DOI: 10.22092/spj.2023.363200.1317

"نهال و بذر"
جلد ۳۹، شماره ۱، سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

عوامل موثر بر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و عملکرد دانه سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] در استان گلستان

Factors Affecting the Incidence of Pod Anomaly Disorder and Seed Yield of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] in Golestan Province in Iran

ابوالفضل فرجی[۱*]، مجتبی سوخته سرایی[۲]، حمید نجفی خان ببین[۳]، ثمانه ملک شاهکویی[۴]، حسین عجم نوروزی[۵]، محمدرضا داداشی[۶]، کمال پیغام زاده[۷] و مریم غزاییان[۸]

۱- استاد، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۲- و ۳- دکترای زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
۴- دکترای حشره شناسی کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
۵- دانشیار، گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان،گرگان، ایران.
۶- استادیار، گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان،گرگان، ایران.
۷- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۸- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۵/ ۱۴۰۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۲۷/ ۱۴۰۱/۱۲

چکیده

فرجی، ا.، سوخته سرایی، م.، نجفی خان ببین، ح.، ملک شاهکویی، ث.، عجم نوروزی، ح.، داداشی، م .ر.، پیغام زاده، ک. و غزاییان، م. ۱۴۰۲. شناسایی عوامل موثر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و عملکرد دانه سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] در استان گلستان. **نهال و بذر ۳۹: ۹۲-۶۷.**

در چهار دهه گذشته، عارضه اختلال در غلاف‌بندی یکی از مهمترین عوامل موثر درکاهش عملکرد دانه و تولید سویا در استان گلستان بوده است. به‌منظور بررسی تاثیر عوامل مدیریتی بر پیشگیری از عارضه اختلال در غلاف‌بندی و کاهش عملکرد دانه سویا، ۸۰ مزرعه سویا در دو منطقه گرگان و علی‌آباد که رقم کتول را کشت کرده بودند، در سال‌های ۱۳۹۷ و۱۳۹۸ ، انتخاب شدند. تجزیه رگرسیونی گام به گام نشان داد که از بین متغیرهای مختلف، مدل عملکرد دانه با سه متغیر و به‌صورت $Yield = -442.5 + 6.9\ X_1 + 180.2\ X_2 + 866.2\ X_3$ بود، که در آن X_1 مصرف کود پتاسیم، X_2 تعداد دفعات آبیاری و X_3 تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات می باشند. از بین اجزای شکاف عملکرد دانه، سهم مصرف پتاسیم ۱۹/۲ درصد، تعداد دفعات آبیاری ۱۸/۷ درصد و تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات ۶۲/۱ درصد بود که نشان‌دهنده درجه اهمیت عوامل ذکر شده جهت بهبود عملکرد دانه بود. از ۸۰ مزرعه مورد بررسی، ۱۵ مزرعه دچار عارضه اختلال در غلاف‌بندی کامل و ۱۸ مزرعه نیز دچار درصدهایی از عارضه شده بودند. میانگین عملکرد دانه در مزارع سالم ۳۰۳۹ کیلوگرم در هکتار و در مزارع با درصدهایی متفاوت از عارضه ۸۴۸ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج این مطالعه نشان دهنده اهمیت مدیریت صحیح آفات در کنترل و پیشگیری از عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا بود.

واژه های کلیدی: سویا، مدیریت مزرعه، کود پتاسیم،کنترل آفات، شکاف عملکرد.

* نگارنده مسئول: abolfazlfaraji@yahoo.com تلفن: ۰۱۷۳۲۵۳۳۸۶۷

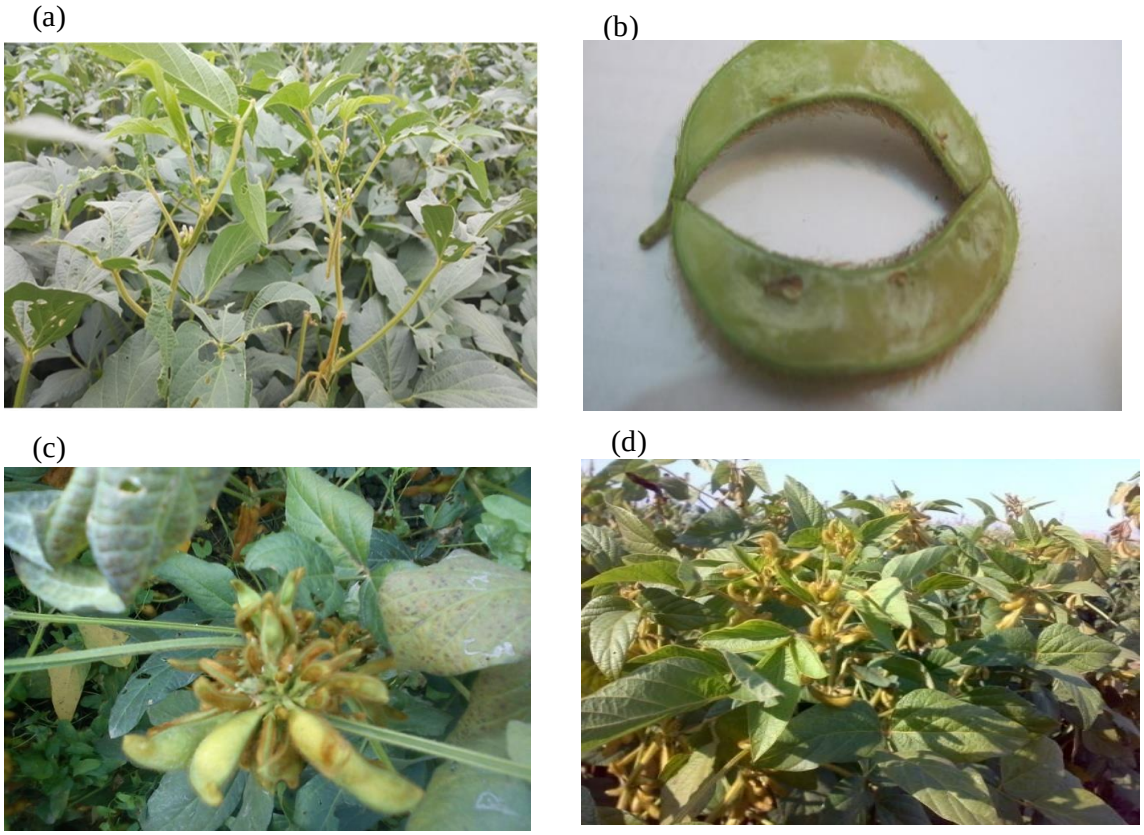
مقدمه

با توجه به سند امنیت غذایی، وابستگی حدود ۹۳ درصدی در تامین روغن و ۸۸ درصدی در تامین کنجاله مورد نیاز از مهمترین مشکلات کشور است و باید با اتخاذ راهبردهای مناسب نظیر ارتقا ضریب نفوذ دانش فنی به مزارع کشاورزان و افزایش بهره‌وری نهاده‌های تولید زمینه تحقق خوداتکایی ۴۴ درصدی روغن و ۵۰ درصدی کنجاله مورد نیاز کشور در افق ۱۴۱۰ فراهم گردد (Anonymous, 2022).

با توجه به برنامه الگوی کشت برای محصولات زراعی درکشور، تولید روغن در سال ۱۴۰۵ باید از حدود ۱۳۱ هزار تن به ۳۶۲ هزار تن و درصد خوداتکایی آن از حدود ۸ درصد به ۲۲ درصد برسد (Mardi *et al.*, 2022). براساس همین برنامه تولید کنجاله در سال ۱۴۰۵ از حدود ۲۰۱ هزار تن به ۵۲۲ هزار تن و درصد خوداتکایی آن از حدود ۵ درصد به ۱۲ درصد پیش بینی شده است. یادآوری می شود که در حال حاضر، نیاز تقریبی کشور به روغن و کنجاله به ترتیب حدود ۱۶۲۷ هزار تن و ۴۲۵۰ هزار تن است. برای کاهش این وابستگی، پژوهش درباره راهکار ها و روش‌های افزایش تولید محصولات دانه های روغنی و حل مشکلات فنی موجود صروری است (Faraji *et al.*, 2012; Anonymous, 2022).

عوامل زیادی از جمله شرایط آب و هوایی، تاریخ کاشت، آرایش کاشت، تراکم بوته (Salahi *et al.*, 2006; Payghamzadeh, 2017) ، رقم، تیپ رشد، گروه رسیدگی، مدیریت زراعی (Faraji *et al.*, 2018) و عارضه اختلال در غلاف‌بندی از طریق تأثیر بر رشد و نمو گیاه سویا می‌توانند باعث کاهش عملکرد شوند. در چهار دهه گذشته، عارضه اختلال در غلاف‌بندی (شکل ۱، ۲ و ۳) یکی از مهمترین عوامل موثر در کاهش عملکرد دانه و تولید سویا در استان گلستان بوده است (Payghamzadeh, 2017; Malek Shahkouei *et al.*, 2019; Faraji *et al.*, 2023).

عارضه اختلال در غلاف بندی منجر به اختلالاتی در فرایند گلدهی و غلاف بندی گیاه می شود که در نهایت سبب عدم باردهی یا کم باردهی، تغییر شکل غلاف‌ها، سبز ماندن بوته‌ها و به اصطلاح کشاورزان علوفه‌ای شدن بوته‌ها می‌گردد. در بوته‌های دچار عارضه اختلال در غلاف بندی، سازکار انتقال مواد فتوسنتزی از برگ به دانه مختل می‌شود، بنابراین برگ‌ها سبز باقی مانده و رسیدگی گیاه با مشکل مواجه می‌شود. چنانچه شرایط برای رشد غلاف‌های ثانویه و دانه‌ها مساعد باشد، عارضه تا حدی ترمیم می‌شود و چنانچه شرایط محیطی طی دوره فوق در در پاییز اجازه ندهد برگ‌ها و غلاف‌های فوق همچنان سبز باقی می‌مانند و شدت خسارت در این شرایط بسیار بالا است (Faraji *et al.*, 2023).



شکل ۱- (a) بوته های سویا با علائم اولیه عارضه اختلال در غلاف‌بندی، (b) غلاف سویا با علائم عارضه اختلال در غلاف‌بندی، (c) و (d) بوته های سویا با علائم عارضه اختلال در غلاف‌بندی در زمان برداشت

Fig. 1. (a) Soybean plants with primary pod anomalty disorder, (b) Soybean pod with anomaly disoreder symptoms, (c) and (d) soybean plants with anomaly disorder symptoms at harvest time

شکل ۲- مزرعه سویا با علائم عارضه اختلال در غلاف‌بندی در استان گلستان

Fig. 2. Soybean field with pod anomaly disorder in Golestan province

شکل ۳- مزرعه سویا در استان گلستان با بروز عارضه اختلال در غلاف‌بند (در نوار میانی) آن. سبز ماندن بوته‌ها و بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی به دلیل عدم کاربرد آفت کشت نوار میانی در شروع گلدهی (غفلت راننده تراکتور) و در نتیجه تجمع آفات مکنده در این قسمت از مزرعه بود

Fig. 3. Soybean field with incidence of pod anormaly disorder in Golestan province. Green plants and the incidence of pod anmaly disorder (in middle strip) has happened due to no application of the pesticides at the commencement of flowering stage (neglected by tractor driver) and the pressure of sucking insects in this area

زمان تشکیل گل‌های مجدد معمولا در اوائل مهر بوده و این گل‌ها و غلاف‌های ناشی از آن فرصت تکامل پیدا نمی‌کنند. در بوته‌های دچار عارضه، غلاف‌ها گاهی بدون دانه یا با یک دانه هستند و دانه‌ها عمدتاً ناقص و چروکیده می‌شوند (شکل ۱، ۲ و ۳)، اگرچه گاهی تحت شرایط محیطی و مدیریتی مناسب طی دوره پر شدن دانه، این تک دانه‌ها بزرگتر نیز می‌شوند. در سال ۱۳۹۰ حدود ۱۰۳۸۶ هکتار از مجموع ۵۷۶۶۹ هکتار (حدود ۱۸ درصد از سطح کشت) سویا در استان گلستان دچار این عارضه شد. همچنین در سال ۱۳۹۴ حدود ۱۳۷۶۵ هکتار از مجموع ۳۵۱۰۷ هکتار (حدود ۳۹ درصد از سطح کشت) سویا در این استان دچار این عارضه شد (Faraji and Raeisi, 2016; Payghamzadeh, 2017; Payghamzadeh *et al.*, 2017).

با توجه به این که اطلاعات کافی در خصوص نقش هر یک از این عوامل محدودکننده بر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و کاهش عملکرد دانه سویا در استان گلستان وجود ندارد، بنابراین نیاز است سهم هر

یک از این عوامل بر کاهش عملکرد دانه این گیاه زراعی مهم بررسی شود، تا با استفاده از نتایج حاصله بتوان روش‌های مدیریت مزرعه مناسب برای پیشگیری و مدیریت این عارضه را توصیه کرد. استفاده از رگرسیون چندگانه با روش گام به گام اغلب در علوم زراعی برای مطالعه اثر عوامل محدود کننده بر خصوصیات زراعی مثل عملکرد دانه استفاده می‌شود (Han *et al.*, 2006; Soltani, 2009). پژوهشگران متعددی از این روش برای ارزیابی شکاف عملکرد در گیاهان زراعی مختلف استفاده کرده‌اند.

نظر به اهمیت توسعه کشت سویا، در این مطالعه، در دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، با نمونه‌گیری از ۸۰ مزرعه در شهرستان‌های علی‌آباد و گرگان، که رقم کتول در دامنه وسیعی از مدیریت‌های زراعی کشت شده بود، رابطه بین برخی از عوامل مدیریت مزرعه نظیر تاریخ کاشت، آبیاری، مدیریت آفات، تغذیه گیاه و ... با بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و عملکرد دانه و تعیین سهم هر یک از عوامل در بروز عارضه و کاهش یا شکاف عملکرد سویا بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی نقش عوامل مدیریتی موثر در بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و کاهش عملکرد دانه سویا، تعداد ۸۰ مزرعه در دو شهرستان گرگان و علی‌آباد که در دامنه متفاوتی کشت شده بودند و در یک شعاع ۱۰ کیلومتری از ایستگاه‌های هواشناسی قرار داشتند، در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، تعیین و بررسی شدند. این مزارع شامل مزارع خوب، متوسط و ضعیف و حتی مزارع بذری بودند.

رقم سویای مورد کشت در تمام مزارع مورد بررسی کتول بود. این رقم رشد نامحدود (Indeterminate growth type) با گروه رسیدگی پنج دیررس است و در دهه گذشته بیشترین سطح زیر کشت سویا در استان گلستان را داشته است. این رقم چند شاخه، با برگ‌های پهن، رنگ گل بنفش و درصد روغن و پروتئین دانه به ترتیب حدود ۲۰ و ۳۹ درصد می‌باشد (Faraji and Raeisi, 2016).

در طول فصل رشد تاریخ کاشت، مراحل رشد و نمو شامل سبز شدن، شروع و پایان گلدهی، غلاف‌بندی، پرشدن دانه، رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی برداشت ارزیابی و ثبت شد (Fehr *et al.*, 1971). در هر مزرعه یک کرت به طور تصادفی و به مساحت دو متر مربع انتخاب، تعداد بوته‌های واقع در آن شمارش و سپس تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و برای تعیین اجزای عملکرد دانه به آزمایشگاه دانه‌های روغنی ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی‌محله گرگان منتقل شدند. آمار هواشناسی مربوط به فصل رشد از ایستگاه‌های هواشناسی گرگان و علی‌آباد تهیه شد (جدول ۱). در این منطقه معمولاً یک فصل معتدل و مرطوب به وسیله یک فصل نسبتا گرم و نیمه مرطوب دنبال می‌شود.

جدول ۱- دما و بارندگی در طول فصل رشد سویا در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 1. Temperature and rainfall during soybean growing seasons in 2018 and 2019

		میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Mean temperature (^{0}C)				بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)			
		گرگان Gorgan		علی آباد Aliabad		گرگان Gorgan		علی آباد Aliabad	
Month	ماه	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
April-May	اردیبهشت	20.1	20.3	19.6	19.8	16.6	51.2	43.5	38.0
May-Jun.	خرداد	25.7	26.3	24.9	26.7	4.7	0.6	25.3	7.8
Jun.-Jul.	تیر	31.0	28.6	31.3	28.2	23.4	39.6	11.2	64.7
Jul.-Aug.t	مرداد	30.2	28.2	29.3	27.4	21.3	7.8	7.6	6.9
Aug.-Sep.	شهریور	26.8	25.7	26.2	24.4	9.2	24.5	13.3	57.8
Sep-Oct.	مهر	20.8	22.3	21.7	20.7	54.5	51.8	55.5	70.0
Oct.-Nov	آبان	15.4	15.3	16.1	13.8	47.3	136.0	37.3	109
Nov.-Dec.	آذر	11.5	10.7	11.9	10.5	43.8	10.2	51.2	30.3

اطلاعات مدیریتی شامل مساحت مزرعه، نوع زراعت قبلی، تعداد دفعات شخم و دیسک، میزان بذر مصرفی، تاریخ کاشت، تراکم بوته، نوع، میزان و زمان مصرف کود، مصرف کودهای ریز مغذی، تعداد دفعات آبیاری، نوع و مقدار آفت‌کش‌های مصرفی و .... تهیه شد. این اطلاعات از طریق پایش مستمر مزارع در طول فصل رشد و همچنین دیدار چهره به چهره با کشاورزان به‌دست آمد. لازم به ذکر است که در مزارع مورد بررسی از حشره‌کش‌های آوانت، دانیتول، لارویـن، استامی پراید، آوانت+دانیتول و آوانت+استامی پراید استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها اطلاعات جمع‌آوری شده نرمال شدند (SAS, 1997). بدین منظور ابتدا صفات، واحدها و مقادیر آن‌ها کدگذاری شدند. برای تجزیه آماری صفات کیفی به صورت صفر و یک تغییر کردند. رابطه هر صفت با عملکرد مورد بررسی و در نهایت معنی‌دار بودن اثر صفات بر روی عملکرد دانه تعیین شد. برای تعیین مدل عملکرد نیز متغیرهای کیفی به صورت صفر و یک کد گذاری شدند. روابط هریک از این صفات با عملکرد دانه به‌صورت نمودارهای جعبه‌ای (صفات کیفی) یا نمودار پراکنش (صفات کمی) نشان داده شد. سپس رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده کمی و کیفی با عملکرد دانه از طریق روش رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفت و تجزیه داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل مقایسه کارکرد انجام شد (Soltani *et al.*, 2009).

روش آماری تحلیل مقایسه کارکرد نقش صفات مختلف در تعیین عملکرد با استفاده از

روش رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار می دهد (SAS, 1997). مدل نهایی با استفاده از روش آزمون و خطای کنترل شده تعیین شد که می‌تواند اثر محدودیت‌ها بر عملکرددانه را کمی کند. نسبت مقدار شکاف عملکرد دانه برای هر متغیر به کل شکاف عملکرد نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد شکاف عملکرد است و به صورت درصد نشان داده شد. در نهایت، با استفاده از مدل عملکرد و مقادیر صفات، عملکرد دانه پتانسیل، شکاف عملکرد و سهم هر یک از عوامل ایجاد کننده شکاف عملکرد دانه مشخص شد.

نتایج و بحث

اطلاعات دما و بارندگی طی فصل رشد سویا (اردیبهشت تا آذر) در دو سال انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود که میانگین دمای هوا در فصل رشد سویا در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به‌ترتیب در شهرستان گرگان ۲۲/۷ و ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد و در شهرستان علی‌آباد کتول ۲۲/۶ و ۲۱/۴ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین مجموع بارندگی در فصل رشد سویا در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شهرستان گرگان به‌ترتیب ۲۲۱ و ۳۲۲ میلی‌متر و در شهرستان علی‌آباد کتول ۲۴۵ و ۳۸۴ میلی‌متر بود، که نشان‌دهنده مساعد تر شدن شرایط این دو متغیر آب و هوایی برای رشد و نمو گیاه سویا در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۹۷ و در منطقه علی‌آباد کتول نسبت به منطقه گرگان بود (جدول ۱).

وضعیت مزارع سویای مورد بررسی در سه گروه مختلف بدون اختلال، با اختلال متوسط و با اختلال کامل بود (جدول ۲). همانطور که مشاهده می‌شود از مجموع ۸۰ مزرعه مورد مطالعه ۴۷ مزرعه دارای شرایط کاملا طبیعی و بدون عارضه اختلال، ۱۸ مزرعه دارای درصدهایی از اختلال و ۱۵ مزرعه دارای اختلال کامل بودند (جدول ۲).

جدول ۲- وضعیت مزارع سویای مورد بررسی از نظر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی

Table 2. The status of incidence of pod of anomaly disorder in soybean fields

Status	وضعیت	تعداد مزرعه Number of field	تعداد غلاف بارور در بوته Fertile pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no. pod^{-1}	تعداد دانه در متر مربع Seed no. m^{-2}	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})
Without disorder	بدون اختلال	47	59	2.1	122	3039
With moderate disorder	با اختلال متوسط	18	34	1.4	46	848
With compelete disorder	با اختلال کامل	15	29	0.3	10	0

عملکرد دانه در مزارع با اختلال متوسط به طور قابل توجهی کاهش می یابد. لازم به ذکر است در مزارع با اختلال کامل، به دلیل سبز ماندن بوته‌ها، عدم ورود به مرحله رسیدگی و به اصطلاح کشاورزان علوفه‌ای شدن گیاه (Faraji *et al.*, 2023)، عملیات برداشت دانه انجام نشد. میانگین تعداد دانه در متر مربع در مزارع بدون اختلال، با اختلال متوسط و اختلال کامل به‌ترتیب برابر ۱۲۲، ۴۶ و ۱۰ دانه بود (جدول ۲).

میانگین عملکرد دانه در مزارع بدون اختلال، با اختلال متوسط و اختلال کامل به‌ترتیب برابر ۳۰۳۹، ۸۴۸ و صفر کیلوگرم در هکتار بود که نشان‌دهنده کاهش ۷۲ و ۱۰۰ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در مزارع با اختلال متوسط و کامل در مقایسه با مزارع بدون اختلال و همچنین بیان‌گر تاثیر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی در کاهش عملکرد دانه سویا بود. عارضه اختلال در غلاف‌بندی با تاثیر بر روی کاهش تعداد غلاف بارور و کاهش تعداد دانه در غلاف، سبب کاهش تعداد دانه در متر مربع، به عنوان مهمترین جزء عملکرد دانه سویا، می شود (Paygham zadeh, 2017; Malek Shahkouei *et al.*, 2019; Faraji *et al.*, 2023).

در این پژوهش اثر عوامل مختلف مدیریتی بر بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی و عملکرد دانه سویا مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا مدل عملکرد با استفاده از آنالیز رگرسیونی گام به گام تعیین شد. آنالیز رگرسیونی گام به گام نشان داد که از میان متغیرهای مورد بررسی نظیر میزان مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم، عناصر ریزمغذی، بذرمال باکتری، مصرف آفت کش‌ها، مساحت مزرعه، نوع محصول قبلی، روش کشت و ... ، مدل عملکرد با سه متغیر مستقل انتخاب شد. این مدل ۸۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را در سطح احتمال یک درصد توجیه کرد (جدول ۳).

جدول ۳- کمی‌سازی شکاف عملکرد دانه سویا در دو منطقه گرگان و علی‌آباد

Table 3. Quantifying soybean seed yield gap in Gorgan and Aliabad.

متغیر Parameter	ضریب Coefficient	مقدار واقعی Observed value		مقدار مدل Simulated value		شکاف عملکرد Seed yield gap	درصد شکاف عملکرد Seed yield gap (%)
		بهترین مقدار Best value	میانگین Mean	بهترین مقدار Best value	میانگین Mean		
Intercept	-442.5	-	-	-442.5	-442.5	-	-
X_1	6.9*	100.0	22.5	690.0	155.2	534.8	19.2
X_2	180.2**	6.0	3.1	1081.0	558.6	522.4	18.7
X_3	866.2**	4.0	2.0	3464.0	1732	1732	62.1
Observed yield	عملکرد مشاهده شده	4272	1976	-	-	-	-
Simulated yield	عملکرد برآورد شده	-	-	4792	2003	-	-
Yield gap	شکاف عملکرد	-	-	-	-	2789	100

X_1 مصرف کود پتاسیم، X_2 تعداد دفعات آبیاری و X_3 تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات در طول فصل رشد سویا.

X_1 potassium fertilizer, X_2 number of irrigation and X_3 the number of insecticide application during soybean growing season.

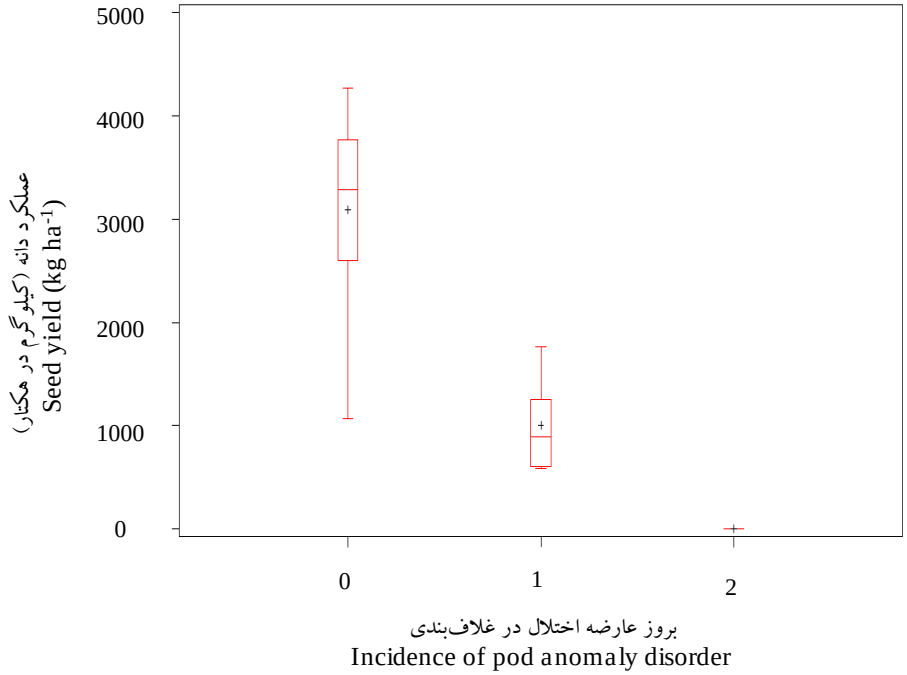
مدل عملکرد دانه نهایی به صورت زیر تعیین شد: Seed yield (kg ha^{-1}) = -442.5 + 6.9 X1 + 180.2 X2 + 866.2 X3

شکاف عملکرد و سهم هر یک از عوامل محدود کننده عملکرد دانه سویا در مزارع مورد بررسی و نسبت به آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. مدل عملکرد، میانگین و حداکثر عملکرد دانه سویا را به‌ترتیب ۲۰۰۳ و ۴۷۹۲ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد که با میانگین و حداکثر عملکرد مشاهده شده (به‌ترتیب ۱۹۷۶ و ۴۲۷۲ کیلوگرم در هکتار) قابل مقایسه بودند. شکاف عملکرد برآورد شده نشان داد بین عملکرد واقعی کشاورزان و آنچه می‌توانند برداشت کنند ۲۷۸۹ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد (جدول ۳)، که با مدیریت مناسب (به‌ویژه کنترل به‌موقع و صحیح آفات، مصرف کافی و به موقع کودهای پتاسیم و انجام آبیاری به موقع و با حجم کافی) به بخش قابل توجهی از آن دست یافت. لازم به ذکر است که کودهای پتاسیم مورد استفاده از دو منبع سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم بودند.

از بین اجزای تشکیل دهنده شکاف عملکرد سویا بین مزارع مورد بررسی سهم مصرف کود پتاسیم ۱۹/۲ درصد، سهم تعداد دفعات انجام آبیاری ۱۸/۷ درصد و سهم تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات ۶۲/۱ درصد بود (جدول ۳)، که نشان دهنده اهمیت عومل مدیریت مزرعه برای بهبود عملکرد دانه در مزارع سویای استان گلستان است. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران در استان گلستان نیز همخوانی دارد (Faraji and Raeisi, 2016).

که در آن X_1 مصرف کود پتاسیم، X_2 تعداد دفعات آبیاری و X_3 تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات در طول فصل رشد سویا می باشند. تفاوت بین میانگین و حداکثر عملکرد دانه مشاهده شده در مدل شکاف عملکرد دانه را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است وجود این میزان شکاف عملکرد در این مطالعه با توجه به بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی در بسیاری از مزارع سویای مورد مطالعه بود.

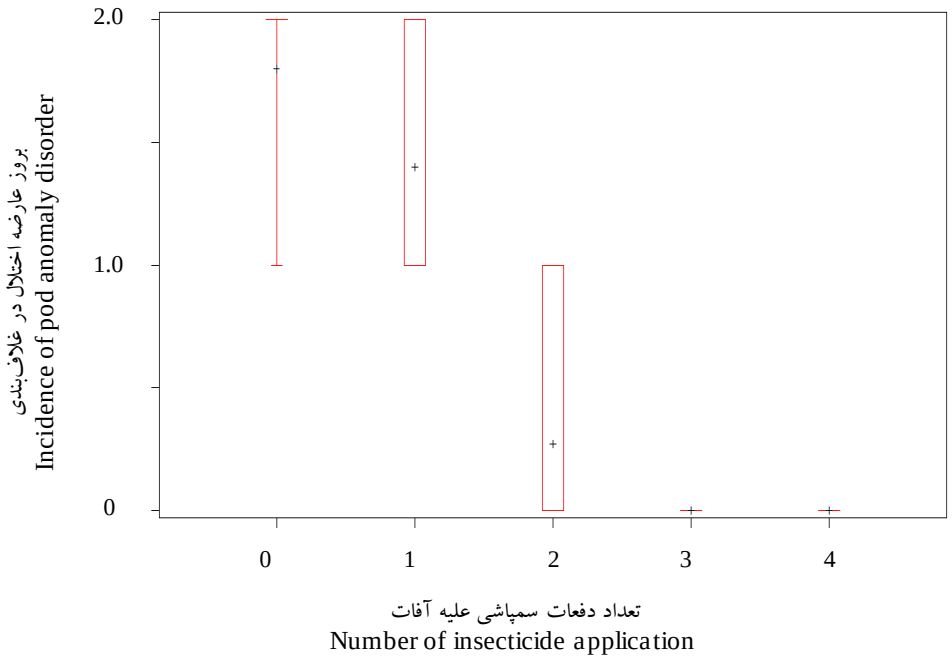
رابطه بین عملکرد دانه با بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی در شکل ۴ نمایش داده شده است. از ۸۰ مزرعه مورد بررسی ۱۵ مزرعه دچار اختلال در غلاف‌بندی کامل و ۱۸ مزرعه نیز دچار درصدهایی (۵۶ تا ۷۹ درصد) از عارضه اختلال در غلاف‌بندی بودند. پانزده مزرعه‌ای که دچار عارضه اختلال در غلاف‌بندی کامل بودند سبز مانده و به رسیدگی فیزیولوژیکی و برداشت نرسیدند و در نتیجه عملا برداشت دانه‌ای در آن‌ها انجام نشد. به عبارت دیگر عملکرد دانه در مزارع دچار اختلال در غلاف‌بندی کامل صفر بود. میانگین عملکرد دانه در مزارع سالم و بدون عارضه اختلال (۴۷ مزرعه) حدود ۳۰۳۹ کیلوگرم در هکتار و در مزارع با بروز اختلال متوسط (۱۸ مزرعه) برابر ۸۴۸ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴).



شکل ۴- رابطه بین عملکرد دانه و بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی در سویا. مزراع بدون اختلال (۰)، با اختلال متوسط (۱) و با اختلال کامل (۲)

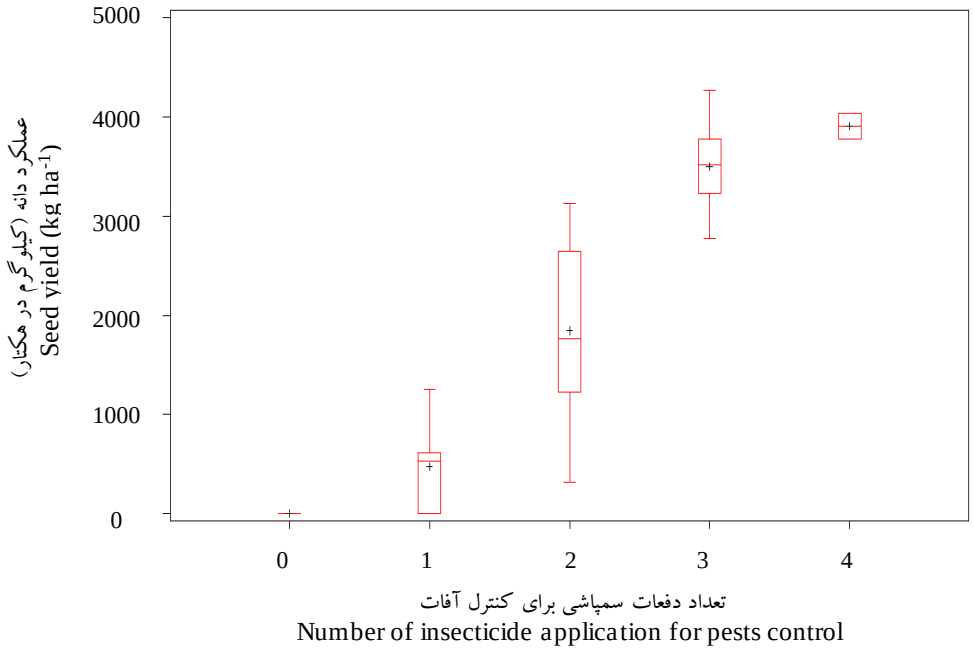
Fig. 4. Relationship between seed yield and the incidence of pod anomalty disorder. Fields without anomaly (0), with moderate anomaly (1) and full anomaly disorder (3)

نتایج حاصل از مدل عملکرد دانه نشان‌دهنده اهمیت کنترل صحیح و به موقع آفات مکنده (به ویژه سنک‌ها، زنجرک‌ها و تریپس‌ها در اوایل دوره زایشی سویا) در پیشگیری و کنترل عارضه اختلال در غلاف‌بندی و در نتیجه دستیابی به عملکردهای قابل قبول در مزارع مورد بررسی بود (شکل۵). در این مطالعه، دامنه تغییرات تعداد دفعات سمپاشی بر علیه آفات در مزارع مورد بررسی بین صفر تا چهار نوبت بود (شکل ۶). میانگین عملکرد دانه سویا در مزارع مورد بررسی تحت صفر، یک، دو، سه و چهار نوبت سمپاشی بر علیه آفات به ترتیب برابر با ۲۹، ۴۶۱، ۱۹۱۲، ۳۴۹۶ و ۳۸۳۵ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۵). این تغییرات عملکرد دانه نشان دهنده تاثیرکنترل صحیح و به موقع آفات به ویژه آفات مکنده در مدیریت مزارع سویای منطقه بود. بیشترین فراوانی مربوط به مزارع با سه نوبت سمپاشی به تعداد ۲۵ مزرعه بود و مزارع با دو و سه نوبت سمپاشی به ترتیب برابر با ۲۲ و ۲۰ مزرعه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.



شکل ۵- رابطه بین بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا و تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات. محور عمودی مزراع بدون اختلال (۰)، با اختلال متوسط (۱) و با اختلال کامل (۲) را نشان می دهد.

Fig. 5. Relationship between the incidence of pod anomaly disorder in soybean and the number of insecticide application. Vertical axis represents fields without anomaly (0), with moderate anomaly (1) and full anomaly disorder (2)



شکل ۶- رابطه بین عملکرد دانه سویا و تعداد دفعات سمپاشی علیه آفات

Fig. 6. Relationship between soybean seed yield and the number of insecticide application for pests Control

صرف نظر از روش، نوع و نحوه مصرف آفت کش در مدیریت آفات مکنده و در نتیجه کنترل عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا بسیار مهم است (Faraji *et al.*, 2023). از نه مزرعه‌ای که در آن‌ها هیچ گونه سمپاشی علیه آفات انجام نشده بود، هشت مزرعه دچار عارضه اختلال در غلاف‌بندی کامل و یک مزرعه نیز دچار درصدهایی از این عارضه شد. همچنین از ۱۹ مزرعه‌ای که در آن‌ها فقط یک نوبت سمپاشی علیه آفات انجام شد، هفت مزرعه دچار عارضه اختلال در غلاف‌بندی کامل و ۱۲ مزرعه نیز دچار درصدهایی از این عارضه شد.

نکته قابل توجه در مدیریت عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا این بود که از ۳۰ مزرعه با سه نوبت سمپاشی علیه آفات، در ۲۵ مزرعه هیچ گونه علائم بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی مشاهده نشد و در پنج مزرعه دیگر نظیر درصدهای پایینی از بروز عارضه مشاهده گردید. همچنین در مزارع با چهار نوبت سمپاشی هیچ گونه علائم بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی مشاهده نشد و بیشترین عملکرد دانه به دست آمد (شکل ۵ و ۶). لازم به یادآوری است که در مزارع مورد بررسی از حشره‌کش‌های آوانت، دانیتول، لاروین، استامی پراید، آوانت+دانیتول و آوانت+استامی پراید استفاده شد.

به‌طورکلی، بررسی‌های این مطالعه و همچنین سایر پژوهش ها نشان داد که آفات مکنده با انتقال عوامل بیماری‌زا نظیر فایتوپلاسما عامل اصلی بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا می‌باشند (Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022a; Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022b). کنترل به موقع و صحیح آفات مکنده با استفاده از سموم سیستمیک، به‌ویژه در هوای گرم و کم باران و در ارقامی با پوشش گیاهی متراکم طی اوایل رشد زایشی بسیار ضروری است (شکل ۵، ۶، ۷ و ۸).

رعایت نکات فنی نظیر استفاده از مقدار آب کافی برای پوشش کامل گیاهی، استفاده از سموم با کیفیت و مورد تایید، انجام محلول‌پاشی در هوای خنک (ترجیحاً عصر) و استفاده از سمپاش‌های بوم‌دار (برای پوشش مناسب و یکنواخت محلول آفت‌کش) ضروری است (Faraji *et al.*, 2023). در میان آفات سویا، آفات مکنده نیازمند توجه بیشتری است. به‌عنوان مثال سنک‌ها، زنجرک‌ها، مگس‌های سفید و تریپس‌ها از جمله آفات مهمی هستند که علاوه بر خسارت مستقیم، به‌طور غیر مستقیم نیز منجر به کاهش عملکرد سویا می‌شوند (Malek Shahkouei *et al.*, 2019) و خسارت آن‌ها با تنش کم‌آبی و شرایط آب و هوای گرم شدت می‌یابد.

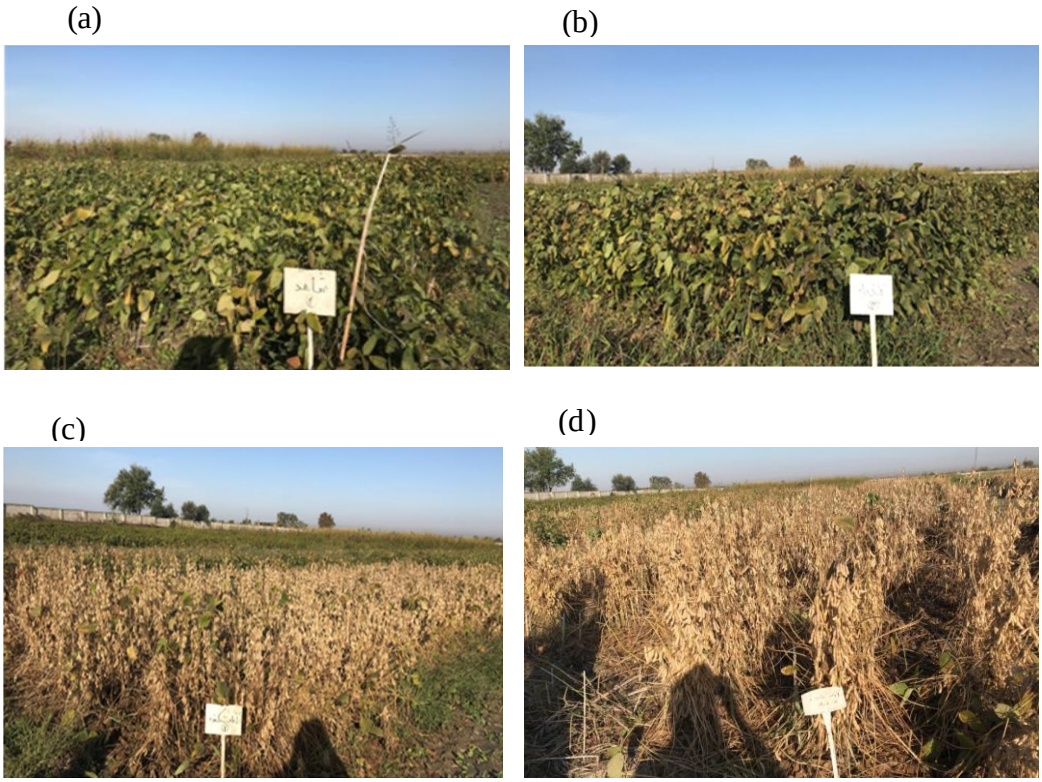
آفات متعددی، شامل سن‌های گیاهی، تریپس‌ها، مگس سفید، کنه و برگخوارها در مزرعه سویا مشاهده می‌شوند و می‌توانند عامل کاهش عملکرد باشند (Asala *et al.*, 2016; Krupke *et al.*, 2016). در مقابل، گیاه نیز

با تولید برخی ترکیبات شیمیایی باعث کاهش خسارت آفات می‌شود (Giacometti *et al.*, 2015). حمله حشرات گیاهخوار به سویا باعث تغییر در هورمون‌های دفاعی گیاهی مانند اسید جاسمونیک، اسید سالیسیلیک و اتیلن شده و در نهایت منجر به تنظیم مجدد ترانسکریپتوم‌ها و پروتئوم‌ها می‌شود (Giacometti and Zavala, 2016).

آفات گیاهی با تغذیه از شیره اندام‌های زایشی، موجب توقف رشد و بد شکلی گل، میوه و برگ می‌شوند. سن‌های سبز و سنک‌ها در هنگام تغذیه با استفاده از قطعات دهانی مکنده آنزیم‌های بزاقی خود را به درون بافت‌های گیاهی تزریق می‌کنند. تزریق مواد بزاقی به بافت‌های گیاهی، جزئی از فرایندهای هضم برون دهانی این حشرات می‌باشد (Cooper *et al.* 2013). آسیب حاصل از این نحوه تغذیه روی بافت‌های گیاهی ممکن است در جمعیت بالای آفت سبب ریزش جوانه‌ها، گل‌ها و غلاف‌ها شود و در نهایت کاهش

شکل ۷- نمایی از آزمایش انجام شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در سال ۱۳۹۷: بوته‌های کاملا سالم سویا (سمت راست) وبوته‌های سبز سویا با علائم شدید عارضه اختلال در غلاف‌بندی ناشی از عدم کنترل آفات مکنده (سمت چپ)

Fig. 7. A view of an experiment at Gorgan agricultural research station in 2018. Soybean normal plants (right). Soybean stay-green plants with full pod anomaly disorder due to no application of insecticide (left)



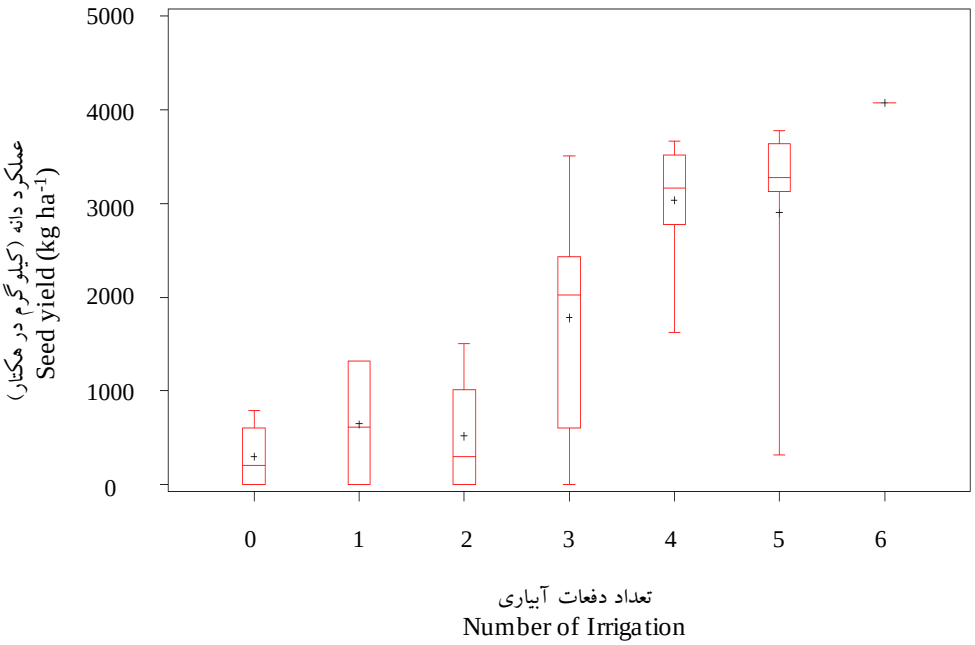
شکل ۸- نمایی از یک مزرعه نمایشی سویا در گرگان در سال ۱۳۹۸. (a) شاهد با بوته‌هایی با علائم شدید عارضه اختلال در غلاف‌بندی، (b) مصرف ریزمغذی‌ها (دو مرحله محلول‌پاشی بور و ۲۰-۲۰-۲۰ در مرحله زایشی) و بدون کنترل آفات مکنده با بوته‌هایی با علائم شدید عارضه، (c) کنترل آفات مکنده بدون مصرف ریزمغذی‌ها با بوته‌هایی کاملا سالم و (d). کنترل آفات مکنده همراه با مصرف ریزمغذی‌ها در مرحله زایشی با بوته‌های کاملا سالم ابعاد هر تیمار ۵۰۰ متر مربع بود

Fig. 8. A view of a soybean field in Gorgan in 2019. (a) Control with plants with severe symptoms of pod anomaly disorder, (b) foliar application of micronutrients (two times application of Boron and 20-20-20) and without sucking pest control with plants with severe disorder symptoms, (c) sucking pest control without foliar application of micronutrients with completely healthy plants, and (d) sucking pest control with foliar application of micronutrients in the reproductive stage with completely healthy plants. The size of each treatment was 500 square meters.

کمیت و کیفیت محصول را در پی خواهد داشت (Elmore, 1955). غایب زمهریر و همکاران (Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022a; Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022b) گزارش

کردند که عامل عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا در مزارع استان گلستان بیماری فایتوپلاسما است که از طریق آفات مکنده به گیاه منتقل می‌شود.

دامنه تغییرات تعداد دفعات آبیاری در مزارع مورد بررسی بین صفر تا شش نوبت بود (شکل ۹). روش آبیاری در مزارع مورد بررسی عمدتا شامل غرقابی و نشتی بود. میانگین عملکرد دانه سویا در مزارع مورد بررسی با صفر، یک، دو، سه، چهار، پنج و شش نوبت آبیاری به ترتیب برابر ۳۶۲، ۵۵۸، ۵۷۷، ۱۵۲۴، ۳۱۸۵، ۳۳۱۷ و ۴۰۳۱ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۹). بیشترین فراوانی مربوط به مزارع با چهار نوبت آبیاری به تعداد ۲۱ مزرعه بود و مزارع با دو و سه نوبت آبیاری به ترتیب با ۱۶ و ۱۴ مزرعه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. از ۸۰ مزرعه مورد بررسی تنها چهار مزرعه با شش نوبت آبیاری مشاهده شد که بیشترین میانگین عملکرد دانه را داشتند (شکل ۹). این موضوع نشان دهنده اهمیت آبیاری مناسب جهت دستیابی به عملکردهای بالا در مزارع سویای منطقه است. در گلستان سویا به عنوان کشت دوم بعد از گیاهانی مانند گندم، کلزا و سیب زمینی کشت می‌شود. در چنین شرایطی آبیاری یکی از مهمترین عوامل مدیریت مزرعه برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه این محصول است (Kiani and Sedaghat Dost, 2016).



شکل ۹- رابطه عملکرد دانه سویا و تعداد دفعات آبیاری

Fig. 9. Relationship between soybean seed yield and the number of irrigations

نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، نوع مدیریت مزرعه می‌تواند بر جمعیت آفات مکنده و در نتیجه کاهش عملکرد دانه موثر باشد. به عنوان مثال، کاربرد روش‌های آبیاری بارانی به علت ایجاد هوای مرطوب در اطراف سایه انداز گیاه در هنگام آبیاری و برخورد قطرات آب به اندام‌های هوایی بر جمعیت آفات مکنده و عوامل بیماری‌زای قارچی پنبه تاثیر گذار است (Darvish Mojeni and Kiani, 2001). استفاده از روش‌های نوین در مدیریت تلفیقی و پایدار آفات مکنده نیز می‌تواند نقش موثری در ارتقا سلامت محیط زیست، بهبود مدیریت مزرعه، افزایش عملکرد دانه و همچنین پایداری تولید داشته باشد (Rezaei *et al*., 2020).

عملکرد دانه سویا توسط اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط تعیین می‌شود و عملیات زراعی نیز در راستای فراهم کردن محیطی مطلوب‌تر برای رشد گیاه برنامه‌ریزی و انجام می‌شود. وقوع تنش‌های مختلف محیطی و زنده در مراحل مختلف رشد سویا به ویژه در مراحل زایشی (مراحل تشکیل گل، غلاف بندی و پرشدن دانه)، سبب بروز خسارت شدید به مزارع سویا می‌شود (Maurício *et al*., 2017; Shamlei *et al*., 2018; Ghayeb Zamharir *et al*., 2022a; Ghayeb Zamharir *et al*., 2022b).

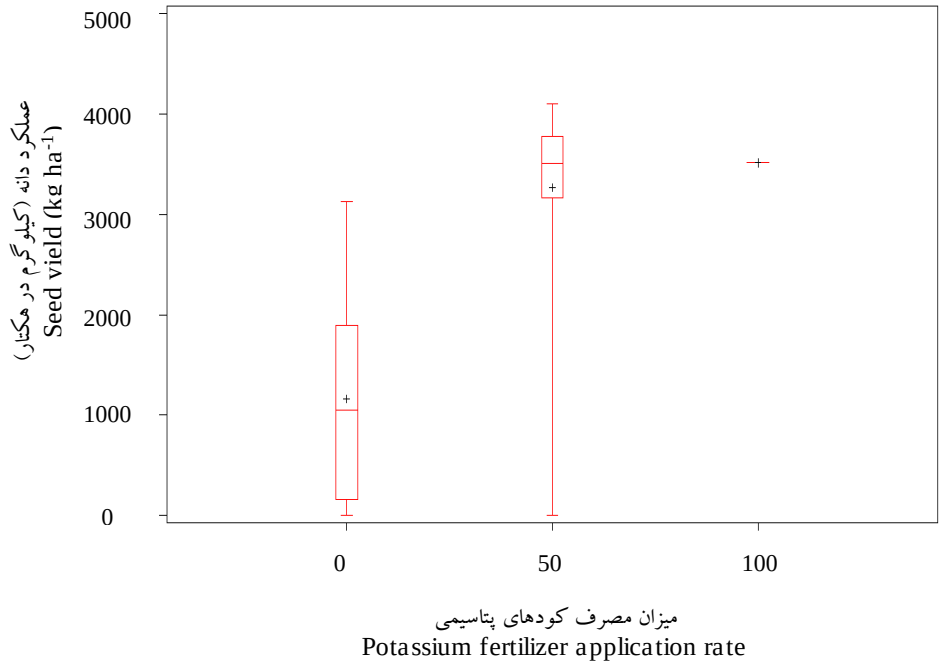
یکی از مهمترین عوامل محیطی تعیین کنندهٔ عملکرد دانه سویاوضعیت رطوبتی خاک است. مراحل گلدهی و تشکیل غلاف حساس‌ترین مراحل رشدی گیاه سویا به تنش رطوبتی است (Egli and Bruening, 2000; Board, 2002; Asadi and Faraji, 2009). عدم دسترسی به رطوبت مورد نیاز، همراه با دماهای بالا مهمترین عامل موثر بر ریزش گل در سویا است، چون تأمین رطوبت کافی مانع ایجاد تغییرات تخریبی درمنطقه ریزش دمگل‌ها می‌شود. کومودینی و همکاران (Kumudini *et al*., 2002; Faraji *et al*., 2016) گزارش کردند که هر نوع ریزش گل‌هادر سویا که ناشی از تنش خشکی باشد صدمات جبران ناپذیری را بر عملکرد دانه آن وارد می‌کند.

کمبود رطوبت در طول دوره گلدهی و حتی در مرحلهٔ تشکیل غلاف میزان عملکرد دانه سویا را از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته کاهش می‌دهد (Scott *et al*., 1987). سمیسیکلاز و همکاران (Smiciklas *et al*., 1992) گزارش کردند تنش در مرحله گلدهی علاوه بر کاهش وزن خشک گیاه، کاهش اجزای زایشی و در نهایت تعداد دانه را در پی داشت. کورت و همکاران (Korte *et al*., 1983) به این نتیجه رسیدند که هر چند ریزش درصدی از گل‌ها و غلاف‌ها یک رویداد طبیعی است ولی تنش خشکی در اوایل رشد زایشی ریزش گل‌ها و غلاف‌ها را افزایش می‌دهد، گرچه ارقام سویا از این نظر دارای حساسیت‌های متفاوتی می باشند (Asadi and Faraji, 2009; Faraji *et al*., 2018).

در بررسی مدل عملکرد دانه و تعیین سهم

عوامل موثر بر شکاف عملکرد دانه در مزارع سویای مورد بررسی مشخص شد اثر مصرف کود پتاسیم در تعیین مدل عملکرد معنی‌دار شد (جدول ۳). در ۸۰ مزرعه مورد بررسی ۱۹/۲ درصد از شکاف عملکرد (۵۳۴/۸ کیلوگرم در هکتار) ناشی از عدم مصرف یا مصرف ناکافی کودهای پتاسیم بود (جدول ۳). دامنه تغییرات مصرف کود پتاسیم (از دو منبع سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم) در مزارع مورد بررسی بین صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱۰).

میانگین عملکرد دانه سویا در مزارع مورد بررسی تحت صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم به ترتیب برابر ۱۱۰۷، ۳۱۸۲ و ۳۵۳۱ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱۰). بیشترین فراوانی (۴۷ مزرعه) مربوط به مزارعی بود که هیچ گونه کود پتاسیم مصرف نکرده بودند. به عبارت دیگر از ۸۰ مزرعه مورد بررسی در ۴۷ مزرعه (۵۹ درصد مزارع) هیچ گونه کود پتاسیم استفاده نشده بود و تنها سه مزرعه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم مشاهده شد که بیشترین میانگین عملکرد دانه (۳۵۳۱ کیلوگرم در هکتار) را داشتند. این موضوع نشان دهنده اهمیت مصرف بهینه پتاسیم جهت دستیابی به عملکردهای بالا در مزارع سویای منطقه است (شکل ۱۰). بالا بودن قیمت کودهای پتاسیم و همچنین اقتصادی نبودن زراعت سویا (در مقایسه با زراعت‌های رقیب نظیر برنج) از دلایل عمده کاهش مصرف کودهای پتاسیم در مزارع سویای استان گلستان در سال‌های اخیر بوده است.



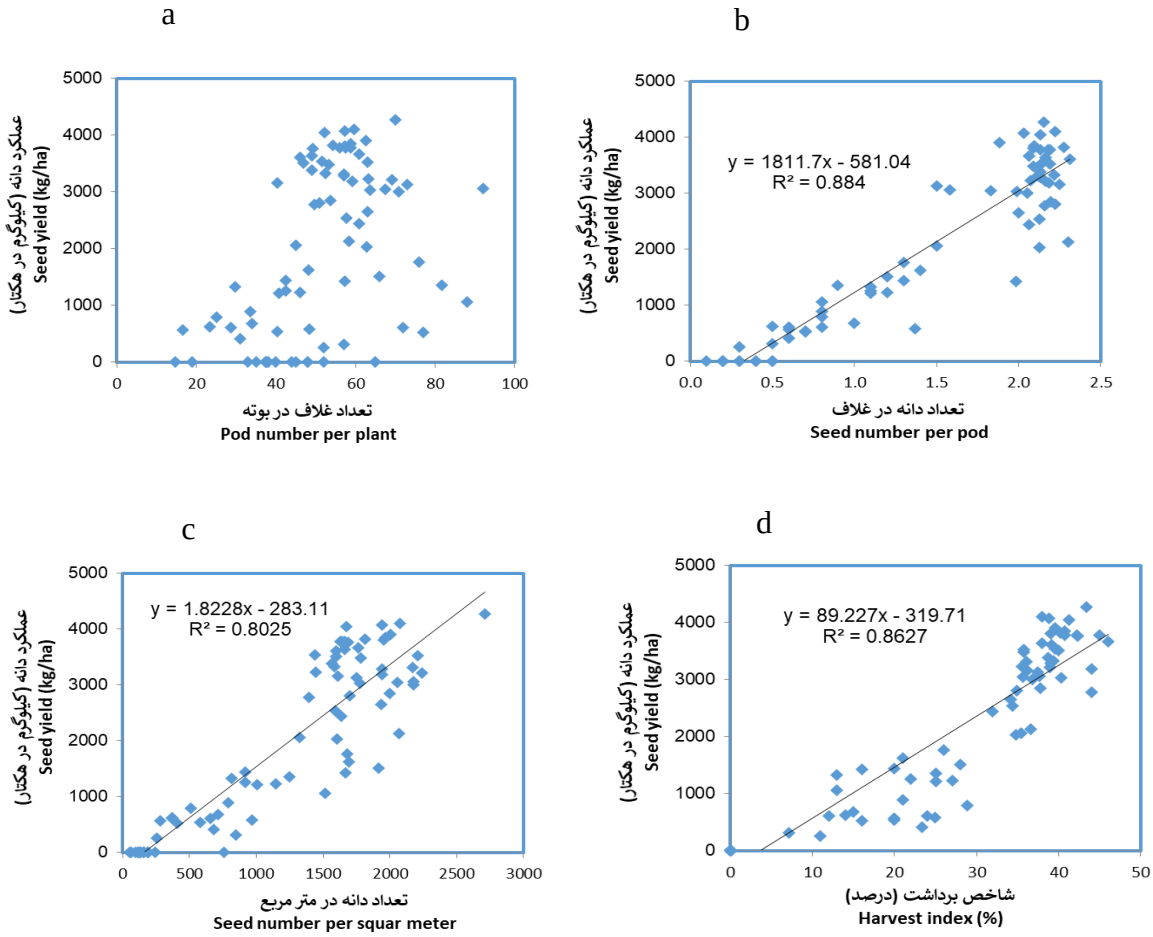
شکل ۱۰- رابطه بین عملکرد دانه سویا و مصرف کودهای پتاسیمی

Fig. 10. Relationship between soybean seed yield and potassium fertilizer rate

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد سالانه حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از محصول سویای جهان به علت فعالیت آفات گیاهی از بین می‌رود (Asala *et al.*, 2016). گیاه سویا در طول فصل رشد مورد حمله آفات مختلفی قرار می‌گیرد. کرم‌های مفتولی، کرم طوقه‌بر، ملخ، شته، تریپس‌ها، سن‌ها و زنجرک‌ها از جمله آفات خسارت‌زای سویا هستند (Giacometti *et al.*, 2015). آفات مکنده علاوه بر تغذیه از شیره گیاهی، به خصوص در مرحله گلدهی سویا، در برخی موارد بزاق سمی به گیاه تزریق نموده و از این طریق می‌توانند ناقل برخی عوامل بیماریزا نظیر فایتوپلاسما باشند (Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022a; Ghayeb Zamharir *et al.*, 2022b). آفات مکنده با داشتن جثه کوچک، طبیعت مخفی‌گرایی در اندام‌های مختلف گیاهی سویا، تعدد نسل و کوتاه بودن طول دوره هر نسل به راحتی از سموم آفت کش مصون مانده و موجبات خسارت بیشتر را فراهم می‌آورند.

بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه سویا رابطه رگرسیونی معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱۱a)، در حالی که رابطه بین عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در متر مربع و شاخص برداشت خطی و معنی‌دار بود (شکل ۱۱b-d). روابط خطی بین تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در متر مربع و شاخص برداشت با عملکرد دانه به ترتیب ۸۸، ۸۰ و ۸۶ درصد از تغییرات مشاهه شده را توجیه کرد (شکل ۱۱b-d). معنی دار نشدن رابطه رگرسیونی بین تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه ممکن است به دلیل بروز عارضه اختلال در غلاف‌بندی در ۱۵ مزرعه از ۸۰ مزرعه مورد بررسی بود، به طوری که در این مزارع عمدتا بوته‌ها دارای ماده خشک و تعداد غلاف مناسبی بودند ولی به دلیل بروز عارضه اختلال در غلاف بندی، غلاف‌ها فاقد دانه یا دارای یک دانه بودند. اینیافته ها با نتایج مطالعات سایر پژوهشگران نیز موافقت دارد (Faraji *et al.*, 2023).

نتایج حاصل از مدل عملکرد دانه و مشاهدات میدانی نشان داد که کنترل به موقع و صحیح آفات به ویژه آفات مکنده در دوره تشکیل گل و غلاف بندی مهمترین عامل کنترل عارضه اختلال در غلاف‌بندی و در نتیجه دستیابی به عملکردهای مناسب در گیاه سویا است. در استان گلستان، سنک سبز فراوان‌ترین گونه آفت مزارع سویا است. این آفت به عنوان گونه غالب مزارع پنبه شرق استان گلستان نیز گزارش شده است (Malek Shahkouei *et al.*, 2019). پوره و حشرات بالغ این آفت از جوانه‌های گل تغذیه می‌کنند و در نهایت موجب ریزش گل و جوانه‌ها می‌شوند. برخی از سنک‌های خانواده Miridae به عنوان ناقلین بیماری های گیاهی شناخته شده‌اند (Mitchell, 2004). معمولا ظهور پوره‌های سنک سبز از اردیبهشت آغاز می شود و پاییز ملایم سال قبل و بارندگی‌های متناوب فروردین به شیوع جمعیت سنک در همان سال کمک می کند.



شکل ۱۱- رابطه بین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در متر مربع و شاخص برداشت سویا

Fig. 11. Relationship between seed yiled and the number of pod plant^{-1}, the number of seed pod^{-1}, the number of seed m^{-2} and harvet index of soybean

زنجرک‌ها نیز یکی از آفات مکنده مهم محصولات زارعی مانند پنبه، لوبیا، سویا، درختان میوه و صنوبر می‌باشند. از نشانه‌های قابل مشاهده در گیاه پس از تغذیه آفت، تغییر رنگ و تغییر شکل برگ‌ها، پیچ‌خوردگی و نکروز برگ‌ها می‌باشد. خسارت ناشی از این آفات می تواند تغییرات موضعی و سیستمیک در صفات مرفولوژیک سویا مانند ضخیم شدن برگ از طریق تغییر در مقدار لیگنین، نوع و تراکم تریکوم، ضخامت و رنگ برگ ایجاد نماید (Giacometti and Zavala, 2016).

نتایج این مطالعه میدانی دو ساله به خوبی نشان داد که می توان در شرایط استان گلستان با اعمال مدیریت زراعی مناسب نظیر انجام تاریخ کاشت بهینه، کنترل صحیح و به موقع آفات، مصرف بهینه کودهای پتاسیم و آبیاری کافی و به موقع به مقدار

قابل توجهی سبب افزایش عملکرد دانه گیاه سویا شد. با توجه به تغییرات شدید اقلیمی در سال‌های اخیر که با افزایش دمای هوا، کاهش و الگوی نا مناسب بارش ها افزایش قابل توجه جمعیت آفات و کاهش منابع آبی قابل دسترس همراه بوده است و همچنین افزایش سطح کشت گیاهان رقیب، نظیر برنج، که دارای مزیت اقتصادیی بالایی می‌باشد، لزوم توجه بیشتر به حل مشکلات فنی محصول سویا در راستای پایداری تولید و توسعه کشت آن ضروری است.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاران سازمان جهاد کشاورزی گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان و دانشگاه آزاد اسلامی گرگان برای همکاری‌های صورت گرفته سپاسگزاری می‌نمایند.

تعارض منافع

نگارندگان اعلام می کنند که هیچگونه تعارض منافعی ندارند.

References

Anonymous., 2022. Knowledge based document of Iran food. Agricultural Section. Iran Capital Council of Cultural Revoulation security. 35 pp. (In Persian).

Asadi, M.E., and Faraji, A., 2009. Applied principles of oilseeds (soybean, cotton, canola, sunflower) cultivation. Agricultural Science of Iran Press. 84 pp. (In Persian).

Asala, S.W., Olubusuyi, P.T. and Abdulrazaq, S., 2016. Evaluation of insect pests associated with growth of soybean (*Glycine max*) in Nigerian Guinea Savanna. *International Journal of Advance Agricultural Research*, 4, pp.51-56. DOI: 10.33500/ ijaar.2016.04.009.

Board, J.E., 2002. A regression model to predict soybean cultivar yield performance at late planting dates. *Agronomy Journal*, 94, pp.483-492. DOI: 10.2134/agronj2002.0483.

Board, J.E., Kang, M.S. and Harville, B.G., 1999. Path analyses of the yield formation process for late-planted soybean. *Agronomy Journal, 91*, pp.128-135. DOI: 10.2134/agron j1999.00021962009100010020x.

Cooper, W.R., Nicholson, S.J. and Puterka, G.J., 2013. Salivary proteins of *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, *106*, pp.86-92. DOI: org/10.1603/AN12096.

Darvish Mojeni, T. and Kiani, A.R., 2001. The effect of rain and drip irrigation methods on the population of sucking pests in cotton fields of Golestan province. *Agricultural Engineering Research Journal*, *20*, pp.59-70. (In Persian). DOI:

10.32404/rean.v10i2. 7253.

Egli, D.B. and Bruening, W.P., 2000. Potential of early-maturing soybean cultivars in late plantings. *Agronomy Journal, 92*, pp.532–537. DOI: org/10.2134/agronj2000.923532x.

Elmore, J.C., 1955. The nature of Lygus bug injury to lima beans. *Journal of Economic Entomology*, *48*, pp.148-151. DOI: org/10.1093/jee/48.2.148.

Faraji, A., Raeisi, S., Hezarjeribi, E. and Mobasser, S., 2012. Oil crops. Nourozi Press. 542 pp. (In Persian).

Faraji, A., and Raeisi, S., 2016. Pod abnormality in soybean crop. Technical Publication No. 49518. Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gorgan, Iran. 19 pp. (In Persian).

Faraji, A., Raeisi, S., Mohammadzadeh, J., Razi Nataj, M., Fathi, M. and Mohammadpour zaydi, L., 2016. The soybean, botany, production and uses. Nourozi Press. 446 pp. (in Persian).

Faraji, A., Mohajer, A.R. and Shamlei, S., 2018. Evaluation some factors effecting soybean pod abnormality in Golestan province. Technical Publication No 57197. Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gorgan, Iran. 80 pp. (In Persian).

Faraji, A., Sokhtehsaraei, M., Najafi, H., Malek Shahkouei, S., Mobasheri, M.T., Ghazaeian, M., Shamlei, S., Alimohamadzadeh, S., Nemati, H., Raeisi, S., Imani, M., Mohajer, A.R., Mousakhani, A., Younesabadi, M., Bohlol, H., Fayzbakhsh, M.T., Kayhanian, A.A., Hagighi, A.A., Ebrahimi, H., Payghamzadeh, K., Haghnama, K., Alazmani, A.R., Sharbati, M.M., Bazi, A., Delavaran, H., Behmaneh, B., Hosaini, A., Askari, M., Kiani, A., Zohri, H. and Aghatabay, A., 2023. Soybean pod abnormality management in Golestan province. Technical Publication No 63871. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. 12 pp. (In Persian).

Fehr, W.R., Caviness, C.E., Burmood, D.T. and Pennington, J.S., 1971. Stage of development descriptions for soybean (*Glycine max*). *Crop Science*, *11*, pp929-931. DOI: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x.

Ghayeb Zamharir, M., Shameli, S. and Bertaccini, A., 2022a. Epidemiology of soybean bud proliferation and seed pod abortion disease in Iran. *Australasian Plant Pathology*, *51*, pp.383-390. DOI: org/10.1007/s13313-022-00866-9.

Ghayeb Zamharir, M., Shameli, S. and Bertaccini, A., 2022b. Molecular evidence

of seed transmission of soybean bud proliferation and seed pods abortion phytoplasma disease. *Indian Phytopathology*, *75*, pp.889-893. DOI: 10.1007/s42360-022-00518-4.

Giacometti, R., Barneto, J., Barriga, L. G., Sardoy, P.M., Balestrasse, K., Andrade, A.M., Pagano, E.A., Alemano, S.G. and Zavala, J.A., 2015. Early perception of stink bug damage in developing seeds of field-grown soybean induces chemical defences and reduces bug attack. *Pest Management Scince*, *72*, pp.1585-1594. DOI: 10.1002/ps.4192.

Giacometti, R. and Zavala, J.A., 2016. Soybean response to pest attack. Pp.35-62. In: Fletchr, B. (ed.) *Soybeans: Cultivation, Nutritional Properties and Effects on Health*. Nova Science publishers, Inc. New York.

Han, T., Wu, C., Tong, Z., Mentreddy, R.S., Tan, K. and Gai, J., 2006. Post flowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. *Environmental and Experimental Botany*, *55*, pp.120-129. DOI: org/10.1016/j.envexpbot. 2004.10.006.

Kiani, A.R. and Sedaghat Dost, A., 2016. Water productivity and its improvement. Extension Publication Agricultural Research, Education and Extension Organization, Thehran, Iran. 72 pp. (In Persian).

Korte, L. Specht, L., Williams, J.E. and Sorensen, R.C., 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny II. Yield component responses. *Crop Science*, *23*, pp.528-533. DOI: 10.2135/cropsci1983.0011183X002300030020x.

Krupke, C.H., Obermeyer, J. and Larry Bledsoe, W., 2016. Soybean insect control recommendations. Extension Entomologists. 8 pp.

Kumudini, S., Hume, D.J. and Chu, G., 2002. Genetic improvement in Short-season soybean. Nitrogen accumulation, remobilization and partitioning. *Crop Science*, *42*, pp.141-145. DOI: 10.2135/cropsci2002.1410.

Malek Shahkouei, S., Mohajer, A.R., Faraji, A., Keyhanian, A.A. and Mobasheri, M.T., 2019. Suckering insect management to prevent pod abnormality in soybean. Technical publication No 56238. National Plant Medicine Research Institute. 10 pp. (In Persian).

Mardi, M., Nekuei, A.R., Vafabakhsh, J., Karimi, M., Khaeyam Nekuei, M., Ghorbani, M., Abbasi, F., Mohajer, A.R., Bromandi, M.M., Faryadres, V., Damavandi Neghad, H., Ahmadi Soumeh, K., Jafari, H., Ebrahimi, A., Balali,

M.R. and Aziz Karimi, F., 2022. Cropping pattern program of field crops. Technical Publication No. 62342. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. 324 pp. (In Persian).

Maurício C.M., Favoreto, L., Klepker, D., Francismar C. and Marcelino, G., 2017. Soybean green stem and foliar retention syndrome caused by *Aphelenchoides besseyi*. *Tropical plant pathology, 42*, pp403-409. DOI:10.1007/s40858-017-0167-z.

Mitchell, P.L., 2004. Heteroptera as Vectors of Plant Pathogens. *Neotropical Entomology, 33*, pp.519-545. DOI: 10.159.0/S1519-566X2004000500001.

Payghamzadeh, K., 2017. Investigation of soybean pod distortion syndrome by proteomics and bioinformatics approaches. Ph. D. Thesis. Tabriz University. 153 pp. (In Persian).

Payghamzadeh, K., Toorchi, M. and Shobbar, Z.S., 2017. Proteome alteration of soybean as a function of pod distortion syndrome. *Legume Research, 40*, pp.1-10. DOI: 10.18805/ lr.v0i0.7836.

Salahi, F., Latifi, N. and Amjadian, M., 2006. The effect of planting date on the yield and yield components of soybean (*Glycine max*) in Gorgan region. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 13*, pp.1-7. (In Persian).

SAS., 1997. 'SAS/STAT". Users guid. [Version 6.12], Cary, NC, SAS Institut.

Scott, H., Ferguson, D. and Wood, L.S., 1987. Water use, yield, and dry matter accumulation by determinate soybean grown in a humid region. *Agronomy Journal, 79*, pp.870–875. DOI: 10.2134/agronj1987.00021962007900050023x.

Shameli, S., Rakhshandehroo, F. and Safarnejad, M.R., 2018. Effect of tobacco streak virus on in different soybean cultivars in greenhouse conditions. *Journal of Pest and Desiease, 86*, pp.133-145. (In Persian). DOI: 10.22092/jaep.2018.121190.1216.

Smiciklas, K.D., Mullen, R.E., Carlson, R.E. and Knapp, A.D., 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. Agronomy Journal, *84*, pp.166-170. DOI: 10.2134/agronj1992.00021962008400020008x.

Soltani, A., 2009. Mathematics modeling in crops. Mashhad Jihad Daneshgahi Press. 175 pp. (In Persian).

Rezaei, R., Safa, L. and Ganjkhanloo, M.M., 2020. Understanding farmers' ecological conservation behavior regarding the use of integrated pest management-an application of the technology acceptance model. *Global Ecology and Conservation, 22*, pp.1-18. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e00941

RESEARCH ARTICLE

Factors Affecting the Incidence of Pod Anomaly Disorder and Seed Yield of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] in Golestan Province in Iran

A. Faraji[1*], M. Souktehsaraei[2], H. Najafi Khanbebin[3], S. Malek Shahkouei[4], H. Ajamnourouzi[5], M. R. Dadashi[6], K. Peyghamzadeh[7] and M. Ghazaeian[8]

1. Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Depatment, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Oganization. Gorgan, Iran.
2 and 3. Agronomist, Jehad-e-Agriculture Organization of Glosten province, Gorgan, Iran.
4. Agricultural Entomologist, Jehad-e-Agriculture Organization of Glosten province.
5. Associte Professor, Gorgan Baranch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
6. Assistant Professor, Gorgan Baranch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
7. Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Depatment, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Oganization, Gorgan, Iran.
8. Researcher, Soil and Water Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Oganization. Gorgan, Iran.

ABSTRACT

Faraji, A., Souktehsaraei, M., Najajafi Khanbebin, H., Malek Shahkouei, S., Ajamnourouzi, H., Dadashi, M.R., Peyghamzadeh, K. and Ghazaeian, M., 2023. Factors affecting the incidence of pod anomaly disorder and seed yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] in Golestan province in Iran. *Seed and Plant*, *39*, pp.67-92 (In Persian).

Over the past four decades, pod anormaly disorder has been one of the most important factors affecting soybean seed yield and production in Golestan province in Iran. To assess the role of crop management factors on soybean pod anormaly and seed yield, 80 soybean fields were selected randomly during 2018 and 2019 in Gorgan and Aliabad in Glestan province. Stepwise regression analysis showed that seed yield model (Yield = -442.5 + 6.9 X_1 + 180.2 X_2 + 866.2 X_3) was determined with three factors of potassium fertilizer (X_1), number of irrigation (X_2) and insect pest management (X_3). Potassium fertilizer, number of irrigation and insect pest management explained 19.2%, 18.7% and 62.1% of the yield gap components, respectively, and reflected the importance of these factors for increasing soybean seed yield. Among 80 soybean fields, 15 and 18 fields had full and partial pod anomaly disorder symptoms, respectively. The mean soybean seed yield for fields without and partial pod anomaly disorder was 3039 and 848 kg ha^{-1}, respectively. The results of this study showed the importance of optimum insect pest management to prevent and control the incidence of soybean pod anomaly disorder in Goletan province in Iran.

Keywords: Soybean, crop management, insect pest management, potassium fertilizer, yield gap.

Introduction

Over the past four decades, pod anomaly disorder has been one of the most important factors affecting soybean seed yield and production in Golestan province in Iran (Payghamzadeh, 2017; Malek Shahkouei *et al.*, 2019; Faraji *et al.*, 2023). This conditions has led to disorders in the flower and pod system of the soybean plant which ultimately causes no or low pod set, modified of pods shape, stay-green plants, and so called by the farmers, fodder plants In fact, in the affected plants, a mechanism prevents the transfer of assimilates from leaves to seeds, hence the leaves remain green and the plants continue vegetative growth. In 2015, about 13765 hectares out of the total of 35107 hectares (about 39% of the soybean growing areas) suffered from this disorder. Due to luck of adequate quantitative information on the role of each of the factors in the incidence of this disorder and seed yield reduction, it would be necessary to investigate the effect of each of these factors on reduction of the soybean seed yield to enable farmers to overcome these limiting disorders by adopting appropriate crop management strategies.

Materials and methods

In order to investigate the role of management factors affecting the seed yield and incidence of pod abnormality disorder in soybean, during the years 2018 and 2019, 80 soybean fields in the two cities of Gorgan and Aliabad, were determined and investigated. These fields included good, medium and poor fields and even seed production ones. Soybean variety cultivated in all investigated fields was Katul. During the growing season, the stages of development, including the date of planting, emergence, beginning and end of flowering, podding, seed filling, physiological maturity and harvest maturity were determined (Fehr *et al.*, 1971). For data analysis, the collected information was normalized (SAS, 1997). To determine the yield model, qualitative variables were coded as zero and one. Then, the relationship between all quantitative and qualitative measured variables with yield was investigated through step wise regression method and data analysis was performed using the statistical method of yield comparison analysis (Soltani *et al.*, 2009). Finally, using the yield model and parameter values, potential yield, yield gap and the contribution of each factor causing the yield gap were determined.

Results and Discussion

Out of 80 studied soybean fields, 47 fields had completely normal soybean plants and no pod anomaly disorder, 18 fields had moderate pod anomly disorder and 15 fields

had completely affected by pod anomaly disorder. Mean seed yield in fields without disorder, with moderate disorder and complete disorder was 3039, 848 and 0 kg ha^{-1}, respectively, indicating considerable sedd yield reduction of 72% and 100% in fields with moderate and complete disorder in comparison with fields without disorder. These results reflected the importance of pod anomaly disorder in reducing soybean seed yield. The seed yield model estimated the average and maximum seed yields as 2003 and 4792 kg ha^{-1}, respectively. The estimated yield gap was 2789 kg ha^{-1} that with approperiate crop management particularly effective insect pest control, adequate potassium fertilizers application and adequate number of irrigations can be narrowed and even closed. The results of this two-year field study showed that under the conditions of Golestan province, it is possible to significantly increase soybean seed yield by application and adoption of appropriate crop management startegies and techniques.

References

Board, J.E., 2002. A regression model to predict soybean cultivar yield performance at late planting dates. *Agronomy Journal*, 94, pp.483-492. DOI: 10.2134/agronj2002.0483

Fehr, W.R., Caviness, C.E., Burmood, D.T. and Pennington, J.S., 1971. Stage of development descriptions for soybean (*Glycine max*). *Crop Science, 11*, pp.929-931. DOI: org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x.

Malek Shahkouei, S., Mohajer, A.R., Faraji, A., Keyhanian, A.A. and Mobasheri, M.T., 2019. Suckering insect management to prevent pod abnormality in soybean. Technical publication No 56238. National Plant Medicine Research Institute. 10 pp. (In Persian).

Payghamzadeh, K., 2017. Investigation of soybean pod distortion syndrome by proteomics and bioinformatics approaches. Ph. D. Thesis. Tabriz University. 153 pp. (In Persian).

*Corresponding author: abolfazfaraji@yahoo.com Tel.: +981732533867

Received: 05 January 2023
Accepted: 16 March 2023