مقاله پژوهشی

تأثیر پیش‌تیمار و محلول‌پاشی کود جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بر بهبود رنگدانه‌ها، صفات کیفی و عملکرد دانه سویا حاصل از بذور فرسوده

صفیه عرب، مهدی برادران فیروزآبادی*، احمد غلامی و مصطفی حیدری

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۱۲/۲۴)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر کود جلبک دریایی بر بهبود صفات فیزیولوژیکی سویا در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پیری تسریع‌شده در دو سطح (بذور شاهد و فرسوده) و کود جلبک در سه سطح (شاهد: بدون اعمال تیمار، پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی با غلظت ۰/۳ درصد کود جلبک) بودند. نتایج نشان داد که پیری تسریع‌شده در سال اول و دوم آزمایش موجب کاهش ۱۵/۱۱ و ۱۳/۳۳ درصدی میزان کلروفیل a در برگ گیاهان حاصل از این بذور شد. در هر دو سال آزمایش محلول‌پاشی کود جلبک در شرایط عادی و فرسودگی موجب افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل a تا سطح معنی‌دار شد. اعمال پیری تسریع‌شده در بذور، به‌ترتیب موجب افزایش ۳۵/۱۳، ۱۲/۴۶ و ۲۲/۲۲ درصدی کاروتنوئید، فلاونوئید و آنتوسیانین در برگ گیاهان حاصل از این بذور شد. اعمال پیری تسریع شده موجب کاهش ۰/۸۶، ۰/۹۰ و ۳۳/۱۸ درصدی روغن دانه، پروتئین دانه و عملکرد دانه شد. حداکثر درصد روغن و پروتئین دانه نیز به ترتیب ۱۹/۷۴ و ۳۸/۳۱ درصد بود که به تیمارهای محلول‌پاشی و پیش‌تیمار بذری تعلق داشت. استفاده از کود جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی به‌ترتیب موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۳۶/۴۹ و ۲۱/۶۷ درصد نسبت به شاهد شد. در نهایت می‌توان پیش‌تیمار بذور با کود جلبک دریایی را جهت بهبود اثرات فرسودگی بذر و افزایش عملکرد دانه در گیاه سویا پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، پیری تسریع‌شده، درصد روغن

مقدمه

بذر همه گیاهان در طی انبارداری طولانی‌مدت دچار فرسودگی می‌شوند که در نهایت منجر به کاهش کیفیت بذر می‌گردد (Koskosidis *et al*., 2022). عوامل ژنتیکی، خسارت‌های مکانیکی، رطوبت نسبی و دمای محیط نگهداری بذرها، میزان آب موجود در بذر و وجود میکروفلورها در فرسودگی بذر مؤثر هستند (Ali *et al*., 2017). فرضیه‌های زیادی در مورد دلایل فرسودگی بذور مانند پراکسیداسیون لیپیدی به واسطه تولید گونه‌های فعال اکسیژن، غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها یا کاهش پروتئین‌ها، از هم‌پاشیدگی غشا سلولی و آسیب ژنتیکی مطرح شده است. ترکیبات درون یک بذر نیز روی سرعت فرسودگی آن اثرگذار است. هر چقدر مواد اکسیدشونده مانند روغن در

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: m.baradaran.f@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

بذور بیشتر باشد، بیشتر در معرض فرسودگی هستند و شیوه‌های انبارداری و رفتار خاص را نیاز دارند (Matera *et al.*, 2019). بنابراین بذور روغنی از جمله سویا *Glycine max* L. Merril. حساسیت بیشتری دارند (Soltani *et al.*, 2009). در بذور فرسوده جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و گیاهان حاصل از این بذور نیز ضعیف هستند و قادر به زنده ماندن نخواهند بود.

اگرچه با روش‌های انبارداری مناسب می‌توان سرعت فرسودگی را کاهش داد، اعمال برخی تیمارها نیز روی بذور فرسوده و یا محلول‌پاشی برخی مواد روی گیاهان حاصل از این بذور می‌توانند بر بهبود عملکرد بذر مؤثر باشند (Arab *et al.*, 2022). پیش‌تیمار می‌تواند یکی از راهکارهای کاهش اثرات تنش‌ها از جمله فرسودگی باشد (سیادت و همکاران، ۱۳۹۰). پیش‌تیمار بذر روشی پرکاربرد برای بهبود جوانه‌زنی بذر و رشدونمو بیشتر گیاهان است. اسموپرایمینگ یکی از متداول‌ترین انواع پیش‌تیمار است که در آن بذور با موادی که پتانسیل اسمزی پایینی دارند، پیش‌تیمار می‌شوند (Waqas *et al.*, 2019). مواد دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی از جمله موادی هستند که می‌توان برای پیش‌تیمار بذور از آن‌ها استفاده کرد. یکی از این مواد کود جلبک‌های دریایی است. کود جلبک دریایی به عنوان یک راهکار بالقوه برای کشاورزی ارگانیک و پایدار در نظر گرفته شده است (Ashour *et al.*, 2021; De Saeger *et al.*, 2020). استفاده از جلبک‌های دریایی به عنوان محرک‌های زیستی گیاهی در حال حاضر از امیدوارکننده‌ترین برنامه‌های بخش کشاورزی است (Hamouda *et al.*, 2022). جلبک‌ها حاوی موادی از جمله اسید ایندول استیک (IAA)، اسید جیبرلیک (GA)، اسید آبسیزیک (ABA)، سیتوکینین‌ها و پلی‌آمین‌ها، فنول‌ها و بتائین‌ها هستند و اثرات مفید خود را از طریق این مواد می‌گذارند (Shukla *et al.*, 2018).

کود جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* غنی از انواع مختلف منابع غذایی مورد نیاز گیاهان از جمله عناصر کمیاب (آهن، مس، روی، کبالت، منگنز و غیره)، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و هورمون‌های رشد گیاهی است (Patil *et al.*, 2019). کاربرد کود جلبک قهوه‌ای از طریق افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان موجب افزایش تحمل گیاهان به تنش‌ها می‌شود (Ali *et al.*, 2022). استفاده از کود جلبک قهوه‌ای موجب افزایش وزن خشک، فتوسنتز و میزان کلروفیل در سویا شد (Joshi-Paneri *et al.*, 2020). محققان دریافتند که این ترکیبات طبیعی می‌توانند به‌عنوان محرک رشد عمل کنند و باید از ظرفیت آن‌ها برای بهبود رشد و عملکرد استفاده کرد (Joshi-Paneri *et al.*, 2020). پژوهشگران دریافتند که کاربرد کود جلبک *Ascophyllum nodosum* موجب افزایش عملکرد سویا (Arab *et al.*, 2022) می‌شود. پیش‌تیمار بذرها با کود جلبک دریایی و هم‌چنین محلول‌پاشی برگی با این ماده سبب افزایش عملکرد دانه در سویا شد (Guerreiro *et al.*, 2017).

پژوهش‌ها نشان داده است که سویا یکی از گیاهان مهم صنعتی است که بذر آن به میزان زیادی در معرض فرسودگی قرار می‌گیرد، لذا یافتن راهکاری کارآمد برای کاهش آثار منفی ناشی از بذوری که به هر دلیل دچار فرسودگی شده‌اند، ضرورت دارد. با توجه به این که کود جلبک دریایی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدپیری دارد، در این تحقیق به بررسی اثر این ماده به صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی روی برگ در راستای بهبود بذرهای فرسوده سویا و تقویت گیاهان حاصل از آن‌ها پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پیری تسریع‌شده در دو سطح (بذور عادی و بذور فرسوده) و کود جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* در سه سطح (صفر، پیش‌تیمار بذور و محلول‌پاشی برگی با غلظت ۰/۳ درصد) بود. پیش‌تیمار بذور با غلظت ۰/۳ درصد کود جلبک دریایی با رعایت اصول هوادهی بذر به مدت شش ساعت انجام شد. برای پیش‌تیمار کردن بذور، در هر ظرف ۵۰ عدد بذر سویا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

جدول ۱- برخی ویژگی‌های کود جلبک آکادین (*A. nodosum*). داده‌ها توسط شرکت تولیدکننده (Acadian Seaplants, Canada) گزارش شده است.

ویژگی‌ها	مقادیر
ظاهر	بلورهای سیاه- قهوه‌ای
حلالیت در آب	۱۰۰ درصد
pH	۱۰-۱۰/۵۰
حداکثر رطوبت	۶/۵۰ درصد
مواد آلی	۴۵-۵۵ درصد
خاکستر (مواد معدنی)	۴۵-۵۵ درصد
نیتروژن کل	۰/۸-۱/۵۰ درصد
اسید فسفریک قابل دسترس (P_2O_5)	۱-۲ درصد
پتاسیم قابل دسترس (K_2O)	۱۷-۲۲ درصد
آهن	۷۵-۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر
منگنز	۵-۲۰ میلی‌گرم در لیتر
اسیدهای آمینه	۴/۴۰ درصد

قرار گرفت و با ۱۰ میلی‌لیتر محلول جلبک دریایی خیسانده شدند. پس از آن بذور در سایه خشک شدند و جهت ادامه آزمایش و اندازه‌گیری صفات استفاده گردیدند.

کاشت در هر دو سال در خرداد ماه، به‌صورت دستی و در عمق دو سانتی‌متری خاک انجام شد. تراکم بوته در مزرعه معادل ۲۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بذر سویا مورد استفاده در این آزمایش رقم DPX (کتول) بود و از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. بذرهای مورد استفاده، بذرهای برداشت‌شده همان سال بودند که تا زمان آزمایش در انبار کنترل‌شده دارای سیستم خنک‌کننده و در محدوده دمایی ۱۴ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۴۰ درصد نگهداری شده بودند. جهت ضدعفونی کردن بذور از هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۶۰ ثانیه استفاده شد و سپس بذور، سه بار با آب‌مقطر شستشو شدند. جهت اعمال فرسودگی، بذور به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد قرار گرفتند (ISTA, 2009). پیش‌تیمار بذور با غلظت ۰/۳ درصد کود جلبک دریایی با رعایت اصول هوادهی بذر به مدت شش ساعت انجام شد. تیمار محلول‌پاشی نیز صبح زود و هنگام آغاز گلدهی (R1) و در شرایط مساعد محیطی انجام شد. کود جلبک مورد استفاده (جدول ۱) با نام تجاری آکادین ساخت کشور کانادا و تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده مرک آلمان بود. به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ، در ۹۰ روز پس از کاشت (مرحله دانه‌بندی) به‌طور تصادفی از پنج گیاه در هر کرت، از برگ‌های همسن و جوان موجود در قسمت یک سوم بالایی بوته‌ها نمونه‌برداری انجام شد. اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از روش بدون له‌یدگی و با استفاده از دی‌متیل سولفوکسید و طبق روابط ۱ تا ۴ برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ صورت گرفت (Hiscox and Israelstom, 1979).

$$Chl_a=(12.25A_{663})-(2.55A_{645})$$ رابطه (۱)

$$Chl_b=(20.31A_{645})-(4.91A_{663})$$ رابطه (۲)

$$Chl_t=Chl_a+Chl_b$$ رابطه (۳)

$$Carotenoeid=\frac{1000A_{470}-1.90Chl_a-63.14\ Chl_b}{214}$$ رابطه (۴)

جهت اندازه‌گیری غلظت نسبی کلروفیل برگ، کلروفیل برگ‌ها از ۸۰ روز پس از کاشت با فاصله‌های زمانی ده روزه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

اندازه‌گیری شد و تا ۱۳۰ روز پس از کاشت ادامه پیدا کرد. در هر کرت تعداد پنج بوته به عنوان معیار انتخاب و علامت‌گذاری شدند. در هر اندازه‌گیری تعداد ۱۵ برگ از قسمت یک سوم بالایی بوته‌ها انتخاب شدند و شاخص سبزینگی آن‌ها توسط دستگاه SPAD 502 تعیین و میانگین آنها محاسبه شد. میانگین کلروفیل برحسب واحد SPAD برای محاسبات استفاده شد (Hiscox and Israelstom, 1979).

اندازه‌گیری فلاونوئید برگ با استفاده از روش آلومینیوم کلراید کالریمتری انجام شد (Chang *et al.*, 2002). ۰/۱ گرم از نمونه‌های گیاهی در ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به‌خوبی ساییده و کود حاصل سانتریفیوژ گردید. محلول رویی برای آزمایش‌های بعدی استفاده شد. ۵۰۰ میکرولیتر کود برداشته با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط گردید. بعد از نگه‌داری نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، جذب مخلوط در ۵۱۰ نانومتر خوانده شد. از کوئرستین جهت رسم منحنی استاندارد استفاده شد. مقادیر فلاونوئید در نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ محاسبه شد.

جهت اندازه‌گیری آنتوسیانین، مقدار ۰/۲ گرم بافت تازه گیاهی با ۴ میلی‌لیتر محلول یک درصد اسید کلریدریک در متانول هموژن و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار داده شد (Mita *et al.*, 1997). مخلوط حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد. جذب نور در فاز رویی با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول‌موج‌های ۶۵۷ و ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. درنهایت میزان آنتوسیانین برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ محاسبه شد.

جهت اندازه‌گیری شاخص پایداری غشاء برگ در ۸۰ روز پس از کاشت به‌طور تصادفی پنج گیاه از هر کرت انتخاب و از قسمت یک سوم بالایی کانوپی برگ‌های همسن برداشت شدند از نمونه‌ها دیسک برگی تهیه و مقدار ۰/۱ گرم از آن در فالکون تیوپ قرار گرفت و ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر روی آنها ریخته شد. فالکون تیوپ‌ها به مدت ۱۵ دقیقه درون اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به‌طور مشابه یکسری دیگر نمونه در فالکون تیوپ قرار گرفتند و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از آون و اتوکلاو خارج و در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند تا دمای آن به ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. بعد با استفاده از دستگاه EC متر، EC مربوط به هر فالکون تیوپ اندازه‌گیری و درنهایت با استفاده از رابطه ۵ شاخص پایداری غشا محاسبه گردید (Sairam and Srivastava, 2001). MSI: شاخص پایداری غشا، EC_1 و EC_2 به ترتیب مقدار EC در دمای ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

$$MSI=1-\left(\frac{EC_1}{EC_2}\right)*100$$

رابطه (۵)

درصد روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله تمام اتوماتیک (Soxtherm 2000 automatic Gerhardt) اندازه‌گیری شد (Oomah *et al.*, 1995). مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت با دستگاه NIR (Near Infrared Radiation) مدل KJT-270 ساخت کشور ژاپن تعیین گردید. مقدار یک گرم نمونه آسیاب‌شده در محل مخصوص قرارگیری نمونه‌ها در دستگاه قرار داده شد و درصد نیتروژن نمونه با دستگاه اندازه‌گیری شد. عدد مربوط به نیتروژن در ضریب تبدیل پروتئین (۵/۷۵) ضرب شد و درصد پروتئین نمونه‌ها محاسبه شد (AOAC, 1990). همزمان با رسیدگی کامل (۱۵۵ روز پس از کاشت) تعداد ۲۰ بوته از هر کرت برداشت شد و ماده خشک کل و عملکرد دانه در ۲۰ بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. درنهایت ماده خشک کل و عملکرد دانه برحسب گرم در مترمربع گزارش شد. برای داده‌های دو سال زراعی، ابتدا آزمون بارتلت انجام شد و برای صفات اندازه‌گیری‌شده در این پژوهش، آزمون بارتلت معنی‌دار نبود و همگنی اشتباه آزمایشی تأیید گردید و سپس تجزیه مرکب انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده سویا تحت تأثیر پیری تسریع‌شده و کود جلبک دریایی

منابع تغییر	درجه آزادی	کاروتنوئید	کلروفیل b	کلروفیل a	عملکرد دانه	درصد پروتئین
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۰۰۶	۷۱۱۸/۳۲	۶/۲۴
سال (A)	۱	۰/۰۰۱	۵/۳۲	۰/۷۵	۸۴۱۷/۶۹	۰/۰۴
خطا	۲	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۰۲۸	۱۳۳۴/۴۱	۰/۲۹
پیری تسریع‌شده (B)	۱	۰/۱۴*	۰/۰۰۹	۰/۱۳	۱۰۱۳۶۸/۱۵*	۱۰/۹۱*
کود جلبک (C)	۲	۰/۱۰	۲/۱۶	۰/۴۱*	۲۶۳۳۴/۰۳*	۰/۹۸*
(C)×(B)	۲	۰/۰۱	۰/۲۸*	۰/۰۶	۵۸۶/۵۰	۰/۶۰
(B)×(A)	۱	۰/۰۰۳	۰/۲۳	۰/۳۳	۲۳۶۸/۸۶	۰/۰۱
(C)×(A)	۲	۰/۰۳	۱/۵۴	۰/۰۱	۱۰۵۲/۲۶	۰/۱۱
(C)×(B)×(A)	۲	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۶*	۲۴۹۶/۱۸	۰/۱۱
خطا	۲۰	۰/۰۲۸	۰/۱۳	۰/۰۱۷	۱۶۰۸/۸۷	۰/۴۱
ضریب تغییرات	-	۱۴/۴۳	۱۱/۰۳	۴/۹۱	۹/۴۴	۱/۷۰

ادامه جدول ۲-

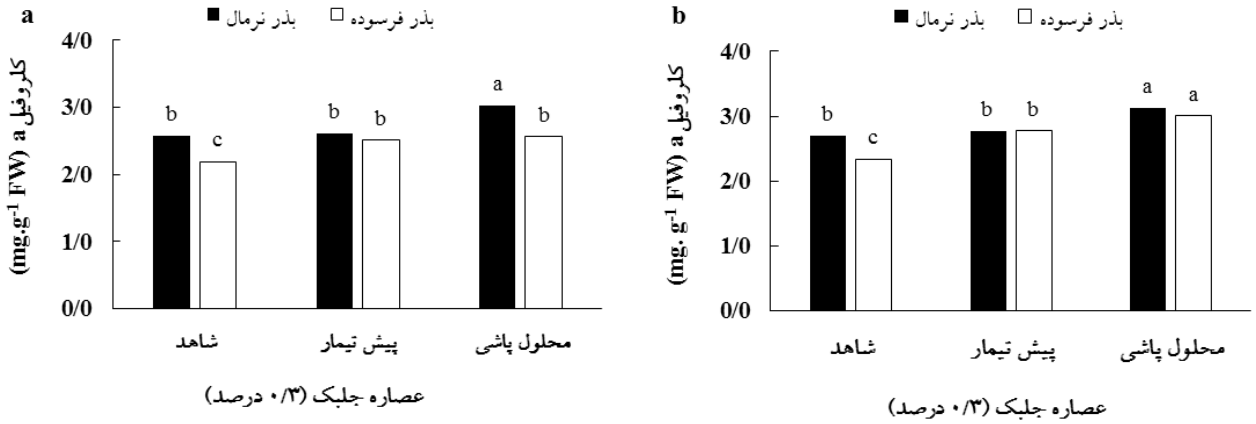
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن دانه	ماده خشک کل	شاخص پایداری غشا برگ	آنتوسیانین	فلاونوئید
تکرار	۲	۰/۱۳	۷۲۶۵/۵۶	۸/۲۶	۰/۰۰۰۰۹	۷/۶۲
سال (A)	۱	۰/۰۱	۶۱۷۸۸/۵۹	۴/۳۳	۰/۰۰۵	۱۲/۷۳
خطا	۲	۰/۰۰۸	۴۰۶۶/۴۲	۳/۷۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴
پیری تسریع‌شده (B)	۱	۵/۶۰*	۲۰۱۸۹۶/۲۵*	۲۶۱/۱۸*	۰/۰۱۲*	۳۴/۶۳*
کود جلبک (C)	۲	۰/۴۱*	۹۰۸۹۸/۹۰*	۶۸/۰۱*	۰/۰۰۴	۹/۳۰
(C)×(B)	۲	۰/۰۶	۵۲/۳۸	۱۳/۷۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳
(B)×(A)	۱	۰/۰۰۵	۳۴۸۸/۷۹	۷/۱۳	۰/۰۰۱	۱/۳۳
(C)×(A)	۲	۰/۰۶	۱۲۱۳/۷۲	۱۵/۶۷	۰/۰۰۱	۴/۲۵
(C)×(B)×(A)	۲	۰/۰۳	۸۱۹/۰۷	۷/۱۹	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۸
خطا	۲۰	۰/۰۹	۴۴۸۱/۹۵	۴/۲۹	۰/۰۰۰۲	۱/۷۲
ضریب تغییرات	-	۱/۵۹	۱۰/۹۳	۸/۴۴	۱۲/۴۳	۷/۸۷

رنگدانه‌های فتوسنتزی: نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس نشان داد که کلروفیل a از کود جلبک و برهمکنش سه‌جانبه سال، فرسودگی و کود جلبک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۲). کلروفیل b تنها از برهمکنش پیری تسریع شده و کود جلبک ($P<۰/۰۵$) تأثیر پذیرفت (جدول ۲). تیمار پیری تسریع‌شده در سطح احتمال پنج درصد بر کاروتنوئید اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲).

در دو سال آزمایش، اعمال فرسودگی موجب کاهش ۱۵/۱۱ و ۱۳/۳۳ میزان کلروفیل a در برگ‌های سویا گردید (شکل ۱a و ۱b). در سال اول آزمایش، محلول‌پاشی کود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش پیری تسریع‌شده و کود جلبک در سال اول آزمایش (a) و سال دوم آزمایش (b)

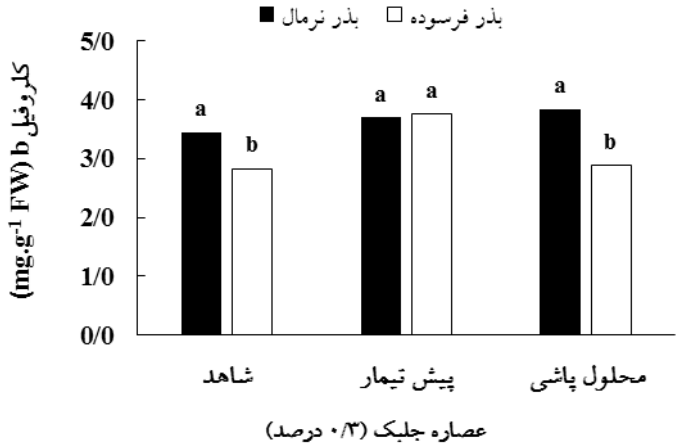
جلبک روی گیاهان حاصل از بذور عادی موجب افزایش ۱۷/۰۵ درصدی کلروفیل a نسبت به شاهد شد. در شرایط فرسودگی پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی موجب افزایش ۱۴/۶۱ و ۱۶/۸۹ درصدی این صفت نسبت به عدم کاربرد این ماده در شرایط فرسودگی شدند (شکل 1a). بررسی اثرات فرسودگی و کود جلبک در سال دوم آزمایش حاکی از آن بود که محلول‌پاشی کود جلبک در شرایط عادی و فرسودگی به‌ترتیب موجب افزایش ۱۵/۹۲ و ۲۸/۶۳ درصدی کلروفیل a نسبت به عدم کاربرد این ماده در این شرایط شد. پیش‌تیمار بذرهای عادی با کود جلبک، تأثیری بر میزان کلروفیل a در برگ گیاهان حاصل از این بذور نداشت و این در حالی بود که در شرایط فرسودگی موجب افزایش معنی‌دار ۱۸/۸۰ درصدی میزان کلروفیل a نسبت به عدم کاربرد این ماده در این شرایط شد (شکل 1b).

پیری تسریع‌شده در این پژوهش موجب کاهش ۱۷/۹۷ درصدی کلروفیل b در برگ گیاهان سویا شد. نتایج برهمکنش دوجانبه تیمارها نشان داد که در شرایط عادی کاربرد کود جلبک تأثیر معنی‌دار بر کلروفیل b نداشت و این در حالی بود که در شرایط فرسودگی، پیش‌تیمار بذر موجب افزایش معنی‌دار این صفت شد (شکل ۲).

در پژوهش حاضر، اعمال پیری تسریع‌شده در بذور سویا موجب افزایش ۳۵/۱۳ درصدی میزان کاروتنوئید شد (جدول ۲). افزایش میزان کاروتنوئیدها در شرایط فرسودگی بذر با توجه به نقش آنها در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی برای محافظت از رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل) قابل انتظار است. کاروتنوئیدها در شرایط فرسودگی به منظور جلوگیری از تولید گونه‌های فعال اکسیژن، افزایش می‌یابند، به‌علاوه این رنگدانه‌ها از روغن بذر در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کنند (Onder *et al.*, 2020).

در اثر فرسودگی بذر، میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد که این کاهش می‌تواند مربوط به افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول باشد، زیرا این رادیکال‌ها سبب پراکسیداسیون و درنتیجه تجزیه این رنگیزه می‌شوند (Sachdev *et al.*, 2021). محققان دیگری نیز دریافتند که پیری تسریع‌شده موجب کاهش میزان کلروفیل در برگ گیاهان حاصل از این بذور می‌شود (معیری و همکاران، ۱۴۰۱). پژوهشگران دریافتند که کاربرد کود جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* به‌صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی سبب افزایش میزان کلروفیل در سویا می‌شود (Joshi-Paneri *et al.*, 2020). دلیل افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌تواند ناشی از حضور هورمون سیتوکینین در کود جلبک باشد. سیتوکینین‌ها نمو کلروپلاست را تسریع می‌کنند و درنهایت به افزایش تعداد و اندازه کلروپلاست و گسترش بهتر گرانا منجر می‌شوند. همچنین سیتوکینین‌ها تخریب کلروفیل و آنزیم‌های مؤثر در زنجیره‌های فتوسنتزی را به تأخیر می‌اندازند. افزایش میزان فتوسنتز به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری تسریع‌شده و کود جلبک بر میزان کلروفیل b

فراوانی عنصر منیزیم موجود در کود جلبکی که نقش حیاتی در سازماندهی کلروفیل دارد، می‌تواند ارتباط داشته باشد (Vijayanand *et al*., 2014; Ramarajan *et al*., 2012).

رنگدانه‌های غیرفتوسنتزی: فلاونوئید و آنتوسیانین موجود در برگ‌های گیاه سویا در این پژوهش تنها از تیمار پیری تسریع‌شده در سطح احتمال پنج درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۲). اعمال پیری تسریع‌شده در بذور، موجب افزایش ۱۲/۴۶ و ۲۲/۲۲ درصدی فلاونوئید و آنتوسیانین در برگ گیاهان حاصل از این بذور شد (جدول ۳). پژوهشگران مشاهده کردند که پیری تسریع‌شده موجب افزایش میزان فلاونوئید و آنتوسیانین در برگ گلرنگ گردید و با افزایش مدت زمان فرسودگی، کاهش این صفت را گزارش کردند (Onder *et al*., 2020).

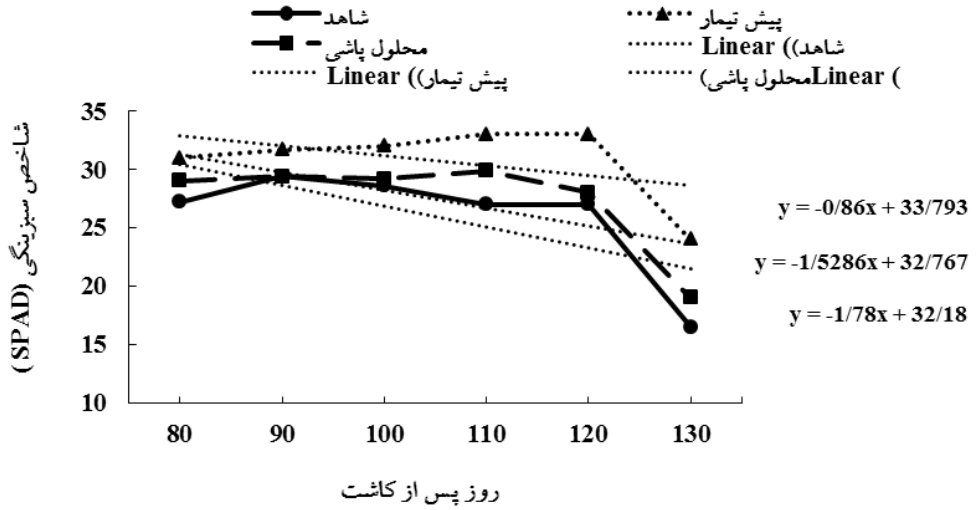
شاخص پایداری غشا برگ: شاخص پایداری غشا از پیری تسریع‌شده و کود جلبک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۲). فرسودگی موجب کاهش ۱۹/۷۹ درصدی شاخص پایداری غشا شد و پیش‌تیمار و محلول‌پاشی با کود جلبک به‌ترتیب این صفت را ۱۹/۲۲ و ۱۸/۵۸ درصد ارتقا داد (جدول ۳). یکی از دلایل کاهش شاخص پایداری غشا در شرایط پیری تسریع‌شده احتمالاً افزایش پراکسیداسیون لیپیدها است که منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شود و به غشا خسارت وارد می‌کند. تولید و انباشتگی رادیکال‌های آزاد موجب خسارت به اسیدهای چرب غیراشباع غشاهای سلولی می‌شود، در ادامه رادیکال‌های آزاد دیگری تولید می‌شوند که این رادیکال‌ها با یکدیگر ترکیب و درنهایت کلیه این تغییرات به اختلال در غشا، افزایش نفوذپذیری و نشت مواد از برگ و درنهایت کاهش پایداری غشا منجر می‌شوند (قادری‌فر و همکاران، ۱۳۹۲). احتمالاً کود جلبک دریایی نیز با کاهش دادن میزان گونه‌های فعال اکسیژن موجب افزایش شاخص پایداری غشا گردیده است. در تحقیقی محلول‌پاشی کود جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* موجب افزایش شاخص پایداری غشاء در لوبیا سفید (*Phaseolus lanatus* L.) شد (بیگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹).

شاخص سبزینگی: بررسی روند شاخص سبزینگی برگ‌های سویا تحت تأثیر تیمارهای مختلف در بذور نرمال و بذور فرسوده به‌ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است. روند تغییرات شاخص سبزینگی برگ تقریباً تا ۱۲۰ روز پس از کاشت، به‌صورت افزایشی یا ثابت بوده است و پس از آن روند کاهشی مشاهده می‌شود. اعمال تیمار فرسودگی موجب کاهش در شاخص سبزینگی برگ‌ها نسبت به شرایط عادی گردیده است. در شرایط عادی، استفاده از کود جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری موجب افزایش غلظت نسبی کلروفیل برگ نسبت به عدم کاربرد این ماده و کاربرد محلول‌پاشی شد. روند غلظت نسبی کلروفیل در گیاهان حاصل از بذور نرمال نشان داد که پیش‌تیمار با کود جلبک ($Y=-0.86x+33.79$) نسبت به دو سطح عدم کاربرد ($Y=-1.52X+32.76$) و محلول‌پاشی ($Y=-1.78X+32.18$) با شیب کمتری، کاهش یافت (شکل ۳).

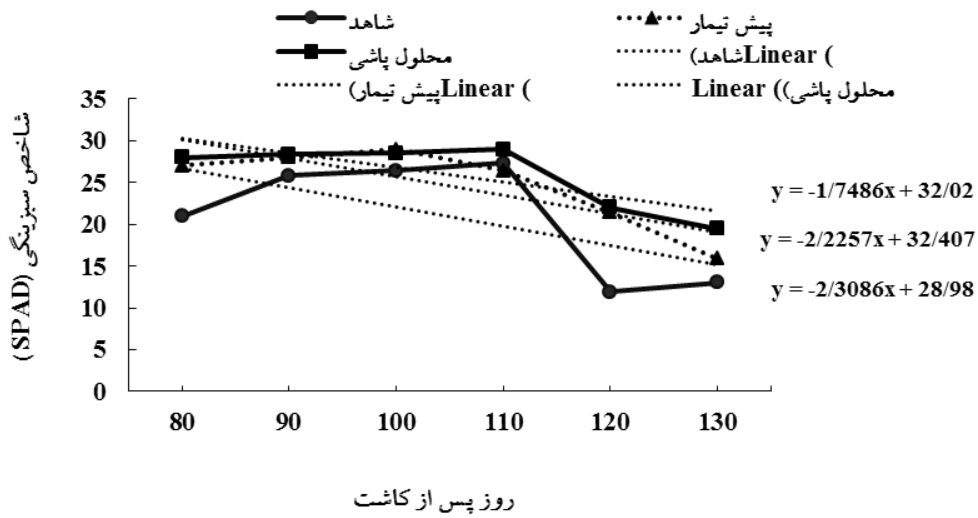
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات پیری تسریع‌شده بر کاروتنوئید، فلاونوئید، آنتوسیانین، شاخص پایداری غشا، ماده خشک کل، درصد روغن و پروتئین و عملکرد دانه سویا

تیمارها	کاروتنوئید	فلاونوئید	آنتوسیانین	شاخص پایداری غشا	روغن	پروتئین	ماده خشک کل	عملکرد دانه
	(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)			(درصد)			(گرم در متر مربع)	
بذور عادی	۰/۳۷ b	۱۵/۷۲ b	۰/۰۹ b	۲۷/۲۳ a	۱۹/۹۷ a	۳۸/۰۴ a	۶۸۷/۲۸ a	۲۲۹/۳۶ a
بذور فرسوده	۰/۵۰ a	۱۷/۶۸ a	۰/۱۱ a	۲۱/۸۴ b	۱۹/۱۸ b	۳۷/۱۴ b	۵۳۷/۵۰ b	۱۵۳/۲۴ b



شکل ۳- روند شاخص سبزینگی در برگ‌های سویا در گیاهان حاصل از بذر نرمال تحت تأثیر کود جلبک دریایی



شکل ۴- روند شاخص سبزینگی در برگ‌های سویا در گیاهان حاصل از بذر فرسوده تحت تأثیر کود جلبک دریایی

استفاده از کود جلبک در بذور فرسوده، از روند سریع کاهش سبزینگی برگ‌ها جلوگیری کرد (شکل ۴). درحالی‌که در گیاهان شاهد، روند کاهشی شاخص سبزینگی با سرعت بیشتری اتفاق افتاد. همان‌طور که مشاهده می‌شود کاربرد کود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

جلبک به‌صورت محلول‌پاشی برگی بهتر از دو سطح دیگر عمل کرد و موجب شد در آخرین اندازه‌گیری، مقدار شاخص سبزینگی در برگ گیاهان سویا در سطح بالاتری نسبت به عدم کاربرد این ماده قرار بگیرد (شکل ۳).

شاخص سبزینگی یکی از عوامل مهم در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک است. کاهش شاخص سبزینگی با اعمال فرسودگی به‌دلیل کاهش عوامل لازم جهت سنتز کلروفیل و تخریب ساختمان آن است (عیسوند و همکاران، ۱۳۹۳). شاخص سبزینگی در مرحله پرشدن دانه با افزایش سن گیاه در تمام تیمارها روند کاهشی داشت که با توجه به کاهش محتوای کلروفیل در اواخر چرخه زندگی گیاه به‌واسطه تسریع در پیری برگ قابل انتظار بود. افزایش شاخص سبزینگی با کود جلبک را می‌توان با نیتروژن موجود در این کود مرتبط دانست. با توجه به نقش ساختاری نیتروژن در حلقه‌های تتراپیرولی کلروفیل، چنین افزایشی توجیه‌پذیر است. در راستای این تحقیق محققان دریافتند که اثر کودهای بیولوژیک با افزایش محتوای سبزینگی برگ، از طریق بهبود جذب نیتروژن و افزایش نیتروژن برگ امکان‌پذیر است، که از یک‌سو موجب فراهمی پیش‌سازهای کلروفیل شده و از سوی دیگر موجب افزایش پروتئین و اسیدهای آمینه به‌عنوان پیش‌سازهای اصلی ساختمان و فعالیت کلروپلاست می‌شود (Ali *et al*., 2022).

درصد روغن دانه: اثرات فرسودگی و کود جلبک در سطح احتمال پنج درصد بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش ۰/۸۶ درصدی روغن دانه شد (جدول ۳). استفاده از کود جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی موجب افزایش معنی‌دار درصد روغن دانه نسبت به عدم کاربرد این ماده شد (جدول ۴). از دلایل کاهش میزان روغن دانه در شرایط فرسودگی

می‌توان به کاهش سطح برگ، کاهش میزان کلروفیل و در نتیجه کاهش تولید مواد فتوسنتزی اشاره کرد. از آنجا که بیوسنتز اسیدهای چرب در کلروپلاست و پلاستیدها صورت می‌گیرد، بنابراین تخریب ساختار کلروپلاست در اثر فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن و کاهش کلروفیل در شرایط فرسودگی می‌تواند نقش مهمی در کاهش معنی‌دار درصد روغن در این شرایط داشته باشد. انرژی لازم برای ساختن روغن بسیار بیشتر از انرژی لازم برای ساختن کربوهیدرات‌ها است، بنابراین گیاه در هنگام کاهش مواد فتوسنتزی میزان کمتری از این مواد را به ساختن روغن اختصاص می‌دهد که موجب کاهش درصد روغن در بذر می‌شود (Verma *et al*., 2005). پژوهشگران گزارش کردند که اعمال تیمار فرسودگی روی کلزا سبب کاهش درصد روغن در بذور گیاهان حاصل می‌شود (Verma *et al*., 2005). در سویا (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۴) و گلرنگ (Onder *et al*., 2020) مشاهده شد که اعمال فرسودگی موجب کاهش درصد روغن در بذر گیاهان حاصل از آنها شد. با توجه به اینکه کود جلبک دریایی حاوی مقادیر قابل‌توجهی از عناصر پتاسیم، فسفر، منیزیم و هورمون‌های گیاهی است، احتمالاً کاربرد جلبک دریایی سبب افزایش فراهمی و جذب عناصر غذایی مذکور به سمت دانه‌ها و درنتیجه افزایش درصد روغن شده است (Shahbazi *et al*., 2015). کاربرد کود جلبک دریایی در کلزا نیز درصد روغن را تا سطح معنی‌داری افزایش داد (آذرمهر و همکاران، ۱۳۹۶).

درصد پروتئین دانه: درصد پروتئین دانه از تیمار پیری تسریع‌شده و کود جلبک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۲). اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش ۰/۹۰ درصدی پروتئین دانه شد (جدول ۳). پیش‌تیمار بذور با کود جلبک موجب افزایش ۰/۴۳ درصدی پروتئین دانه نسبت به عدم کاربرد این ماده شد و این در حالی بود که محلول‌پاشی با کود جلبک اختلافی از لحاظ درصد پروتئین دانه با شاهد نشان نداد (جدول ۴).مشابه نتایج این تحقیق، محققان دیگر نیز بیان کردند که فرسودگی موجب کاهش درصد پروتئین در گلرنگ گردید (Onder *et al*., 2020).

ماده خشک کل: ماده خشک کل از تیمارهای فرسودگی و کود جلبک به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۲). اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش ۱۸/۱۲ درصدی ماده خشک کل در گیاهان حاصل از بذور

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات کود جلبک بر کاروتنوئید، فلاونوئید، آنتوسیانین، شاخص پایداری غشا، ماده خشک کل، درصد روغن و پروتئین و عملکرد دانه

تیمارها	کاروتنوئید	فلاونوئید	آنتوسیانین	شاخص پایداری غشا	روغن	پروتئین	ماده خشک کل	عملکرد دانه
	(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)			(درصد)			(گرم در متر مربع)	
شاهد	۰/۵۰ a	۱۵/۷۵ a	۰/۱۲ a	۲۱/۷۹ b	۱۹/۳۷ b	۳۷/۸۸ b	۵۲۱/۷۹ c	۱۶۷/۲۱ b
پیش‌تیمار	۰/۴۸ a	۱۶/۲۷ a	۰/۱۱ a	۲۵/۹۸ a	۱۹/۶۱ ab	۳۸/۳۱ a	۶۹۵/۳۵ a	۲۲۸/۲۳ a
محلول‌پاشی	۰/۴۵ a	۱۶/۹۸ a	۰/۱۱ a	۲۵/۸۴ a	۱۹/۷۴ a	۳۷/۵۸ b	۶۲۰/۰۳ b	۲۰۳/۴۶ a

فرسوده شد (جدول ۳). استفاده از کود جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی به‌ترتیب موجب افزایش ۳۳/۲۶ و ۱۸/۸۲ درصدی ماده خشک کل نسبت به عدم کاربرد این ماده شد (جدول ۴). احتمالاً پیری تسریع‌شده با تأثیر بر کیفیت بذر موجب کاهش استقرار، رشد و کاهش وزن خشک تک بوته‌ها و درنهایت کاهش ماده خشک کل گردیده است. در راستای تحقیق حاضر محققان دیگری نیز دریافتند که پیری تسریع‌شده موجب کاهش ماده خشک کل در لوبیا گردید (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۷). افزایش رشد در گیاه تحت تأثیر کاربرد کود جلبک به‌دلیل وجود مقدار قابل‌توجهی از عناصر مورد نیاز گیاه و همچنین وجود هورمون‌های گیاهی مؤثر در رشد گیاه گزارش شده است (Shahbazi *et al.*, 2015). اثرات مطلوب کود جلبک دریایی بر ماده خشک کل در گیاهان اعلام شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ آذرمهر و همکاران، ۱۳۹۶).

عملکرد دانه: عملکرد دانه سویا تحت تأثیر پیری تسریع‌شده و کود جلبک ($P<۰/۰۵$) قرار گرفت (جدول ۲). اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش ۳۳/۱۸ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۳). استفاده از کود جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی به‌ترتیب موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۳۶/۴۹ و ۲۱/۶۷ درصد نسبت به شاهد شد. (جدول ۴). می‌توان این‌طور بیان کرد که اعمال پیری تسریع‌شده از طریق کاهش میزان کلروفیل b و وزن خشک اندام‌های هوایی موجب کاهش عملکرد دانه شده است. کاربرد کود جلبک با افزایش‌دادن میزان کلروفیل موجب افزایش عملکرد دانه سویا گردیده است. افزایش عملکرد در گیاهان تیمارشده با کود جلبک دریایی به حضور عناصر ضروری و هورمون‌ها در کود جلبک دریایی به خصوص سیتوکینین‌ها می‌تواند مرتبط باشد. این افزایش در میزان سیتوکینین در دسترس گیاه موجب شروع گلدهی و افزایش عملکرد در گیاه می‌شود (Vijayanand *et al.*, 2014). در پژوهش‌های دیگری استفاده از کود جلبک دریایی سبب افزایش عملکرد در سویا گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Patil *et al.*, 2019; Kocira *et al.*, 2019; Rahgoshahi *et al.*, 2022). پژوهشگران دریافتند که در شرایط استفاده از بذور عادی سویا، سرعت جوانه‌زنی گیاهان بالاتر بود و درنتیجه در رقابت موفق‌تر عمل کردند و عملکرد بیشتری را نسبت به شرایط فرسودگی نشان دادند (Caverzan *et al.*, 2018). در سایر تحقیقات، فرسودگی بذر سویا موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد (Caverzan *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری

برطبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی و عملکرد دانه سویا می‌گردد و استفاده از کود جلبک دریایی به‌صورت پیش‌تیمار بذری، محلول‌پاشی برگی و کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی، تأثیر مطلوبی در بهبود رنگدانه‌های گیاهان حاصل از بذور عادی و فرسوده سویا نشان داد. در این بین کاربرد پیش‌تیمار بذری بهتر از محلول‌پاشی برگی عمل کرد. با کاربرد کود جلبک، روند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

پیری در برگ گیاهان سویا با سرعت کمتری ادامه پیدا کرد. درنهایت در محدوده پژوهش انجام‌شده می‌توان پیشنهاد نمود که کاربرد کود جلبک دریایی به‌صورت کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی با غلظت ۰/۳ درصد در مرحله آغاز گلدهی سبب تخفیف اثرات فرسودگی بذر و افزایش عملکرد دانه در گیاه سویا می‌گردد.

منابع

آذرمهر، علی‌رضا، باقی، مهدی، و ضیایی‌نسب، مهدی (۱۳۹۶). بررسی کاربرد کود جلبک دریایی و کود گوگرد سولفاته بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد کلزا پاییزه رقم ناتالی. *پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر*، ۳، ۱۶۵-۱۵۵.

احمدی، فرید، پاساری، بابک، و جواهری، محسن (۱۳۹۹). بررسی واکنش ذرت دانه‌ای تحت تأثیر کاربرد کودهای مختلف شیمیایی، نانو، نانوبیولوژیک و کود ارگانیک جلبک دریایی. *مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۱۲، ۲۰۳-۱۸۸.

بیگ‌زاده، سارا، ملکی، عباس، میرزایی حیدری، محمد، رنگین، علی‌رضا، و خورگامی، علی (۱۳۹۹). اثر کاربرد سالیسیلیک اسید و عصاره جلبک دریایی بر برخی صفات فیزیولوژیکی لوبیا سفید در شرایط تنش خشکی. *نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۴، ۴۴-۲۱. DOI:10.30495/JCEP.2020.671639 .

رحیمی، گلاله، برادران فیروزآبادی، مهدی، مکاریان، حسن، غلامی، احمد، و قلی‌پور، منوچهر (۱۳۹۴). تأثیر پیری بذر و پیش‌تیمار با پیریدوکسین بر رشد و عملکرد سویا در رقابت با علف‌های هرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

سیادت، سید عطاالله، شرفی‌زاده، مهران و موسوی، امیر (۱۳۹۰). اثر هورمون پرایمینگ بر کاهش فرسودگی بذر ذرت. *فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۳، ۶۷-۱۳۸.

عیسوند، حمید رضا، گنج‌بخش صنعتی، علی رضا (۱۳۹۳). بررسی اثر اسید جیبرلیک و نحوه استفاده از آن بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذرهای زوال‌یافته بابونه زرد اروپایی. *نشریه علوم و فناوری بذر ایران*، ۳، ۱۵-۱.

قادری‌فر، فرشید، سلطانی، افشین، و صادقی‌پور، حمید رضا (۱۳۹۲). تغییرات بیوشیمیایی طی زوال بذرهای کدوی تخم کاغذی: پراکسیداسیون لیپید و صدمات غشا. *مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۶، ۹۶-۱۱۲.

محمدزاده، آرش، اسدی، صادق، مجنون حسینی، ناصر، مقدم، حسین و جمالی، محسن (۱۳۹۷). اثر پیری مصنوعی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و عملکرد دو رقم لوبیا قرمز. *نشریه علوم و فناوری بذر ایران*، ۷، ۹۴-۷۵.

معیری، سعید، برادران فیروزآبادی، مهدی، قلی‌پور، منوچهر، و حیدری، مصطفی (۱۴۰۱). تأثیر پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک کلزا در شرایط فرسودگی بذر. *فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۱، ۱۰۷-۹۵.

Ali, I. M., Nulit, R., & Ibrahim, M. H. (2017). Deterioration of quality soybean seeds (*Glycine max* L.) at harvest stages, seed moisture content and storage temperature in Malaysia. *International Journal Bioscience, 10*, 372-381. DOI: 10.12692/ijb/10.5.372-381.

Ali, J., Jan, I., Ullah, H., Ahmed, N., Alam, M., Ullah, R., El-Sharnouby, M., Kesba, H., Shukry, M., Sayed, S., & Nawaz, T. (2022). Influence of Ascophyllum extract foliar spray on the physiological and biochemical attributes of okra under drought stress. *Plants*, *11*(6), 790. https://doi.org/10.3390/plants11060790.

AOAC (Association Official Methods of Analysis). (1990). Official methods of analysis of the association of official analytical chemist Washington.

Arab, S., Baradaran Firouzabadi, M., Gholami, A., & Haydari, M. (2022). Physiological responses of soybean plants to pretreatment and foliar spraying with ellagic acid and seaweed extract under accelerated aging. *South African Journal of Botany*, *148*, 510-518. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.005.

Ashour, M., Hassan, S. M., Elshobary, M. E., Ammar, G. A. G., Gaber, A., Alsanie, W. F., Mansour, A. T., & El-Shenody, R. (2021). Impact of Commercial Seaweed Liquid Extract (TAM®) Biostimulant and its bioactive molecules on growth and antioxidant activities of hot pepper (*Capsicum annuum*). *Plants*, *10*, 1045. https://doi.org/10.3390/plants10061045.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

Caverzan, A., Giacomin, R., Muller, M., Biazus, C., Langaro, N., & Chavarria, G. (2018). How does seed vigor affect soybean yield components. *Crop Ecology and Physiology, 110*, 1318-1327. DOI: 10.2134/agronj2017.11.0670.

Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal Food Drug Analls, 10*, 178-182. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748.

De Saeger, J., Van Praet, S., Vereecke, D., Park, J., Jacques, S., Han, T., & Depuydt, S. (2020). Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. *Journal Applied of Phycology, 32*, 573-597. https://doi.org/10.1007/s10811-019-01903-9.

Guerreiro, J. C., Blainski, E., Silva, D. L., Caramelo, J. P., Pascutti, T. M., Oliveira, N. C., & Ferreira-Filho, P. (2017). Effect of the seaweed extract applied on seeds and foliar sprays on soybean development and productivity. *Journal of Food Agriculture and Environment, 15*(1), 18-21.

Hamouda, M. M., Saad-Allah, K. M., & Gad, D. (2022). Potential of seaweed extract on growth, physiological, cytological and biochemical parameters of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *Journal Soil Science and Plant*, 1-14. DOI: org/10.1007/s42729-022-00774-3.

Hiscox, J. D., & Israelstom, G. F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany, 57*, 1332-1334.

ISTA (International Seed Testing Association). (2009). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology, 49*, 86-41.

Joshi-Paneri, J.,Chamberland, G., & Donnelly1, D. (2020). Effects of chelidonium majus and *Ascophyllum nodosum* extracts on growth and photosynthesis of soybean. *Acta Agrobotany*, 73, 1-6. DOI: https://doi.org/10.5586/aa.7313.

Kocira, S., Szparaga, A., Kubo, M., Czerwinska, E., & Piskier, T. (2019). Morphological and biochemical responses of *Glycine max* (L.) Merr. to the use of seaweed extract. *Agronomy, 9*, 93. https://doi.org/10.3390/agronomy9020093.

Koskosidis, A., Khah, E. M., Pavli, O. I., & Vlachostergios, D. N. (2022) Effect of storage conditions on seed quality of soybean (*Glycine max* L.) germplasm. *AIMS Agriculture Food, 7*, 387-402. doi: 10.3934/agrfood.2022025.

Matera, T. C., Pereira, L. C., Braccini, A. L., Krzyzanowski, F. C., Scapim, C. A., Piana, S. C., Marteli, D. C. V., Pereira, R. C., Ferri, G. C., & Suzukawa, A. K. (2019). Accelerated aging test and its relationship to physiological potential of soybean seeds. *Journal of Seed Science, 41*, 301-308.

Mita, S., Murano, N., Akaike, M., & Nakamura, K. (1997). Mutants of *Arabidopsis thliana* with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta amylase and on the accumulation of anthocyanin those are inducible by sugars. *Plant, 11*, 841-851. doi: 10.1046/j.1365-313x.1997.11040841.x.

Onder, S., Tonguc, M., Guvercin, D., & Karakurt, Y. (2020). Biochemical changes stimulated by accelerated aging in safflower seeds (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Seed Science*, 42, 1-12. https://doi.org/10.1590/2317-1545v42227873.

Oomah, B. D., Mazza, G., & Przyblski, R. (1995). Comparison of flaxseed meal lipids extracted with different solvent. *Journal of Food Science and Technology, 29*, 654-658.

Patil, S., Bhalerao, G. A., More, V. R., & Waghmare, P. K. (2019). Effect of combination of inorganic fertilizer and seaweed extract on growth and yield of soybean crop. *Journal of Chemistry, 7*, 2304-2306.

Rahgoshahi, M., Panahi Kordlaghari, K. H., & Rahimi, M. M. (2022). Study on humic acid and algae effects on grain yield and agronomical characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under drought stress conditions. *Iranian Jourrnal Medic. Aromatic Plants Research, 38*, 287-300.

Ramarajan, S., Henry Josef, L., & Saravana Ganthi, A. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer on the germination and pigment concentration of soybean. *Journal of Crop Science and Technology, 1*, 1-5.

Sachdev, S., Ansari, S. A., Ansari, M. I., Fujita, M., & Hasanuzzaman, M. (2021). Abiotic stress and reactive oxygen species: Generation, signaling, and defense mechanisms. *Antioxidants, 10*, 277. https://doi.org/10.3390/antiox10020277.

Sairam, R. K., & Srivastava, G. C. (2001). Water stress tolerance of wheat *Triticum aestivum* L.: Variation in hydrogen proxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science, 186*, 63-70. https://doi.org/10.1046/j.1439-037x.2001.00461.x.

Shahbazi, F., Seyyed nejad, M., Salimi, A., & Gilani, A. (2015). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of wheat. *Journal of Agriculture Crop Science, 8*, 283-287.

Shukla, P. S., Shotton, K., Norman, E., Neily, W., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2018). Seaweed extract improve drought tolerance of soybean by regulating stress-response genes. *AOB Plants, 10*, 1-8.

Soltani, A., Galeshi, S., Kamkar, B., & Akramghaderi, F. (2009). The effect of seed aging on the seedling growth as affected by environmental factors in wheat. *Research Journal. Environmental Science, 3*, 184-192. DOI: 10.3923/rjes.2009.184.192.

Verma, S. K., Bjpai, G. C., Tewari, S. K., & Singh, J. (2005). Seedling index and yield as influenced by seed size in pigeon pea. *Legume Resarch, 28*, 143-145.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

Vijayanand, N., Ramya, S. S., & Rathinavel, S. (2014). Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. Asian Pacific. *Journal Reproduction, 3,* 150-155. DOI: 10.1016/S2305-0500(14)60019-1

Waqas, M., Korres, N. E., Khan, M. D., Nizami, A., Deeba, F., Ali, I., & Hussain, H. (2019). Advances in the concept and methods of seed priming. In priming and pretreatment of seeds and seedlings. *Springer Nature: Singapore, 1,* 11-41.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]

The effect of pretreatment and foliar spraying of seaweed fertilizer (*Ascophyllum nodosum*) on the improvement of pigments, qualitative traits and grain yield of soybeans obtained from aged seeds

Safiye Arab, Mehdi Baradaran Firouzabadi*, Ahmad Gholami, Mostafa Haydari

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

(Received: 12/12/2022, Accepted: 15/03/2023)

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of seaweed fertilizer on the improvement of physiological traits of soybeans in the research field of Shahrood University of Technology Faculty of Agriculture during two crop years, 2018–2019 and 2019–2020. The experiment was carried out factorially in the form of a randomized complete block design in three replications. The experimental factors included accelerated aging in two levels (control seeds and aged seeds) and seaweed fertilizer in three levels (control: no treatment, seed pretreatment and foliar spraying with a concentration of 0.3% seaweed fertilizer). Results showed that accelerated aging in the first and second years of the experiment caused a decrease of 15.11 and 13.33% in the amount of chlorophyll a in leaves of plants obtained from these seeds. In both years, the foliar application of seaweed fertilizer in normal and aging conditions caused a significant increase in the amount of chlorophyll a to a significant level. Accelerated aging in seeds caused an increase of 35.13, 12.46 and 22.22 percent of carotenoid, flavonoid and anthocyanin in the leaves of plants obtained from these seeds, respectively. Accelerated aging decreased by 0.86%, 0.90% and 33.18% of seed oil, protein and yield. The maximum levels of oil and protein were 19.74% and 38.31%, respectively, which belonged to foliar spraying and seed pretreatment treatments. Using seaweed fertilizer as seed pretreatment and foliar spraying increased yield by 36.49% and 21.67%, respectively, compared to the control. Finally, pre-treatment of seeds with seaweed fertilizer can be suggested to improve the effects of seed aging and increase yield in the soybeans.

Keywords: Antioxidant, Accelerated aging, Oil percentage

Corresponding author, Email: m.baradaran.f@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.3.7]