	2	Zane	3
Darby	2	Stress land	3	INA	2	Apollo	3
L.75.6141	2						



شکل 1- تغییرات دمایی و بارندگی منطقه در طی دو سال آزمایش

شیب رابطه خطی بین شاخص سطح برگ و لگاریتم طبیعی تشعشع تجمعی دریافت شده به عنوان ضریب استهلاک نوری در نظر گرفته شد. یادداشت‌برداری از تشعشع ورودی و جذب توسط کانوپی از سبز شدن تا مرحله گلدهی 5 بار انجام و بعد از آن مقدار کسر تشعشع دریافت شده (F) از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (23).

$$F= 1- (I_1 / I_0)$$ (رابطه 2)

در رابطه فوق، I_1 تشعشع رسیده به زیر کانوپی و I_0 تشعشع رسیده به سطح کانوپی می‌باشد.

ساعات آفتابی در طی مرحله سبز شدن تا گلدهی ژنوتیپ های مختلف سویا از اداره هواشناسی ایستگاه سینوپتیک اردبیل گرفته شد و به تشعشع خورشیدی رسیده تبدیل شد (10). مقادیر تشعشع خورشیدی روزانه از حاصلضرب تشعشع خورشیدی رسیده و کسر تشعشع دریافت شده در هر روز محاسبه و به صورت تجمعی به طور

روزانه جمع آوری شد. کارایی مصرف نور (گرم ماده خشک بر مگاژول) از برازش رابطه خطی بین تشعشع تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی محاسبه شد که شیب این خط کارایی مصرف نور می‌باشد (22).

جدول 2- مجموع ساعات آفتابی در طی دوره رشد در سال اول آزمایش

ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
ساعات آفتابی	254/1	293/2	220/1	226/3	213/3	179/5

برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه) تعداد 20 بوته بصورت تصادفی انتخاب گردید و صفات مذکور اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه نیز پس از حذف حاشیه (دو خط کناری هر کرت و 1 متر ابتدا و انتهای هرکرت)، از هر کرت، سطحی به مساحت یک متر مربع برداشت و ثبت شد. جهت ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از نرم‌افزار SPSS.16 استفاده شد و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS و ترسیم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL صورت گرفت

نتایج و بحث

ضریب استهلاک نوری

در این آزمایش، شیب حاصل از برازش خطی بین شاخص سطح برگ و لگاریتم طبیعی تشعشع تجمعی دریافت شده به عنوان ضریب استهلاک نوری در نظر گرفته شد. بر این اساس، حداکثر (0/840±0/62) و حداقل (0/031±0/44) ضریب استهلاک نوری به ترتیب به ژنوتیپ‌های Hsus-H116 و Apollo اختصاص یافت (جدول 3). تفاوت در بین ژنوتیپ‌های سویا از نظر ضریب استهلاک نوری در دراز مدت بازتابی از تفاوت در ساختار کانوپی است (11) و کانوپی های با گسترش سریع، ضریب استهلاک نوری کمتری نسبت به کانوپی‌های با گسترش آهسته دارند (24). ژنوتیپ Apollo با توجه به ساختار کانوپی آن از شاخص سطح برگ بالایی برخوردار بود و این امر کاهش ضریب استهلاک نوری را بدنبال داشت (جدول 3). وجود اختلاف معنی‌دار از نظر ضریب استهلاک نوری و کاهش آن با افزایش شاخص سطح برگ در بین ارقام مختلف لوبیا و ماش نیز گزارش شده است (2).

کارایی مصرف نور

شیب رابطه خطی بین تشعشع تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی به عنوان کارایی مصرف نور در نظر گرفته شد، بر این اساس، بالاترین کارایی مصرف نور در ژنوتیپ Darby (0/134 ± 1/14) مشاهده شد و پایین‌ترین کارایی مصرف نور (0/152 ± 0/91) نیز در ژنوتیپ L.17 مشاهده گردید (جدول 3). افزایش کارایی مصرف نور افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش را بدنبال داشت. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا، از کارایی مصرف نور بالا، ضریب استهلاک نوری پایین و شاخص سطح برگ بالایی برخوردار بودند. گیاهانی مانند ذرت و سویا تنها می‌توانند 50 تا 60 درصد تشعشع فعال فتوسنتزی را در طی یک فصل زراعی تسخیر کنند که این مقدار نیز فقط 20 تا 36 درصد تشعشع فعال فتوسنتزی سالانه می‌باشد (9). این امر می‌تواند در پایین بودن کارایی مصرف نور نقش مهمی داشته باشد، از طرفی، طولانی‌تر شدن دوره گلدهی و رفتار رشدی نامعین برخی ژنوتیپ‌ها در طولانی مدت بر تغییر کارایی مصرف نور آنها تاثیر گذار است (25) که فرایند نیز ناشی از تفاوت در توسعه سطح برگ و ساختار کانوپی می‌باشد (11). مقادیر کارایی مصرف نور با توجه به گونه گیاهی، شرایط آب و هوایی، مدیریت زراعی، مرحله رشدی گیاه و نحوه اندازه‌گیری تغییر می‌کند و مدل‌های توسعه یافته بایستی برای همان گونه و همان شرایط

محیطی بکار روند (1).

جدول 3- ضریب استهلاک نور و کارایی مصرف نور ژنوتیپ‌های سویا

ژنوتیپ	ضریب استهلاک نور	کارایی مصرف نور (گرم ماده خشک بر مگاژول)
L.83-570	0/51 ±0/057	0/97 ± 166
L.93-3312	0/59 ± 0/017	1/01 ± 0/139
NE3399	0/50 ± 0/050	0/99 ± 0/148
Darby	0/50 ± 0/023	1/14 ± 0/134
L.75-6141	0/49 ± 0/027	1/01 ± 0/139
Omaha	0/60 ± 0/039	1/13 ± 0/166
L.77-2061	0/51 ± 0/123	0/99 ± 0/132
Rend	0/54 ± 0/134	0/94 ± 0/148
Stress land	0/47 ± 0/090	1/02 ± 0/164
Ks4895	0/50 ± 0/051	1/10 ± 0/141
Spry	0/54 ± 0/041	1/07 ± 0/145
Hsus-H116	0/62 ± 0/084	1/08 ± 0/156
INA	0/56 ± 0/087	0/96 ± 0/167
Williams	0/45 ± 0/034	1/04 ± 0/173
L.17	0/59 ± 0/044	0/91 ± 0/152
Zane	0/53 ± 0/034	1/03 ± 0/191
Apollo	0/44 ± 0/031	1/11 ± 0/200

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تاثیر معنی‌دار سال، ژنوتیپ و برهمکنش آنها روی تعداد غلاف در بوته است (جدول 4). مقایسه میانگین‌های تعداد غلاف در بوته در سال اول نشان داد که بیشترین (56/2) و کمترین (26/3) مقدار این صفت به ترتیب به ژنوتیپ‌های L.77-2061 و INA متعلق بود. البته تعداد غلاف در بوته رقم Zane تفاوت معنی‌داری با رقم L.77-2061 نداشت. در سال دوم ژنوتیپ Zane از بیشترین تعداد غلاف در بوته 64/9 برخوردار بود (جدول 5). وجود اختلاف حدود 50 درصدی از نظر تعداد غلاف در بوته در بین ژنوتیپ‌ها در هر دو سال آزمایش، حاکی از بالا بودن تنوع ژنتیکی مناسب در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌داری در سال اول (r =0/291) و به ویژه سال دوم زراعی (r=0/607) بین تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه قابل ملاحظه بود (جدول 6) که نشان می‌دهد با فراهم کردن شرایط مطلوب و افزایش این صفت می‌توان به بهبود عملکرد دانه در سویا امیدوار بود. وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در سویا توسط سایر محققین گزارش شده است (20، 21). همچنین بالاتر بودن تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌های سویا با عملکرددهی بالا نیز تایید شده است (13، 17).

تعداد دانه در بوته

تجزیه واریانس بیانگر تاثیر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر تعداد دانه در بوته سویا بود (جدول 4)، میانگین این صفت در سال

اول 82/5 و در سال دوم 93/2 دانه در بوته بود که شاهد افزایش حدود 11/5 درصد است. همچنین میزان آن در ژنوتیپ‌ها در دو سال و با افزایش آن در سال دوم نسبت به سال اول تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول 5). وجود اختلاف معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های سویا از نظر تعداد دانه در بوته توسط محققین گزارش شده است (3، 26) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. افزایش میانگین تعداد غلاف در بوته در سال دوم و وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه و غلاف در بوته به ویژه در سال دوم (r =0/741) می‌تواند بر افزایش آن در سال دوم تاثیر مثبت داشته باشد (جدول 6). از طرف دیگر مساعد بودن شرایط محیطی طی دوره رشد به ویژه در مرحله تشکیل دانه، باعث ایجاد دانه‌هایی با ساختار سالم شده و مانع از تشکیل غلاف‌های پوک می‌شود. ژنوتیپ Apollo بیشترین دانه در بوته را در هر دو سال به خود اختصاص داد که اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های Spry، KS4895، L.77-2061، Zane، Williams و Darby نداشت. با توجه به وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این صفت با عملکرد دانه در سال اول (r=0/871) و سال دوم (r=/0/861) افزایش عملکرد دانه با افزایش تعداد دانه در بوته می‌تواند در ارتباط مستقیم باشد و انتظار می‌رود ژنوتیپ‌هایی با تعداد دانه بیشتر دارای عملکرد نهایی دانه بالاتری باشند. بالا بودن میزان مشارکت تعداد دانه در بوته در عملکرد نهایی و مثبت و معنی‌دار بودن همبستگی بین این صفات با عملکرد دانه در سویا توسط محققین متعدد گزارش شده است (3، 17، 26).

وزن صد دانه

وزن صد دانه سویا تحت تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ سویا قرار گرفت (جدول 4). به واسطه افزایش تعداد دانه در بوته در سال دوم، از وزن صددانه به طور جزئی کاسته شد. در فرآیند پرشدن دانه علاوه بر شرایط محیطی، افزایش بیش از حد مخزن و فراهم نشدن تقاضای آن، می‌تواند در نمو مطلوب و تکامل آنها دخالت کند. ژنوتیپ‌های Omaha و NE-3399 از بالاترین وزن صد دانه در سال اول و دوم برخورد بودند که با چند ژنوتیپ دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. بالا بودن این صفت باعث تولید عملکردهای مطلوبی در این ژنوتیپ‌ها شد. در مقابل ژنوتیپ L.83-570 که پایین‌ترین وزن صددانه را طی هر دو سال به خود اختصاص داد، عملکرد بسیار پایینی در هر دو سال داشت (جدول 5). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن صددانه با عملکرد دانه در سال اول (r=0/540) و دوم (r=0/606) حاکی از این واقعیت است که با بهبود شرایط مناسب جهت بالا بردن وزن صد دانه می‌توان عملکرد نهایی دانه را نیز افزایش داد (جدول 6). در تایید یافته‌های این آزمایش، نتایج مشابهی در خصوص گیاه سویا توسط محققین متعدد گزارش شده است (3، 4).

جدول 4- تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	شاخص سطح برگ
سال	1	1100/9**	2898/1*	24/12 ns	10344/5 ns	2/265 ns
بلوک (سال)	4	2/271	42/61	6/696**	3937/79**	0/426
ژنوتیپ	16	475/2*	671/9**	6/685**	10335/8**	1/268**
ژنوتیپ × سال	16	14/03*	38/44 ns	0/744 ns	979/61 ns	0/0001 ns
اشتباه آزمایشی	64	6/561	39/85	0/964	835/9	0/314
ضریب تغییرات	-	5/8	7/2	5/7	9/5	11/9

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

جدول 5- مقایسه میانگین عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های سویا در دو سال آزمایش

ژنوتیپ	تعداد غلاف در بوته		تعداد دانه در بوته		وزن صد دانه (گرم)		عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)		شاخص سطح برگ	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
L.83-570	31/9 f	38/9 fg	69/8 gh	79/9 de	15/2 e	14/0 g	2125 f	2242 f	4/5 a-f	4/8 a
L.93-3312	37/9 f	45/0 e	75/5 d-g	88/6 cd	18/7 abc	18/3 ab	2826 de	3232 abc	3/7 f	4/0 a-f
NE3399	42/8 e	51/2 c	74/7 efg	92/5 bc	18/5 abc	18/4 a	2768 de	3404 abc	4/7 a-e	5/0 f
Darby	41/6 cd	50/5 cd	96/4 a	103/9 ab	17/6 bcd	16/4 c-f	3389 ab	3414 abc	4/6 a-f	4/9 a-e
L.75-6141	49/7 b	58/4 b	91/1 ab	104/0 ab	16/5 de	16/0 def	3011 bcd	3344 abc	4/9 a-d	5/2 a-e
Omaha	45/3 bc	52/4 c	84/8 bc	98/6 abc	19/3 a	17/2 a-e	3266 abc	3391 abc	4/0 def	4/3 a-d
L.77-2061	56/2 a	58/7 b	86/7 bc	103/4 ab	16/6 de	15/7 ef	2865 cd	3259 abc	4/7 a-e	4/9 def
Rend	39/6 de	46/7 de	62/9 h	76/9 e	16/4 de	15/1 fg	2070 f	2316 f	4/1 def	4/4 a-e
Stress land	38/6 de	45/2 e	79/8 c-f	89/2 cd	18/8 abc	17/2 a-e	3009 bcd	3065 bcd	4/8 a-e	5/1 a-e
Ks4895	32/1 f	39/8 fg	91/1 ab	98/8 abc	19/1 ab	16/7 b-f	3497 a	3318 abc	5/0 abc	5/3 abc
Spry	39/6 de	40/2 f	92/3 ab	97/5 abc	17/6 cde	16/7 b-f	3251 abc	3285 abc	4/8 a-e	5/1 a-e
Hsus-H116	31/9 f	36/2 gh	83/3 b-e	88/8 cd	18/2 abc	17/0 a-e	3035 bcd	3014 cde	4/2 c-f	4/5 c-f
INA	26/3 g	32/3 h	68/7 gh	73/4 e	17/6 bcd	17/1 a-e	2419 ef	2508 ef	4/4 b-f	4/7 b-f
Williams	42/5 cd	50/6 cd	84/5 bcd	97/5 abc	17/5 cd	17/8 abc	2956 cd	3477 abc	5/4 a	5/7 a
L.17	33/2 f	33/5 h	73/6 fg	75/2 e	18/8 abc	17/7 a-d	2776 de	2655 def	3/9 ef	4/2 ef
Zane	54/4 a	64/9 a	87/1 bc	107/0 a	17/7 a-d	17/5 a-d	3086 bcd	3774 a	4/2 c-f	4/5 c-f
Apollo	48/6 b	59/6 b	99/9 a	108/5 a	17/6 bcd	16/5 a-d	3512 a	3589 ab	5/1 ab	5/4 ab
میانگین	40/8	47/3	82/5	93/2	17/8	16/8	2933	3135	4/5	4/8

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد

جدول 6- ضرایب همبستگی ساده بین صفات بررسی شده طی دو سال زراعی

صفات		تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه
تعداد غلاف در بوته	سال اول	1			
	سال دوم	1			
تعداد دانه در بوته	سال اول	0/454**	1		
	سال دوم	0/742**	1		
وزن صد دانه	سال اول	-0/152 ns	0/063 ns	1	
	سال دوم	0/026 ns	0/123 ns	1	
عملکرد دانه	سال اول	0/291*	0/871**	0/540**	1
	سال دوم	0/607**	0/861**	0/606**	1
شاخص سطح برگ	سال اول	0/106 ns	0/410**	-0/094 ns	0/305*
	سال دوم	0/196 ns	0/378*	-0/026 ns	0/288*

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

عملکرد دانه

نتایج جدول 4 نشان داد عملکرد دانه سویا تنها تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت. بالاترین عملکرد دانه در سال اول، از ژنوتیپ Apollo (3512 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های Spry، KS4895، Omaha و Darby نداشت. ژنوتیپ Zane در سال دوم بیشترین عملکرد دانه سویا (3774 کیلوگرم در هکتار) را داشت که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های Apollo، Williames، Spry، KS4895، Omaha، Darby، L.77-2061، NE3399 و L.93-3312 نداشت. این ژنوتیپ‌ها در حالت کلی (میانگین دو سال) بیشترین تعداد غلاف و دانه در بوته را در بین ژنوتیپ‌ها داشتند. ژنوتیپ‌های L.83-570 و Rend نیز بواسطه داشتن اجزای عملکرد ضعیف، کمترین عملکرد دانه را طی دو سال تولید کردند (جدول 5). وجود اختلاف در بین ژنوتیپ‌های مختلف سویا از نظر عملکرد دانه توسط محققین گزارش و بیان شده است که صفات مرتبط با عملکرد نقش مهمی در تعیین تولید نهایی دانه دارند (17، 26). شرایط رشدی در طی دوره پرشدن دانه بر عملکرد دانه بیشترین تاثیر را دارد و در شرایط محیطی فاقد تنش، عوامل جوی مانند نور و درجه حرارت تاثیر بسزائی بر عملکرد دارد (19)، به طوری‌که در گیاه سویا تولید بالقوه زمانی که رشد تحت حداکثر و حداقل دما بین 20 تا 32 باشد، می‌تواند به دست آید (14). وجود تفاوت معنی‌دار در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها طی دو سال، بیان کننده تغییرپذیری و تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌ها بوده و می‌توانند عکس‌العمل مثبتی به گزینش دهند. مطلوب‌سازی خاک‌ورزی، تراکم گیاهی، شاخص سطح برگ و دوام آن، افزایش فتوسنتز گیاهی، بهبود و تنظیم روابط مبدأ و مخزن، هورمون‌های تشکیل دانه، حفاظت گیاهی و اصلاح ارقام از عوامل اثرگذار در افزایش پیوسته عملکرد سویا در چین طی نیم قرن گذشته بوده است (16، 18).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص سطح برگ اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 4). مقایسه میانگین‌های شاخص سطح برگ در نقطه حداکثر نشان داد که بالاترین (5/4) و پایین‌ترین (3/7) میزان این صفت در سال اول به ترتیب به ژنوتیپ‌های Williams و L.93-3312 اختصاص یافت، همچنین در سال دوم نیز روندی مشابه سال اول در بین ارقام قابل مشاهده بود هر چند که این دو ژنوتیپ با چند ژنوتیپ دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول 5). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در هر دو سال وجود داشت (جدول 6). شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های سویا با عملکرد بالا به طور معنی‌داری بزرگتر از ژنوتیپ‌های با عملکرد متوسط و پایین بودند (17). شاخص سطح برگ بالا با دریافت بیشتر انرژی خورشیدی، توانایی تثبیت دی‌اکسید کربن بیشتری را پیدا کرده و منجر به افزایش بیشتر مواد فتوسنتزی شده است. در این آزمایش رقم Williams با دارا بودن شاخص سطح برگ بالا (5/4) و ضریب استهلاک نوری تقریباً برابر با ژنوتیپ Apollo، عملکرد پایین‌تری نسبت به آن داشت، این امر می‌تواند ناشی از اختصاص مواد فتوسنتزی در بخش‌هایی غیر از دانه باشد.

نتیجه‌گیری

تنوع ژنتیکی بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی سویا از نظر صفات مورد مطالعه وجود داشت. مشخص شد که در ژنوتیپ‌های با شاخص سطح برگ بالا، ضریب استهلاک نوری کاهش یافته و بر میزان کارایی مصرف نور افزوده می‌شود و این امر، افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت. بالاترین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های Apollo، Zane، Spry، KS4895، Omaha، Darby، L.77-2061 و NE3399 مشاهده نشد در حالی‌که ژنوتیپ‌هایی مانند L.83-570 و Rend به دلیل داشتن اجزای عملکرد ضعیف، پایین‌ترین عملکرد دانه را داشتند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) که در اجرای ایـن پژوهش و سازمان هواشناسی استان اردبیل که در ارائه داده‌های هواشناسی همکاری لازم را مبذول داشتند، تشـکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. **Akmal, M. and Janssens, M.J. 2004.** Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. Field Crop Research, 88: 143-155.
2. **Alimadadi, A. Jahansuz, M.R., Ahmadi, A.S., Afshari trust, B. and Rustamza, M. 2006.** Evaluation of radiation use efficiency, light extinction coefficient and receive optical radiation on the eye bean varieties nightingales, vetch and red beans in a second culture. Journal of Research and Construction, 71: 75-67.
3. **Arashad, M., Ali, N. and Ghafoor, A. 2006.** Character correlation and path coefficient in soybean *Glycine max* (L.) Merrill. Pakistan Journal of Botany, 38(1): 121-130.
4. **Bangar, N.D., Mukhekar, G.D., Lad, D.B. and Mukhekar, D.G. 2003.** Genetic variability, correlation and regression studies in soybean. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 28(3): 320-321.
5. **Bastidas, A.M., Setiyono, T.D., Dobermann, A., Cassman, K.G., Elmore, R.W. and Graef, G.L. 2008.** Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. Crop Science, 48: 727-740.
6. **Bell, M. J., Wright, G.C. and Harch, G.R. 1993.** Environmental and agronomic effects on the growth of four peanut cultivars in a subtropical environment I. Dry matter accumulation and radiation use efficiency. Experimental Agriculture, 29: 473-490.
7. **DeCosta, W.A.J.M. and Shanmugathasan, K.N. 2002.** Physiology of yield determination of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under different irrigation regimes in the sub-humid zone of Sri Lanka. Field Crops Research, 75: 23-35.
8. **DeOliveira, P.J., Ribeiro, A., Paulino, A., Da Rocha, E. J., Farias, J.R.B., Loureiro, R.S., Bispo, C.C. and Sampaio, L. 2009.** Solar radiation use efficiency by soybean under field conditions in the Amazon region. Brazilian Agricultural Research, 44(10): 1211-1218.
9. **Della Maggiora, A.I., Gardiol, J.M. and Irigoyen, A.I. 2000.** Foundations for the management of maize, sunflower and soybean. Agricula, 22: 12-19.
10. **Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977.** Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO publication. Rome, 156 pp.
11. **Ellis, R.H., Asumadu, H., Qi, A. and Summerfield, R.J. 2000.** Effects of Photoperiod and Maturity Genes on Plant Growth, Partitioning, Radiation Use Efficiency, and Yield in Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) 'Clark'. Anuals of Botany, 85: 335- 343.
12. **FAO, 2013.** Available on URL:http://www.fao.org.

13. **Iqbal1, Z., Arshad, M., Ashraf, M., Naeem, R., Malik, M.F. and Waheed, A. 2010.** Genetic divergence and correlation studies of soybean (*Glycine max* (l.) Merrill.) Genotypes. Pakistan Journal of Botany, 42(2): 971-976.

14. **Jeyaraman, S., Subramaniym, S. and Sree Rangaswamy, S.R. 1990.** Influence of weather parameters at the crop growth stages on seed yield of soybean. Mausam, 41(4): 575-578.

15. **Kiniry, J.R., Jones, C.A., O'Toole, J.C., Blanchet, R., Cabelguenne, M. and Spanel, D.A. 1989.** Radiation-use efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. Field Crops Research, 20: 51-64.

16. **Liu, X., Jin, J., Wang, G. and Herbert, S. J. 2004.** Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China. Field Crops Research, 105: 157-171.

17. **Liu, X., Jin, J., Herbert, S. J., Zhang, Q. and Wang, G. 2005.** Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in Northeast China. Field Crops Research, 93: 85-93.

18. **Liu, X. B., Herbert, S.J., Jin, J., Zhang, Q. Y., Li, Y. H. and Wang, G.H. 2006.** Light enrichment and its interactions with source–sink alteration on yield and yield components in soybean. Soybean Science, 25: 6-10 (in Chinese).

19. **Mathew, J.P., Herbert, S.J., Zhang, S., Rautenkranz, A.A.F. and Litchfield, G.V. 2000.** Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. Agronomy Journal, 92: 1156-1161.

20. **Pengelly, B.C., Blamey, F.P.C. and Muchow, R.C. 1999.** Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. Field Crops Research, 63: 99-112.

21. **Purcell, C., Ball, R., Reaper, J.D. and Vories, E. 2002.** Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Science, 42: 172-177.

22. **Sinclair, T.R. and Muchow, C.R. 1999.** Radiation use efficiency, A review Advanced Agronomy, 65: 215- 265.

23. **Soltani, A., Robertson, M.J., Rahemi-Karizaki, A., Poorreze, J. and Zarei, H. 2006.** Modeling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 192: 379-389.

24. **Squire, G.R. 1990.** The physiology of tropical crop production. Wall- Ingford: CAB International. 256 pp.

25. **Wheeler, T.R., Hadley, P., Ellis, R.H. and Morison, J.I.L. 1993.** Changes in growth and radiation use by lettuce crops in relation to temperature and ontogeny. Agricultural and Forest Meteorology, 66: 173-186.

26. **Zafar, I., Arshad, M., Ashraf, M., Naeem, R., Faheem Malik, M. and Waheed, A. 2010.** Genetic divergence and correlation studies of soybean (*Glycine max* (l.) merrill.) genotypes. Pakistan Journal of Botany, 42(2): 971-976.

Evaluation of radiation use efficiency and grain yield of soybean genotypes in Ardabil Moghan area

Ali Ebad[1], Kamel Sajed[2] and Amir Gharib Eshghi[3]

Abstract

This experiment was carried out for two years (2009-2010) with using 17 soybean genotypes at Agriculture and Natural Resources Research Centre of Ardabil (Moghan) as a completely randomized block design with three replications. Eco-physiological and agronomic parameters such as extinction coefficient, light use efficiency, yield and yield components was investigated in soybean at second cropping. Based on analysis of combined variance, the effect of year was significant on number of pods and seeds per plant. All traits were differences significant among genotypes in both years. The maximum (0.62 ± .084) and minimum (0.44 ± 0.034) values for light extinction coefficients were obtained from Hsus-H116 and Apollo genotypes respectively. The highest radiation use efficiency (1.14 ± 0.134) was obtained from Darby, and the lowest (0.91 ± 0.152) from L.17 genotype. Apollo and Zane genotypes had the highest number of pods and seeds per plant in both years. The highest seed weight was obtained from Omaha and NE-3399 genotypes in first and second years, respectively. The highest seed yield was obtained from Apollo (with 3513 Kg. ha^{-1}) in first year and from Zane genotype (with 3774 Kg. ha^{-1}) at second year of experiment, whereas Rend and L.83-570 genotypes had the lowest seed yield in both years.

Key Words: Radiation use efficiency, Cultivar, Soybean