



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۱۴-۱۰۰۳

تأثیر دمای پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در مناطق کرج و مغان

حسین صادقی^{۱*}، حسین حیدری شریف‌آباد^۲، آیدین حمیدی^۳، قربان نورمحمدی^۲ و حمید مدنی^۴

۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. استاد گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. استادیار بخش تحقیقات کنترل و گواهی بذر، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران.

۴. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۶

چکیده

به منظور بررسی اثر دمای پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در تاریخ‌های مختلف کاشت، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مناطق مغان و کرج در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. عوامل مورد بررسی شامل رقم ('ویلیامز' و 'L17') و تاریخ کاشت (۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیر) بود. نتایج نشان داد که مقدار پروتئین محلول تحت تأثیر عوامل بررسی شده قرار نگرفت. در هر دو منطقه بیشترین درصد روغن (۲۲/۳۸ درصد) مربوط به تاریخ کاشت اول بود؛ همچنین تاریخ کاشت‌های دوم و سوم به ترتیب با ۱۸/۸۰ و ۱۷/۷۲ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بیشترین مقدار قندهای محلول در منطقه کرج (۷۳/۱۷ میلی‌گرم بر گرم دانه) در تاریخ سوم و در منطقه مغان (۷۲/۱۲ میلی‌گرم بر گرم دانه) در تاریخ کاشت دوم حاصل شد. علاوه بر این بیشترین عملکرد (۳۶۷۹ کیلوگرم در هکتار) در هر دو منطقه در تاریخ کاشت دوم مشاهده شد، در حالی که تاریخ کاشت‌های سوم و اول به ترتیب با عملکرد ۳۱۶۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در رده‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هرچند درصد روغن دانه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بیشتر بود، به دلیل رویارویی مراحل غلاف‌بندی و پر شدن دانه سویا با دمای زیاد در این تاریخ کاشت، عملکرد و مقدار قندهای محلول کاهش یافت، بنابراین به منظور جلوگیری از بروز این مشکل، توصیه می‌شود که کاشت سویا در اردیبهشت انجام نگیرد و تا نیمه خرداد به تأخیر انداخته شود.

کلیدواژه‌ها: پر شدن دانه، تنش گرما، رافینوز، رشد زایشی، ساکارز.

۱. مقدمه

شرایط محیطی می‌تواند بر کیفیت دانه در زمان توسعه، دورهٔ پسابدگی و یا پس از رسیدگی برداشت مؤثر باشد [۳۱]. دما و طول روز دو متغیر محیطی مهم‌اند که بر طول دورهٔ قبل از گلدهی در بسیاری از گیاهان تأثیر می‌گذارند. دما اولین عامل محیطی است که سرعت نمو را کنترل می‌کند و می‌تواند به‌طور مستقیم و از طریق تأثیر بر متابولیسم در تأمین مواد آسیمپلاسیون مؤثر باشد [۲۱، ۲۰]. شاید بتوان تاریخ کاشت را مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر کیفیت و عملکرد دانه در نظر گرفت [۳۰]. تاریخ کاشت‌های مختلف سبب ایجاد شرایط متفاوتی از لحاظ دما، رطوبت نسبی، طول روز، تشعشع و شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود و این عوامل ویژگی‌های کیفی و کمی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۳۲]. تأثیر تاریخ کاشت از طریق دما بر عملکرد کمی و کیفی سویا به مرحلهٔ رشد گیاه بستگی دارد. در پژوهشی مشخص شده است که افزایش میانگین دمای محیط از ۲۳ به ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد در مرحلهٔ دانه‌بندی کامل (R_6) تا آغاز رسیدگی (R_7) سبب افزایش مقدار پروتئین و روغن و وقوع دماهای زیاد از زمان آغاز تشکیل دانه‌ها (R_5) تا پر شدن آنها (R_6) موجب کاهش پروتئین و روغن دانه سویا می‌شود، همچنین افزایش بیشینهٔ دما از ۳۲ به ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد در مرحلهٔ گلدهی کامل (R_2) تا آغاز تشکیل دانه (R_5) سبب کاهش درصد روغن سویا می‌شود [۲۲]. تنش خشکی و گرما در طی دورهٔ زایشی رشد سویا سبب کاهش تبادل دی‌اکسید کربن، فتوسنتز، تولید قندها و جریان فراورده‌های متابولیتی به سلول‌های در حال توسعه شده و در نهایت موجب کاهش طول دورهٔ رشد رویشی، طول دورهٔ پر شدن دانه، تعداد دانه و اندازهٔ دانه می‌شود [۲۴].

در آزمایش دیگری بیان شد که دمای زیاد (۳۷/۳۰، درجهٔ سانتی‌گراد شب/روز) در مراحل آغاز تشکیل دانه تا

رسیدگی کامل (R_5 - R_8) از مراحل رشد فنولوژیکی سویا به‌طور معناداری ترکیب شیمیایی دانه را نسبت به دمای کم (۲۷/۱۸، درجهٔ سانتی‌گراد شب/روز) تحت تأثیر قرار داد، به‌نحوی که در دمای زیاد غلظت روغن (غلظت کل اسیدهای چرب) و غلظت پالمیتیک (۱۶:۰)، استئاریک (۱۸:۰) و اولئیک اسید (۱۸:۱) افزایش پیدا کرد، درحالی که غلظت لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک اسید (۱۸:۳) کاهش یافت [۲۸]. همچنین غلظت ترکیبی ساکارز، رافینوز و استاکیوز به‌شدت در دماهای زیاد کاهش یافت؛ هرچند که تفاوت آنها با دمای کم معنادار نبود. به‌طور کلی گزارش شده است که بذرهاى سویا که در دماهای زیاد نمو و رشد کرده باشند غلظت روغن زیادی دارند و در اکثر گزارش‌ها هم به نسبت معکوس بین درصد روغن و درصد پروتئین در بذر سویا اشاره شده است [۳۷، ۲۷]. ثابت شده است که دمای زیاد، محتوای روغن و نسبت اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به کل اسیدهای چرب بذر سویا [۳۷، ۲۸] و آفتابگردان [۱۳] را تغییر می‌دهد. رابطهٔ بین دما و تغییر نسبت اسیدهای چرب ممکن است به حساسیت آنزیم دسچوراز^۱ ارتباط داشته باشد؛ آنزیمی که مسئول برگرداندن اسیدهای چرب ۱۸:۱ به اسیدهای چرب ۱۸:۲ و افزایش نسبت اولئیک اسید به کل اسیدهای چرب در دماهای زیاد در طول دوران رشد است [۳۷].

اگر در طی دورهٔ پر شدن، دانهٔ سویا تحت تأثیر دماهای زیاد قرار گیرد در محتوای روغن بذر سویا تغییر ایجاد شده و سبب می‌شود نسبت اسیدهای چرب خاص به کل اسیدهای چرب تغییر کند [۳۵]. در آزمایش دیگری بیان شده که کاشت سویا در خرداد نسبت به اردیبهشت سبب افزایش سرعت رشد محصول و سرعت آسیمپلاسون خالص می‌شود [۱۹]. این مسئله ممکن است به دلیل کوتاه بودن دورهٔ رشد و تمایل گیاه برای گذر سریع از مرحلهٔ رشد رویشی و ورود به مرحلهٔ رشد زایشی باشد [۸].

1. ω-6 desaturase

تأثیر دمای پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در مناطق کرج و مغان

آزمایش فاکتوریل^۱ دو عاملی ۲×۳ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه مغان و کرج در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. عوامل مورد بررسی شامل دو رقم 'ویلیامز' و 'L17' و سه تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیر بود. عملیات کاشت با رعایت دقیق عمق کاشت و با تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار در تاریخ‌های مورد نظر در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (مغان) انجام گرفت. کشت بذرها به صورت هیرم‌کاری و با دست در هریک از تاریخ‌ها انجام گرفت.

با توجه به اهمیت درجه حرارت در طول فصل رویش سویا و همچنین شروع کاشت سویا در منطقه مغان از اوایل اردیبهشت به عنوان کشت بهاره و ادامه آن تا اواخر تیر، هدف این پژوهش بررسی اثر دماهای مختلف داخل پوشش گیاهی در مرحله رشد زایشی سویا که از طریق تاریخ کاشت‌های متفاوت ایجاد می‌شود بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در دو منطقه مغان و کرج بود.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر دمای داخل پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد دانه سویا تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت، پژوهشی به صورت

جدول ۱. مقادیر بیشینه و کمینه دما (درجه سانتی‌گراد) در مراحل رشد زایشی سویا در دو منطقه کرج و مغان

مراحل رشد زایشی			
منطقه	تاریخ کاشت	گلدهی کامل تا شروع تشکیل دانه (R2-R5)	شروع دانه‌بندی تا دانه‌بندی کامل (R5-R6)
		دانه‌بندی کامل تا آغاز رسیدگی (R6-R7)	
کرج	۱۵ اردیبهشت	۳۰/۵	۲۸
	۱۵ خرداد	۱۶/۹	۱۶/۱
	۱۵ تیر	۲۹	۲۵/۵
مغان	۱۵ اردیبهشت	۱۷	۱۴
	۱۵ خرداد	۲۴/۱	۱۷
	۱۵ تیر	۱۲	۸/۲
کرج	۱۵ اردیبهشت	۳۲/۹	۳۲/۱
	۱۵ خرداد	۱۹/۷	۱۷/۶
	۱۵ تیر	۳۰/۵	۲۶/۴
مغان	۱۵ اردیبهشت	۱۷	۹
	۱۵ خرداد	۲۹/۳	۲۴/۳
	۱۵ تیر	۱۳	۱۳

1. Factorial
2. *Bradyrhizobium japonicum*
3. Fehr

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۰۵

جدول ۲. مقادیر بارش (میلی‌متر) در تاریخ‌های مختلف کاشت در دو منطقه کرج و مغان در طی فصل رشد سویا

تاریخ کاشت		۱۵ اردیبهشت		۱۵ خرداد		۱۵ تیر	
منطقه		مغان	کرج	مغان	کرج	مغان	کرج
کل بارش در دوره رشد		۱۶۴/۳	۲۰/۹	۱۶۵/۵	۴۰/۲	۸۹/۳	۳۷/۴
بارش در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تا برداشت		۲۸/۹	۰	۱۵/۷	۸/۱	۲۳/۱	۱/۶

جدول ۳. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع آزمایشی در دو منطقه کرج و مغان

شوری	اسیدیته	فسفر	پتاسیم	نیترژن	رس	لوم	شن	بافت	منطقه
mmhos/cm		mg/kg	mg/kg	(%)	(%)	(%)	(%)		
۰/۸۱	۸/۰۲	۱۱/۲	۲۴۸/۸	۰/۱	۴۱	۴۲	۱۷	لوم رسی	مغان
۲/۴	۷/۰۱	۸/۰۹	۱۴۹/۹۱	۰/۲۲۱	۱۴/۶	۴۷	۳۸/۴	لوم	کرج

استفاده شد، همچنین ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به ترتیب در منطقه مغان و کرج استفاده شد.

در پایان فصل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به محض فراهم شدن شرایط محیطی، عملیات برداشت از هر کرت از خطوط میانی با حذف حاشیه‌ها انجام گرفت و میزان عملکرد مشخص شد. پروتئین محلول به روش برادفورد^۱، قندهای محلول به روش فنل-اسید سولفوریک [۷، ۱] و درصد روغن دانه سویا نیز با استفاده از روش سوکسله تعیین شد [۷]. به منظور تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، تبدیل داده‌های صفاتی که به صورت درصد بودند به روش آرک سینوس^۲ انجام گرفت. قبل از تجزیه مرکب داده‌ها، از آزمون بارتلت^۳ به منظور بررسی یکنواختی واریانس‌ها استفاده شد و سپس تجزیه مرکب داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS.9 انجام گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام گرفت.

مساحت هر کرت ۱۵ متر مربع (۵×۳)، شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول ۵ متر بود. در زمان کاشت، بذره‌های سویا با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم تلقیح و بلافاصله کشت شدند. کلیه مراحل داشت مزرعه در طی دوره رشد به طور معمول اجرا شد. عملیات آبیاری ۲۰ روز پس از کاشت آغاز و پس از آن با توجه به شرایط آب‌وهوایی هر منطقه، در کرج هر ۱۲ روز و در مغان هر ۱۰ روز یک بار تکرار شد. با نصب یک دماسنج بیشینه و کمینه بر روی یک پایه ثابت چوبی در محل گره چهارم از ساقه اصلی یک بوته در سومین خط هر کرت [۲۲]، بیشینه و کمینه دما در داخل پوشش گیاهی از زمان گلدهی کامل (R₂) تا شروع رسیدگی (R₇) براساس دسته‌بندی فهر هر ۲۴ ساعت یک‌بار و در ساعت ۱۱ هر روز یادداشت شد [۲۶، ۱۲] (جدول ۱). همچنین مقدار بارندگی در طول فصل رشد براساس اطلاعات دریافتی از ایستگاه‌های هواشناسی مغان و کرج مشخص شد (جدول ۲).

براساس نتایج آزمون تجزیه خاک از نمونه‌های مرکب خاک دو منطقه (جدول ۳) و توصیه کودی، در هر دو منطقه از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان کود اولیه

1. Bradford
2. Arc Sinus
3. Bartlett

تأثیر دمای پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در مناطق کرج و مغان

۳. نتایج و بحث

با توجه به اینکه نتایج آزمون متجانس بودن واریانس‌ها (آزمون بارتلت^۳) در مورد واریانس صفات مقدار قندها و پروتئین محلول، روغن و عملکرد دانه سویا معنادار نبود (جدول ۴)، تجزیه مرکب داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان برای این صفات انجام گرفت.

هیچ‌یک از عوامل بررسی شده قرار نگرفت (جدول ۵). هرچند مقدار پروتئین محلول تحت تأثیر هیچ‌یک از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت، با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که مقدار آن در دانه‌هایی که در منطقه کرج تولید شده بودند بیشتر از دانه‌های تولیدی منطقه مغان بود؛ همچنین مقدار پروتئین محلول دانه‌های تولید شده در تاریخ کاشت سوم بیشتر از تاریخ‌های کاشت دوم و اول بود (جدول ۶).

۱.۳. پروتئین محلول

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان نشان داد که پروتئین محلول دانه تحت تأثیر

جدول ۴. نتایج آزمون بارتلت برای واریانس صفات مورد بررسی در دو منطقه کرج و مغان

نوع آزمون	قندهای محلول	پروتئین محلول	روغن	عملکرد
کای اسکوار	۰/۰۰۲۱۳ ^{ns}	۰/۲۷۱۴ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}
Pr > کای اسکوار	۰/۹۶۳۲	۰/۶۰۲۴	۰/۴۱۶۵	۰/۸۸۳۹

جدول ۵. تجزیه واریانس مرکب مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد دانه سویا در دو منطقه کرج و مغان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		قندهای محلول	پروتئین محلول	روغن
مکان	۱	۵۰/۳۶۲*	۳۲۴ ^{ns}	۲/۴۰۲ ^{ns}
خطای مکان	۴	۱۵/۵۲۷	۱۶۴۳/۷۲۲	۴۸/۹۶۷
تاریخ کاشت	۲	۳۴۰/۷۲۴**	۱۸/۸۶۱ ^{ns}	۷۰/۵۴۷**
رقم	۱	۵/۲۴۴ ^{ns}	۷/۱۱۱ ^{ns}	۲/۶۱۳ ^{ns}
تاریخ کاشت × رقم	۲	۱/۵۴۴ ^{ns}	۳۴/۰۲۷ ^{ns}	۰/۳۲۱ ^{ns}
مکان × تاریخ کاشت	۲	۳۶/۶۹۸**	۴۶/۰۸۳ ^{ns}	۰/۷۱۰ ^{ns}
مکان × رقم	۱	۱۱/۴۰۱ ^{ns}	۲/۷۷۷ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}
مکان × تاریخ کاشت × رقم	۲	۰/۸۹۹ ^{ns}	۰/۰۲۷۷ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}
خطا	۲۰	۸/۷۹۴	۹۷۵/۰۸۸	۸/۶۶۳
ضریب تغییرات		۴/۳	۸/۲۹	۱۴/۹

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال آماری ۱ و ۵ درصد.

1. Chi-Square

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۰۷

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های اثر مکان، رقم و تاریخ کاشت بر مقدار پروتئین محلول دانه سویا در دو منطقه کرج و مغان

تاریخ کاشت			رقم		منطقه		عوامل مورد بررسی
۱۵ اردیبهشت	۱۵ خرداد	۱۵ تیر	L ₁₇	ویلیامز	مغان	کرج	
۳۷/۷۴	۳۷/۷۲	۳۷/۵۱	۳۷/۶۱	۳۷/۷۰	۳۷/۳۶	۳۷/۹۶	پروتئین محلول (میلی گرم بر گرم ماده خشک)

سبب افزایش درصد روغن می‌شود و از آنجا که بین مقدار روغن و پروتئین رابطه معکوس وجود دارد، در نهایت مقدار پروتئین کاهش می‌یابد [۳۷، ۲۷]. در بررسی دیگری نیز گزارش شد که مقدار روغن و پروتئین دانه‌های سویا که در زمان تشکیل و پر شدن در معرض دمای زیاد روزانه ۴۰ و شبانه ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند افزایش یافت [۳۵].

۲.۳. درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان نشان داد که درصد روغن دانه سویا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و سایر عوامل بر درصد روغن تأثیر معناداری نداشتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر درصد روغن نشان داد که در هر دو منطقه بیشترین درصد روغن (۲۲/۳۸ درصد) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بود که در گروه a قرار گرفت و تاریخ کاشت‌های ۱۵ خرداد و ۱۵ تیر به ترتیب با ۱۸/۸۰ و ۱۷/۷۲ درصد در رده‌های بعدی و در گروه b قرار گرفتند (جدول ۷).

با توجه به اطلاعات ثبت شده در مورد دمای داخل پوشش گیاهی (جدول ۱) مشاهده می‌شود که بیشینه دمای داخل پوشش گیاهی در مراحل مختلف رشد زایشی (R₂) در منطقه مغان بیشتر از منطقه کرج و در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و ۱۵ تیر بیشتر است که به نظر می‌رسد همین امر سبب تفاوت در مقدار پروتئین محلول دانه‌های سویا در دو منطقه و همچنین در تاریخ‌های مختلف کاشت شده باشد.

نتایج تحقیقات نشان داده است که در کشت‌های زودهنگام به دلیل مواجه شدن دوره پر شدن دانه سویا با دماهای زیاد، پروتئین دانه کاهش می‌یابد و دلیل آن کاهش سرعت رشد محصول^۱ بیان شده است [۱۹]. در بررسی دیگری به تفاوت معنادار بین مقدار پروتئین دانه‌های سویا که در زمان پر شدن و رسیدگی با دماهای زیاد مواجه بودند با دانه‌هایی که در همین دوره با دمای خنک مواجه شده بودند اشاره شده است [۲۸]. به‌طور کلی گزارش شده که دماهای زیاد در زمان پر شدن و رسیدگی دانه‌های سویا

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های اثر مکان، رقم و تاریخ کاشت بر درصد روغن دانه سویا در دو منطقه کرج و مغان

تاریخ کاشت			رقم		منطقه		عوامل مورد بررسی
۱۵ اردیبهشت	۱۵ خرداد	۱۵ تیر	L ₁₇	ویلیامز	مغان	کرج	
۲۲/۳۸ ^a	۱۸/۸۰ ^b	۱۷/۷۵ ^b	۱۹/۹۱	۱۹/۳۷	۱۹/۹۰	۱۹/۳۸	درصد روغن

1. Crop Growth Rate

به‌زراعی کشاورزی

تأثیر دمای پوشش گیاهی بر مقدار پروتئین و قندهای محلول، روغن و عملکرد سویا در مناطق کرج و مغان

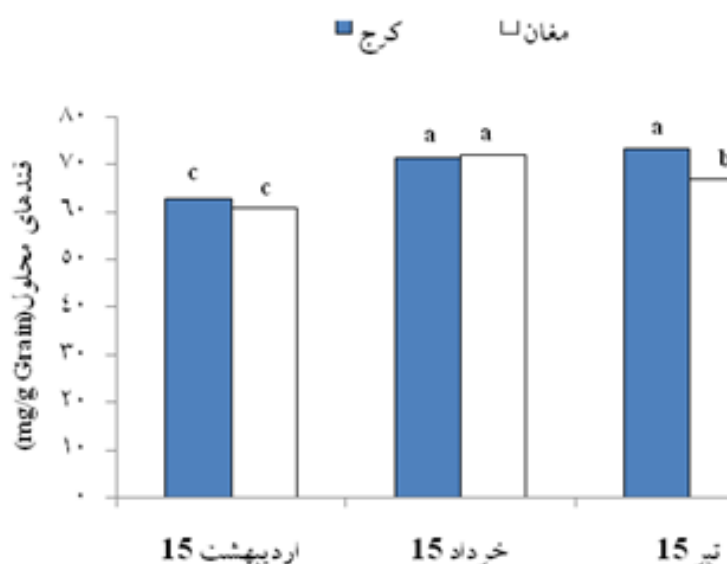
اثر مکان نشان داد که مقدار قندهای محلول دانه سویا تحت تأثیر مکان، تاریخ کاشت و اثر متقابل مکان × تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر متقابل مکان × تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین مقدار قندهای محلول در منطقه کرج (۷۳/۱۷ میلی گرم بر گرم دانه) در تاریخ کاشت سوم و در منطقه مغان (۷۲/۱۲ میلی گرم بر گرم دانه) در تاریخ کاشت دوم حاصل شد؛ در تاریخ کاشت‌های اول و دوم، از نظر مقدار قندهای محلول بین دو منطقه تفاوت معناداری وجود نداشت، ولی در تاریخ کاشت سوم تفاوت بین دو منطقه معنادار بود و همان‌طور که اشاره شد در منطقه کرج بیشتر از منطقه مغان بود. کمترین مقدار قندهای محلول در هر دو منطقه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بود که این مقدار در کرج ۶۲/۶۷ میلی گرم بر گرم دانه و در مغان ۶۰/۹۲ میلی گرم بر گرم دانه بود (شکل ۱).

گزارش شده است که در کشت‌های تأخیری سویا به دلیل مواجه شدن دوره پر شدن دانه (در ماه‌های مرداد تا شهریور) با دماهای زیاد، درصد روغن و اسید اولئیک کاهش و مقدار پروتئین، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک افزایش می‌یابد [۴]. اما در گزارش دیگری بیان شده که کاشت در اوایل فصل در آمریکا سبب افزایش روغن به مقدار ۱/۵۴ گرم بر کیلوگرم نسبت به کشت‌های تأخیری شده، ولی بر مقدار پروتئین تأثیری نداشته است [۱۴]. این نتایج با یافته‌های پژوهش فوق مطابقت دارد و درحقیقت به دلیل زیاد بودن دما در طی پر شدن دانه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت، درصد روغن در دانه‌های حاصل از این تاریخ کاشت در هر دو منطقه بیشتر از دو تاریخ کاشت بعدی بوده و کمترین مقدار نیز مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ تیر است.

۳.۳. مقدار قندهای محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان × تاریخ کاشت بر مقدار قندهای محلول دانه سویا

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۰۹

کاهش مقدار ساکارز، رافینوز و استاکیوز در دماهای زیاد در طی پر شدن دانه سویا گزارش شده است [۲۸]. تنش‌های دمایی شدید بازدارنده فتوسنتز است و در نتیجه آن، تولید ساکارز که مهم‌ترین فرم کربن برای انتقال از منابع به مخازن گیاهی است کاهش می‌یابد [۳۴]. دانه‌های سویا که در دماهای زیاد تولید می‌شوند مقادیر کمتری ساکارز و پروتئین‌های باندشده به ساکارز^۵ دارند؛ بنابراین سنتز کمتر ساکارز و پروتئین‌های باندشده به ساکارز، به تولید دانه‌های کوچک و کاهش عملکرد می‌انجامد [۲۸]. پروتئین‌های ملحق‌شده به ساکارز نقش مهمی در جذب ساکارز در دانه‌های سویا دارند [۱۵]. در مورد رافینوز و استاکیوز، کارکرد بیولوژیکی آنها هنوز به‌طور کامل شناخته شده و مشخص نیست؛ فقط گزارش شده است که مقادیر کم آنها در بذر، با جوانه‌زنی ضعیف بذر ارتباط مستقیم دارد [۳۷]. همچنین مشخص شده که مقدار فرمات دهیدروژناز^۶ (FDH) در دانه‌های سویا که در دماهای زیاد رشد کرده‌اند در مقایسه با دانه‌هایی که در دماهای کم تولید شده‌اند کمتر است [۲۸]. فرمات دهیدروژناز نقش کلیدی در فراهم کردن NADH برای زنجیره تنفسی دارد. در گیاهان عالی، فرمات دهیدروژناز یک آنزیم وابسته به NAD⁺ است که در ماتریکس میتوکندری قرار می‌گیرد و اکسیداسیون یون فرمات به دی‌اکسیدکربن را کاتالیز می‌کند و در احیای NAD⁺ به NADH و تولید ATP نقش دارد [۲۵، ۳۶].

۴.۳. عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها با فرض تصادفی در نظر گرفتن اثر مکان نشان داد که عملکرد سویا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد

همان‌طور که در مباحث گذشته مطرح شد دمای هوا در مرحله پر شدن دانه در تاریخ کاشت اول در هر دو منطقه (در کرج ۳۰/۵ و در مغان ۳۲/۹ درجه سانتی‌گراد) زیاد بوده است (جدول ۱) و احتمالاً همین عامل سبب کاهش مقدار قندهای محلول در دانه سویا شده است، در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم، چون دمای هوا در هر دو منطقه در طی پر شدن دانه نسبت به تاریخ کاشت اول کاهش یافته، مقدار قندهای محلول افزایش یافته است؛ از طرفی در تاریخ کاشت سوم در منطقه مغان به دلیل وقوع بارندگی در آخر فصل، به میزان ۲۳/۱ میلی‌متر از زمان رسیدگی فیزیولوژیک تا زمان برداشت (جدول ۲)، دانه‌های سویا بر روی گیاه مادری و قبل از برداشت تحت شرایط رطوبتی بالا قرار گرفتند و تا حدودی دچار فرسودگی و زوال مزرعه‌ای شدند. مجموع این شرایط سبب شده که مقدار قندهای محلول در دانه‌های حاصل از این تاریخ کاشت در منطقه مغان کاهش یابد.

در پژوهشی بر روی شش ژنوتیپ سویا مشخص شد که مهم‌ترین قندهای محلول موجود در دانه سویا ساکارز، رافینوز، استاکیوز و و رباسکوز^۱ هستند که مقادیر آنها بر حسب نوع رقم متفاوت است و مهم‌ترین فراورده‌های حاصل از هیدرولیز آنها، گالاکتوز، گلوکز، فروکتوز و ملیبیوز^۲ است [۲۳]. مواجه شدن دانه‌های سویا با دمای زیاد سبب هیدرولیز کامل و کاهش مقدار قندهای محلول می‌شود و به نظر می‌رسد که استاکیوز مهم‌ترین هدف برای تخریب در شرایط نامطلوب است که در اثر افزایش فعالیت آنزیم آلفاگالاکتوسیتاز^۳ است و این تغییرات در اثر واکنش میلارد^۴ صورت می‌گیرد که با فرسودگی دانه‌ها مرتبط است [۳۳].

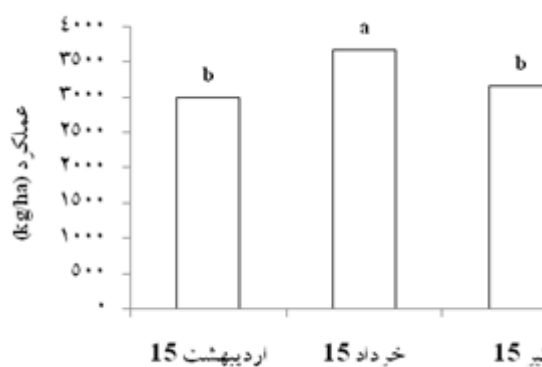
1. Verbascose
2. Melibiose
3. α -galactosidases
4. Maillard

5. Sucrose binding protein(SBP)
6. Formate dehydrogenase (FDH)

و بارندگی که در اثر تاریخ کاشت نامناسب حادث می شود بر طول دوره رویشی و زایشی، تعداد شاخه های فرعی و نیام ها، ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و در نتیجه بر عملکرد کمی و کیفی اثر دارد. شرایط محیطی نامساعد از قبیل دماهای زیاد و تنش خشکی که در اثر تاریخ کاشت نامناسب حاصل می شوند بر نمو و رشد گیاه و در نتیجه عملکرد اثر می گذارند [۲۴].

به طور کلی دمای بهینه برای رشد زایشی و رویشی سویا به ترتیب ۲۶ و ۳۰ درجه سانتی گراد است، بنابراین امواج گرمایی می تواند اثرهای اکولوژیکی و اقتصادی زیادی بر تولید سویا داشته باشد [۱۶]. همان طور که قبلاً اشاره شد، دمای زیاد و گرما از راه های مختلفی بر تولید گیاهان اثر می گذارند. فتوسنتز و غلاف بندی در سویا به عنوان عوامل اصلی تعیین کننده تولید و عملکرد، حساس ترین فرایندها به دما و گرما هستند [۳۸]. فتوسنتز ممکن است به طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر دما و گرما قرار گیرد. در حالت غیرمستقیم، وقوع دماهای زیاد به مدت طولانی سبب افزایش کمبود فشار بخار و افزایش تبخیر و تعرق می شود [۹]. این فرایند سبب تخلیه رطوبت خاک و در نهایت بسته شدن روزنه ها و کاهش میزان فتوسنتز می شود. در حالت اثرپذیری مستقیم، در گیاه سه کربنه ای مثل سویا، بیشترین کاهش میزان فتوسنتز در اثر افزایش میزان تنفس نوری است. دمای زیاد موجب تغییر ویژگی های آنزیمی رابیسکو^۱ و کاهش حلالیت دی اکسید کربن نسبت به اکسیژن می شود؛ این عوامل سبب افزایش میل ترکیبی ریبولوز بیس فسفات^۲ با اکسیژن در اثر فعالیت رابیسکو در دماهای زیاد می شود [۲]. دمای زیاد همچنین سبب تخریب فتوسیستم II^۳ و عدم هیدرولیز آب می شود و به طور کلی در دماهای زیاد ۳۲ درجه سانتی گراد به ویژه در

که بیشترین عملکرد (۳۶۷۹ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد حاصل شد و در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به دلیل رویارویی مراحل حساس رشد زایشی سویا با دماهای زیاد عملکرد کاهش یافت. در تاریخ کاشت ۱۵ تیر نیز به دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد و طول دوره پر شدن دانه، کاهش عملکرد مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه سویا

گزارش ها حاکی از آن است که افزایش درجه حرارت از ۲۹/۲۰ به ۳۴/۲۰ درجه سانتی گراد شب/روز در طول دوره پر شدن دانه سبب کاهش تعداد دانه در هر گیاه می شود [۱۰]. همچنین دماهای بالای ۳۰/۲۵ درجه سانتی گراد در طول دوره گلدهی و رشد نیام ها سبب کاهش وزن دانه ها می شود [۱۱]. هر تنشی که موجب کاهش سرعت رشد محصول در طی مراحل شروع گلدهی (R_i) تا شروع دانه بندی (R_s) سویا شود، سبب کاهش شدیدتر عملکرد دانه سویا خواهد شد [۵]. درجه حرارت زیاد از جوانه زنی دانه گرده و رشد لوله دانه گرده جلوگیری می کند که حساسیت ژنوتیپ های مختلف از این نظر نیز متفاوت است [۱۷]. بیشترین تأثیر دما بر عملکرد سویا در مرحله پر شدن دانه است. تغییرات طول روز، دما

1. Rubisco
2. Ribulose-1,5-bisphosphate
3. Photosystem II

2. Badger MR and Andrews TJ (1974) Effects of CO₂, O₂ and temperature on high-affinity form of Rubilose diphosphate carboxylase-oxygenase from spinach. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 60: 204-210.
3. Baker NR (2008) Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 89-113.
4. Bellaloui N, Reddy KN, Gillen AM, Fisher DK and Mengistu A (2011) Influence of planting date on seed protein, oil, sugars, minerals, and nitrogen metabolism in soybean under irrigated and non-irrigated environments. *American Journal of Plant Sciences*. 2: 702-715.
5. Board JE and Harville BG (1998) Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. *Crop Science*. 38: 763-771.
6. Boote KJ, Allen LH, Prasad PVV, Baker JT, Gesch RW, Snyder AM, Pan D and Thomas JMG (2005) Elevated temperature and CO₂ impacts pollination, reproductive growth, and yield of several globally important crops. *Journal of Agricultural Meteorology*. 60: 469-474.
7. Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein day binding. *Analytical Biochemistry*. 72: 248-254.
8. De Bruin JL and Pedersed P (2009) Growth, yield and yield component changes among old and new soybean cultivars. *Agronomy Journal*. 101: 124-130.
9. Deboeck HJ, Dreesen FE, Jannssens IA and Nijs I (2010) Climatic characteristics of heat waves and their simulation in plant experiments. *Global Change Biology*. 16: 1992-2000.

گیاهان سه‌کربنه، کارایی فتوسنتز II کاهش می‌یابد [۳].
مجموع این عوامل سبب کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود [۲۹].
انتقال از گل‌های بارور به یک غلاف توسعه‌یافته در سویا در اصطلاح غلاف‌بندی نامیده می‌شود. مانند سایر لگوها این مرحله به دما و فراهمی آسمیلات‌های نوری حساس است [۶]. تحقیقات نشان داده که میزان غلاف‌بندی و رشد دانه سویا در دماهای ۲۸-۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت است؛ ولی با افزایش دما به شدت کاهش می‌یابد و به کاهش عملکرد منجر می‌شود [۱۱]. بر همین اساس وقوع دماهای زیاد از زمان آغاز تشکیل دانه‌ها (R₅) تا پر شدن آنها (R₆) سبب کاهش پروتئین و قندهای محلول و روغن دانه سویا در این آزمایش شده است.

۵.۳. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش، مشخص شد دمای پوشش گیاهی که در اثر تاریخ‌های مختلف کاشت ایجاد می‌شود می‌تواند بر عملکرد کمی و کیفی سویا مؤثر باشد، به نحوی که در هر دو منطقه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به دلیل رویارویی مراحل رشد زایشی سویا با درجه حرارت‌های زیاد، مقدار پروتئین و قندهای محلول و عملکرد سویا کاهش یافته است. در تاریخ کاشت ۱۵ تیر نیز به دلیل کوتاه‌شدن طول دوره رشد و دوره پر شدن دانه، عملکرد کاهش یافت و تنها در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد شرایط برای رشد گیاه سویا در مراحل رشد رویشی و زایشی فراهم شد و حداکثر عملکرد به دست آمد. بنابراین توصیه می‌شود که در هر دو منطقه کرج و مغان تا حد امکان کشت سویا در نیمه خرداد انجام گیرد.

منابع

1. Anonymus (1995) Official Methods of Analysis. 16th Ed. AOAC International, Gaithersburg, MD. USA.

10. Dornbos DL and Mullen RE (1991) Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate. *Journal of Plant Science*. 71: 373-383.
11. Egli DB and Wardlaw IF (1980) Temperature response of seed growth characteristics of soybeans. *Agronomy Journal*. 72: 560-564.
12. Fehr WR and Caviness CE (1977) Stages of soybean development. Special Report No. 80, Iowa State University, Ames, IA, 11p.
13. Fernandez-Moya V, Martinez-Force E and Garces R (2003) Temperature-related non-homogeneous fatty acid desaturation in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. *Planta*. 216: 834-840.
14. Gao J, Hao X, Thelen KD and Robertson GP (2009) Agronomic management system and precipitation effects on soybean oil and fatty acid profiles. *Crop Science*. 149(3): 1049-1057.
15. Grimes HD, Overvoorde PJ, Ripp K, Franceschi VR and Hitz WD (1992) A 62-kD sucrose binding protein is expressed and localized in tissues actively engaged in sucrose transport. *Plant Cell*. 4: 1561-1574.
16. Hatfield JL, Boote KJ, Kimball BA, Ziska LH, Izaurralde RC, Ort DR, Thomson AM and Wolfe D (2011) Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal*. 103: 351-370.
17. Huan F, Lizhe A, Ling Ling T, Zong Dong HX and Unling W (2000) Effect of enhanced Ultraviolet-B radiation on pollen germination ad tube growth of 19 Taxa in vitro. *Environment and Experimental Botany*. 43: 45-53.
18. Kakani VG, Prasad PVV, Craufurd PQ and Wheeler TR (2002) Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotype to Temperature. *Plant Cell and Environment*. 25: 1651-1661.
19. Kandil AA, Sharief AE, Morsy AR and El-Sayed AIM (2013) Influence of planting date on some genotypes of soybean growth, yield and seed quality. *Journal of Biological Sciences*. 13(3): 146-151.
20. Khan AZ, Khan H, Khan R, Ghomeim A and Ebid A (2007) Seed development profile of Soybean as influenced by planting date and cultivar under temperate environment. *American Journal of Plant Physiology*. 2(4): 251-206.
21. Khan AZ, Khan H, Khan R, Ghomeim A and Ebid A (2007) Seed quality and vigor of soybean as influenced by planting date, density and cultivar under temperate environment. *International Journal of Agricultural Research*. 2(4): 368-376.
22. Khan AZ, Shah P, Khan H, Nigar S, Perveen S, Shah MK, Amanullah A, Khalil SK, Munir S and Zubair M (2011) Seed quality and vigor of Soybean cultivars as influenced by canopy temperature. *Pakistan Journal of Botany*. 43(1): 6743-648.
23. Locher R and Bucheli P (1998) Seed physiology, production and technology: Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. *Crop Science*. 38: 1229-1235.
24. Mengxuan H and Pawel W (2012) Effect of planting date on soybean growth, yield and grain quality: Review. *Agronomy Journal*. 104(3): 785-790.

25. Oliver DJ (1981) Formate oxidation and oxygen reduction by leaf mitochondria. *Plant Physiology*. 68: 703-705.
26. Pedersen P (2004) Soybean growth and development. Iowa State Univ. Ext. Pub. PM1945. Iowa State Univ, Ames.
27. Piper EL and Boote KJ (1999) Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76: 1233-1241.
28. Ren C, Bilyeu KD and Beuselinck PR (2009) Composition, vigor, and proteome of mature soybean seeds developed under high temperature. *Crop Science*. 49:1010-1022.
29. Salvucchi ME and Crafts-Brander SJ (2004) Mechanism for deactivation of Rubisco under moderate heat stress. *Physiologia Plantarum*. 122: 513-519.
30. Samarah NH and Abu-Yahya A (2008) Effect of maturity stages of winter and spring sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) on germination and vigor of the harvested seeds. *Seed Science and Technology*. 36: 177-190.
31. Sangkram U and Noomhorm A (2002) The effect of drying and storage of soybean on the quality of beans, oil and lecithin production. *Drying Technology*. 20: 2041-2054.
32. Sastawa BM, Lawan M and Maina YT (2004) Management of insect pests of soybean: effects of sowing date and intercropping on damage and grain yield in the Nigerian Sudsn Savanns. *Crop Protection*. 23: 155-161.
33. Sun WQ and Leopold AC (1995) The Maillard reaction and oxidative stress during aging of soybean seeds. *Physiologia Plantarum*. 94: 94-104.
34. Taiz L and Zeiger E (1998) *Plant physiology*. 2nd Ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
35. Thomas JMG, Boote KJ, Allen LH, Gallo-Meagher M and Davis JM (2003) Elevated temperature and carbon dioxide effects on soybean seed composition and transcript abundance. *Crop Science*. 43: 1548-1557.
36. Tishkov VI and Popov VO (2004) Catalytic mechanism and application of formate dehydrogenase. *Biochemistry*. 69: 1252-1267.
37. Wilson RF (2004) Seed composition. In: Boerma HR and Specht JE (Eds.), *Soybeans: Improvement, production, and uses*. 3rd Ed. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, pp. 521-677.
38. Zinn KE, Tunc-Ozdemir M and Harper JF (2010) Temperature stress and plant sexual reproduction: uncovering the weakest links. *Journal of Experimental Botany*. 61: 1959-1968.