Plant Prod., 2023, 45(4), 533-548
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2023.41967.2059
Received: 30 November 2022
Accepted: 31 January 2023

Plant Productions
Research Article

Investigating the phenological stages and soybean yield under the influence of seaweed extract and initial seed quality

Safiyeh Arab[1], Mehdi Baradaran Firouzabadi[2]*, Ahmad Gholami[3], Mostafa Haydari[4]

1- Ph.D. of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
2- Associate Professor Department of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
3- Associate Professor Department of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
4- Associate Professor Department of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

Citation: Arab, S., Baradaran Firouzabadi, M., Gholami, A., & Haydari, M. (2023). Investigating the phenological stages and soybean yield under the influence of seaweed extract and initial seed quality. *Plant Productions*, 45(4), 533-548

Abstract

Introduction

Soybean seeds are sensitive to storage due to their high oil content and they aged quickly. Aging of seeds leads to a decrease in the percentage and speed of germination and ultimately to a decrease in seed yield. Although the aging rate can be reduced with proper storage methods, the application of some treatments on the aged seeds or spraying some substances on the plants obtained from these seeds can be effective in improving the seed yield. The use of anti-aging substances such as seaweed extract in plants can act as antioxidants and reduce the effects of aging.

Materials and Methods

In order to evaluate the phenological stages and yield of soybean, an experiment was carried out in the research farm of Shahrood University of Technology during 2019 and 2020 in three replications. The treatments include the initial seed quality in two levels (normal seeds and aged seeds) and seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) in four levels (control, priming, foliar spraying and combined application of priming and foliar spraying with

* **Corresponding Author:** Mehdi Baradaran Firouzabadi
E-mail: m.baradaran.f@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

a concentration of 0.3%). The experiment was carried out as a factorial in the form of a basic design of randomized complete blocks.

Results and Discussion

In this research, applying accelerated aging caused a significant increase in phenological traits in soybean plants. The use of seaweed extract as a priming and the combined use of priming and foliar spraying could increase the rate of occurrence of phenological traits to a significant level. The seed yield in plants obtained from aged seeds was 32.69% less than that of control plants. The use of seaweed extract as priming, foliar spraying and the combined use of priming and foliar spraying increase the seed yield by 43.54, 15.69 and 87.85 percent, respectively. Aging caused a significant decrease of 23.50 and 25.33 percent of final emergence percentage. Pretreatment of normal and aged seeds with seaweed extract in the first year increased this trait by 16.33 and 7.33% compared to the absence of seaweed extract. In the second year of the experiment, the application of seaweed extract resulted in a 12.67% increase in seedling growth under normal conditions, and an 8.33% increase was recorded with the application of seaweed extract under aging conditions.

Conclusion

In this study, the application of seaweed extract as seed priming better than foliar spraying. It is possible to recommend priming and the combination of priming and foliar spraying with seaweed extract to accelerate the occurrence of phenological traits in soybeans. The combined use of priming and foliar spraying of seaweed extract is recommended to improve the performance of soybeans in normal and aged conditions.

Keywords: Accelerated aging, Antioxidant, Priming

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۱، ۴۵(۴)، ۵۳۳-۵۴۸
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2023.41967.2059
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

بررسی مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه سویا تحت تأثیر عصاره جلبک و کیفیت اولیه بذر

صفیه عرب[۱]، مهدی برادران فیروزآبادی[۲]*، احمد غلامی[۳]، مصطفی حیدری[۴]

۱- دانش آموخته دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

چکیده

بذرهای سویا به‌دلیل بالا بودن میزان روغن در آن‌ها به انبارداری حساس هستند و سریع دچار فرسودگی می‌شوند. فرسودگی بذور منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. 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. کاربرد مواد ضدپیری مانند عصاره جلبک در گیاهان می‌تواند به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کند و اثرات ناشی از فرسودگی را کاهش دهد. جهت ارزیابی مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه سویا آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی شاهرود طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کیفیت اولیه بذر در دو سطح (بذور نرمال و بذور فرسوده) و عصاره جلبک قهوه‌ای (*Ascophyllum nodosum*) در چهار سطح (شاهد، پرایمینگ، محلول‌پاشی و کاربرد توأم پرایمینگ و محلول-پاشی با غلظت ۰/۳ درصد) بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فرسودگی موجب کاهش معنی‌دار ۲۳/۵۰ و ۲۵/۳۳ درصدی در سبز شدن گیاهچه شد. پیش‌تیمار بذور نرمال و فرسوده با عصاره جلبک در سال اول موجب افزایش ۱۶/۳۳ و ۷/۳۳ درصدی این صفت نسبت به عدم کاربرد عصاره جلبک شد. در سال دوم آزمایش کاربرد عصاره جلبک موجب افزایش ۱۲/۶۷ درصدی سبز شدن گیاهچه در شرایط نرمال شد و در شرایط فرسودگی افزایش ۸/۳۳ درصدی با کاربرد عصاره جلبک به ثبت رسید. در این پژوهش اعمال فرسودگی سبب افزایش معنی‌دار صفات فنولوژیکی در گیاه سویا شد. استفاده از عصاره جلبک به‌صورت پرایمینگ و کاربرد توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی توانست سرعت وقوع صفات فنولوژیکی را تا سطح معنی‌داری افزایش دهد. عملکرد دانه در گیاهان حاصل از بذور فرسوده ۳۲/۶۹ درصد کمتر از گیاهان شاهد شد. استفاده از عصاره جلبک به‌صورت پرایمینگ، محلول‌پاشی برگی و کاربرد توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی به‌ترتیب موجب افزایش ۵۴/۴۳، ۱۵/۶۹ و ۸۷/۸۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به گیاهان شاهد شد. در این پژوهش کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌صورت پرایمینگ بذری بهتر از حالت محلول‌پاشی برگی عمل کرد. می‌توان پرایمینگ و ترکیب توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی با عصاره جلبک را جهت تسریع وقوع صفات فنولوژیکی در گیاه سویا توصیه نمود. کاربرد توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی عصاره جلبک جهت بهبود عملکرد دانه سویا در شرایط نرمال و فرسودگی توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آنتی‌اکسیدان، پرایمینگ، پیری تسریع شده

* **نویسنده مسئول:** مهدی برادران فیروزآبادی
رایانامه: m.baradaran.f@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقدمه

سویا به عنوان یک گیاه صنعتی با پروتئین و روغن بالا مورد توجه کشاورزان سراسر دنیا است. در سال‌های اخیر، سویا به‌دلیل کشت آسان، نسبت فایده به هزینه بالا و نیاز کم به نیتروژن، به نام‌های محصول شگفت‌انگیز و طلای قرن نام‌گذاری شده است (Misal and Deshmukh, 2020). مراحل فنولوژیکی این گیاه بر اساس صفات مورفولوژیکی تعریف و تعیین گردیده است. از فنولوژی گیاهان جهت انتخاب مناسب یک محصول برای یک منطقه و تصمیمات مدیریتی مانند تاریخ کاشت و تیمارهای زراعی می‌توان بهره جست (McCormick et al., 2021). سرعت نمو گیاهان زراعی از عوامل ژنتیکی، اقلیمی، تغذیه‌ای و مدیریتی تأثیر می‌پذیرد. بنابراین طول مدت هر یک از مراحل فنولوژی گیاه تحت شرایط مختلف، یکسان نخواهد بود (Aminifar et al., 2012). یکی از مشکلات نگهداری بذور سویا، فرسودگی بالای این بذور در انبار است. تحقیقات مختلف نشان داده است که فرسودگی بذر موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و در نهایت کاهش عملکرد دانه در سویا و سایر گیاهان می‌شود (Santos et al., 2021).

اعمال پیری تسریع شده در گیاه سویا موجب کاهش میانگین ظهور گیاهچه در مزرعه، میزان قند محلول موجود در برگ، شاخص سطح برگ، هدایت روزنه‌ای، عملکرد روغن و عملکرد دانه در گیاهان حاصل از بذور فرسوده شد و هم‌چنین فرسودگی موجب افزایش در صفاتی از قبیل میزان اسیدهای آمینه آزاد و هدایت الکتریکی غشاء در سویا گردید (Arab et al., 2022b). پژوهشگران دریافتند که پیری تسریع شده موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، شاخص قدرت گیاهچه و طول ساقه در سویا می‌شود (Rajendra et al., 2018). هم‌چنین نتایج تحقیقات نشان داد که پیری تسریع شده موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و هم‌چنین افزایش پراکسیداسیون لیپید در بذور سویا گردید (Maesaroh et al., 2021; Ebone et al., 2020).

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). تاکنون تلاش‌های زیادی در جهت کمک به ارتقای جوانه‌زنی بذور در شرایط مزرعه انجام شده است که نتیجه آن‌ها معرفی ارقام جدید، گیاهان تراریخته و مدیریت‌های زراعی خاص است. پرایمینگ بذر می‌تواند یکی از راهکارهای کاهش اثرات تنش‌ها باشد (Pedram et al., 2021).

از جمله موادی که جهت اعمال پرایمینگ می‌توان استفاده کرد، عصاره جلبک دریایی می‌باشد. استفاده از جلبک‌های دریایی به عنوان محرک‌های زیستی گیاهی در حال حاضر یکی از امیدوارکننده‌ترین برنامه‌های بخش کشاورزی است و به یک ماده مورد توجه بسیاری از زیست شناسان تبدیل شده است (Hamouda et al., 2022). عصاره جلبک دریایی 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 (Ahmed, 2022). محققان دریافتند که کاربرد عصاره جلبک موجب ارتقای رشد گیاهان در شرایط تنش می‌شود (Arab et al., 2022). عصاره جلبک 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 عصاره جلبک وزن خشک، فتوسنتز و میزان کلروفیل در سویا را افزایش داد (Joshi-Paneri et al., 2020). این محققان دریافتند که این ترکیبات طبیعی می‌توانند به‌عنوان محرک رشد عمل کنند و باید از ظرفیت آن‌ها برای بهبود رشد و عملکرد استفاده کرد. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در سویا گردید (Patil et al., 2019). پیش‌تیمار بذرها با عصاره جلبک دریایی و هم‌چنین محلول‌پاشی برگی با این ماده سبب افزایش عملکرد دانه در سویا شد (Guerreiro et al., 2017).

با توجه به اهمیت روزافزون استفاده از مواد بیولوژیک در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار، هدف از این پژوهش تأثیر اسموپرایمینگ و محلول‌پاشی برگی با عصاره جلبک قهوه‌ای بر صفات فنولوژیکی و عملکرد دانه سویا در شرایط نرمال و فرسودگی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. داده‌های هواشناسی منطقه در طی فصل رشد در جدول ۱ گزارش شده است.

در این پژوهش به بررسی کیفیت اولیه بذر در دو سطح (بذور نرمال و بذور فرسوده) و عصاره جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* در چهار سطح (صفر، پرایمینگ، محلول‌پاشی برگی و کاربرد توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی با غلظت ۰/۳ درصد) پرداخته شد (Anjos neto et al., 2020).

Table 1. Meteorological data recorded by Semnan Province Meteorological Office for the field sites during experiment

	Mean temperature (°C)		Relative humidity (%)		Precipitation (mm)	
Month	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**
June	24.12	24.85	42.01	38.50	3.00	0.01
July	27.84	25.05	41.80	35.50	0.00	0.64
August	23.51	23.81	43.00	46.00	0.00	0.00
September	20.80	19.43	41.68	46.00	0.00	0.00
October	13.43	12.56	48.32	49.73	0.00	0.34
November	8.1	7.2	49.36	52.91	0.00	0.00

عملیات کاشت در سال اول و دوم به‌ترتیب در ۲۶ خرداد ماه ۱۳۹۸ و ۲۰خرداد ماه ۱۳۹۹ انجام شد. تراکم بوته در مزرعه معادل ۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در این آزمایش از رقم DPX (کتول) استفاده شد. و از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. بذرهای مورد استفاده، بذرهای برداشت شده همان سال بودند که تا زمان آزمایش در انبار کنترل شده دارای سیستم خنک‌کننده و در محدوده دمایی ۱۴ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۴۰ درصد نگهداری شده بودند. بذور به مدت ۶۰ ثانیه با هیپوکلریت سدیم یک درصد ضدعفونی و سپس سه بار با آب مقطر شست‌شو شدند. جهت اعمال فرسودگی، بذور به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد قرار گرفتند (ISTA, 2009). پرایمینگ بذور با غلظت ۰/۳ درصد عصاره جلبک دریایی با رعایت اصول هوادهی بذر به مدت شش ساعت انجام شد (Weerasekara et al., 2021).

برای انجام پرایمینگ، در هر ظرف ۵۰ عدد بذر سویا قرار گرفت و با ۱۰ میلی‌لیتر محلول مورد نظر (عصاره جلبک با غلظت۰/۳ درصد) خیسانده شدند به‌طوری که یک سوم سطح بذرها در محلول قرار گرفته و دو سوم سطح بذرها جهت انجام هوادهی بیرون از محلول قرار داشتند (Abbasdokht, 2016). پس از آن بذرها در سایه خشک شدند و جهت ادامه آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. تیمار محلول‌پاشی نیز صبح زود و هنگام آغاز گلدهی (R1) و در شرایط مساعد محیطی انجام شد. غلظت عصاره جلبک مورد استفاده برای محلول‌پاشی نیز ۰/۳ درصد بود. عصاره جلبک مورد استفاده با نام تجاری آکادین ساخت کشور کانادا و تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده مرک آلمان بود.

درصد و سرعت سبز شدن گیاهچه

درصد سبز شدن نهایی گیاهچه[1] (FEP) در مزرعه طبق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد (ISTA, 2009). در این رابطه n: تعداد بذر سبز شده وN: تعداد بذر کشت شده بود. در مزرعه، بلافاصله پس از مشاهده ظهور اولین گیاهچه‌ها، شمارش گیاهچه‌های ظاهر شده به‌صورت روزانه در هر کرت آغاز و تا زمانی‌که تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده ثابت گردیدند، شمارش ادامه داشت.

$$FEP=(\frac{n}{N})\times 100$$ رابطه ۱)

سرعت ظاهر شدن روزانه گیاهچه[2] (ER) در مزرعه طبق رابطه ۲ محاسبه شد. در این رابطه n: تعداد بذرهای سبز شده در d روز و D: تعداد روزها می‌باشد.

$$ER=\sum(\frac{n}{D})$$ (رابطه ۲)

ثبت مراحل فنولوژیک هر سه روز یکبار انجام شد (Fehr and Shibles., 1980). برای ثبت مراحل فنولوژیک از هر تیمار در هر کرت، ۱۰ بوته به‌عنوان شاخص ثبت مراحل فنولوژیک تعیین و علامت‌گذاری شدند. در هر کرت، تاریخی که در آن مراحل فنولوژیک مورد نظر در بیش از ۵۰ درصد بوته‌های علامت‌گذاری شده مشاهده شد، به‌عنوان زمان وقوع آن مرحله فنولوژیک برای آن تیمار ثبت شد. شروع گلدهی زمانی در نظر گرفته شد که اولین گل باز شده روی ساقه اصلی در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه مشاهده شد. گلدهی کامل هنگامی بود که یکی از دو گره انتهایی قابل شمارش ساقه اصلی در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه دارای یک گل باز شده بود. شروع غلاف‌دهی با رسیدن اولین غلاف روی ساقه اصلی به طول پنج میلی‌متر در ۵۰ درصد بوته‌ها مشخص گردید. در مرحله غلاف‌دهی کامل، یکی از چهار گره انتهایی قابل شمارش روی ساقه اصلی در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه دارای یک غلاف به طول دو سانتی‌متر بود. شروع دانه‌بندی زمانی بود که اولین غلاف روی ساقه اصلی در پنجاه درصد بوته‌های مزرعه دارای دانه‌ای به قطر سه میلی‌متر بود. مرحله دانه‌بندی کامل

1. Final Emergence Percentage

2. Emergence Rate

زمانی در نظر گرفته شد که حفره‌های یکی از غلاف‌های چهار گره انتهایی ساقه اصلی در ۵۰ درصد از بوته‌های مزرعه با دانه‌های سبزرنگ کاملاً پر شده بود. شروع رسیدگی فیزیولوژیک با زرد یا قهوه‌ای شدن یکی از غلاف‌های سالم و طبیعی ساقه اصلی در روی ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه مشخص شد. رسیدگی فیزیولوژیک کامل نیز زمانی در نظر گرفته شد که ۹۵ درصد غلاف‌های بوته‌های مزرعه زرد یا قهوه‌ای شدند.

برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی تعداد بوته‌های موجود در یک متر مربع برای هر تیمار برداشت گردید (تراکم مزرعه ۲۰ بوته در یک متر مربع بود). 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 نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت. قابل ذکر است که در خصوص دو صفت درصد و سرعت سبز شدن، به دلیل اینکه این دو صفت در دو هفته اول پس از کاشت اندازه‌گیری شدند، تیمار عصاره جلبک تنها در دو سطح شاهد و پیش‌تیمار مورد بررسی قرار گرفت (تیمار محلول‌پاشی حذف گردید).

نتایج و بحث

درصد و سرعت سبز شدن گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد سبز شدن تحت تأثیر کیفیت بذر، عصاره جلبک و اثر متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. برهمکنش سه‌جانبه سال، کیفیت بذر و عصاره جلبک نیز در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت تأثیرگذار بود (جدول ۲). در سال اول و دوم آزمایش، اعمال پیری تسریع‌شده موجب کاهش معنی‌دار ۲۳/۵۰ و ۲۵/۳۳ درصدی در سبزشدن گیاهچه شد. پیش‌تیمار بذور نرمال و فرسوده با عصاره جلبک در سال اول موجب افزایش ۱۶/۳۳ و ۷/۳۳ درصدی این صفت نسبت به عدم کاربرد عصاره جلبک شد و این در حالی است که در سال دوم آزمایش کاربرد عصاره جلبک موجب افزایش ۱۲/۶۷ درصدی سبز شدن گیاهچه در شرایط نرمال شد و در شرایط فرسودگی افزایش ۸/۳۳ درصدی با کاربرد عصاره جلبک به ثبت رسید (شکل 1a و 1b).

سرعت سبز شدن تحت تأثیر کیفیت بذر (در سطح احتمال یک درصد)، برهم‌کنش شل و کیفیت بذر و برهم‌کنش سال و عصاره جلبک (در سطح احتمال پنج درصد) قرار گرفت (جدول ۲). سرعت سبز شدن در شرایط فرسودگی در سال اول ۶۹/۸۴ و در سال دوم ۴۸/۴۳ درصد نسبت به شرایط نرمال کاهش نشان داد (شکل 2a). استفاده از عصاره جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب موجب افزایش ۱۵/۷۸ و ۲۷/۹۰ درصدی سرعت سبز شدن گیاهچه نسبت به شاهد شد (شکل 2b). متفاوت بودن میزان بارندگی و رطوبت نسبی در دو سال مورد آزمایش می‌تواند موجب تفاوت در سرعت سبز شدن گیاهچه در این دو سال شده باشد (جدول ۱). طبق نتایج، بذرهایی که پرایمینگ دریافت کرده بودند، در مقایسه با بذرهای شاهد با سرعت بیشتری جوانه زدند.

Table 2. Variance analysis of mean square traits of final emergence percentage (FEP) and germination rate (GR) under the initial seed quality and seaweed extract

S.O.V	df	Final emergence percentage	Germination rate
Year (Y)	1	126.04 ^{ns}	0.04 ^{ns}
Error	4	34.37	0.006
Seed quality (A)	1	5133.37**	0.84**
Seaweed extract (B)	1	560.66**	0.004
A*B	1	140.16**	0.00005 ^{ns}
Y*A	1	18.37 ^{ns}	0.027*
Y*B	1	4.16 ^{ns}	0.05*
Y*A*B	1	42.66*	0.01 ^{ns}
Error	23	8.03	0.005
C.V (%)	-	4.50	16.40

ns, * and ** are respectively non-significant, significant at the 5% and 1%.

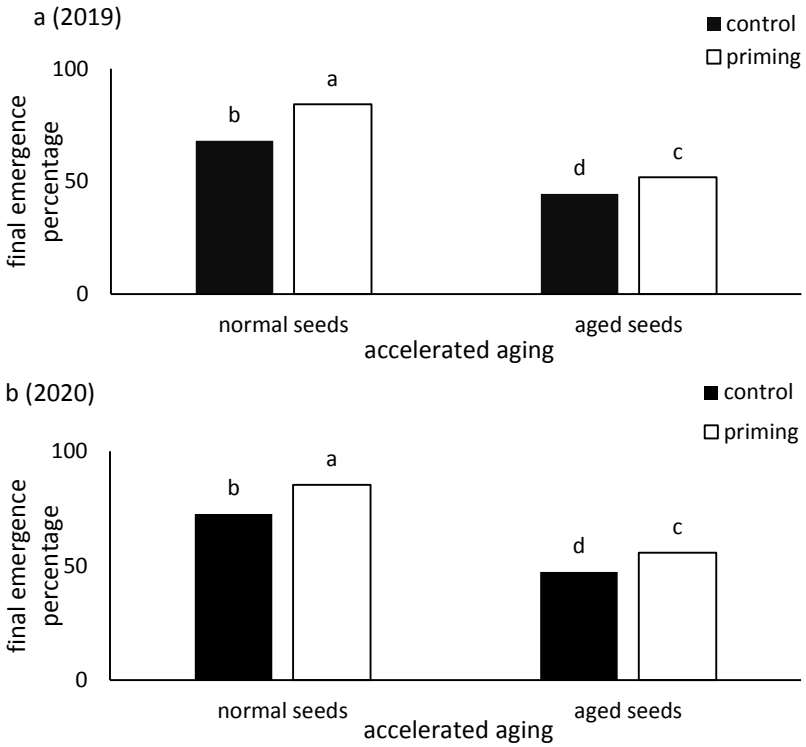

Figure 1. Mean comparison of the final emergence percentage of soybean seedlings under the influence of initial seed quality and seaweed extract in 2019 (a) and 2020 (b)

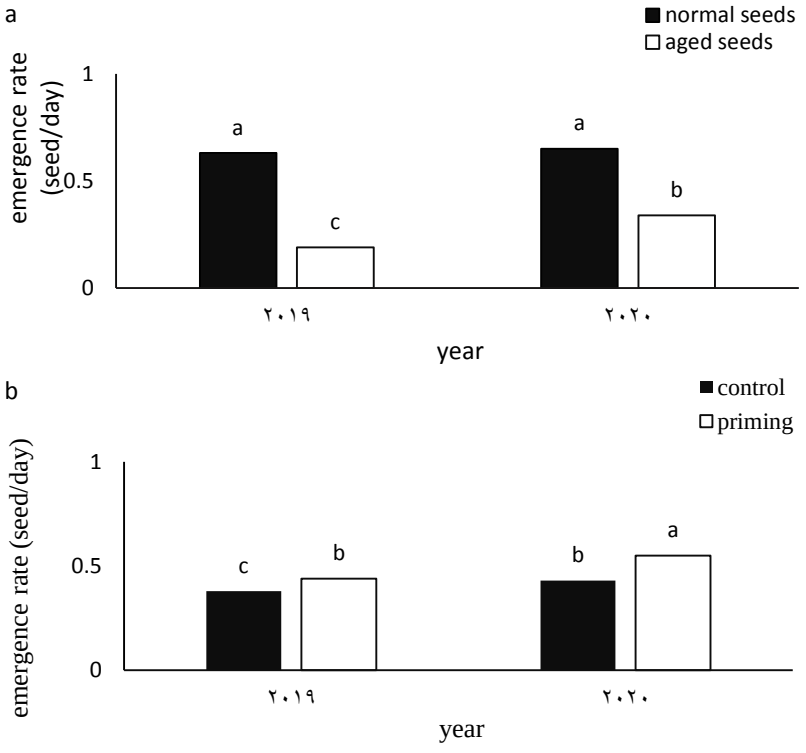

Figure 2. Mean comparison of the emergence rate of soybean seedlings under the influence of initial seed quality and year (a) and seaweed extract and year (b)

جوانه‌زنی سریع و سبز شدن یکنواخت در مزرعه برای استقرار بهتر گیاهان زراعی در هر دو شرایط نرمال و فرسودگی ضروری است و جوانه‌زنی کند و غیریکنواخت به تولید گیاهان کمتر و کوچک‌تر منجر می‌شود که در برابر انواع تنش‌ها آسیب‌پذیری بیشتری خواهند داشت. محققان دریافتند که فرسودگی با کاهش دادن فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در بذور منجر به کاهش درصد و سرعت سبز شدن بذور می‌شود (Arab et al., 2022b). در راستای این تحقیق محققان اعلام کردند که فرسودگی بذر منجر به کاهش درصد سبز شدن نهایی و میانگین سبز شدن روزانه می‌شود و سبب افزایش احتمال تولید گیاهچه‌های غیرطبیعی و کاهش درصد استقرار بوته در مزرعه و در نهایت در مواردی موجب کاهش عملکرد می‌گردد (Weerasekara et al., 2021).

صفات فنولوژیکی

تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی (R1)

جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی تحت تأثیر کیفیت بذر در سطح احتمال پنج درصد و عصاره جلبک و برهم‌کنش کیفیت بذر و عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳).

تعداد روز تا شروع گلدهی در گیاهان روییده از بذور فرسوده ۱/۸۴ روز نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۳). پیش‌تیمار بذور با عصاره جلبک دریایی موجب کاهش معنی‌دار ۵/۰۰ و ۶/۱۵ درصدی این صفت در شرایط نرمال و فرسودگی نسبت به شاهد شد (شکل ۳). تیمار پیری تسریع شده در این پژوهش از طریق کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور منجر به افزایش تعداد روز از کاشت تا گلدهی شده است و احتمالاً کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی در تیمار اسموپرایمینگ نسبت به شاهد به علت افزایش سرعت و درصد سبز شدن گیاهچه است. فرسودگی موجب افزایش تعداد روز تا شروع گلدهی در عدس گردید (Asadi-Danalo et al., 2014).

محققان در گوجه‌فرنگی اعلام کردند که کاربرد عصاره جلبک دریایی می‌تواند تأثیر مثبتی بر شروع گلدهی داشته باشد (Shahriari Fakhrabad et al., 2015). این محققان دلیل این امر را مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و عناصر غذایی موجود در عصاره دانستند. در این پژوهش کاربرد عصاره جلبک موجب شد که سرعت جوانه‌زنی افزایش یابد و احتمالاً از این طریق موجب کوتاه‌تر شدن تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی شده است. محققان دریافتند که تحریک رشد اولیه گیاهچه با استفاده از پرایمینگ به همراه تأمین عناصر ضروری غذایی مورد نیاز آن‌ها برای رشد در اوایل فصل رشد، موجب سریع‌تر سبز شدن گیاهچه‌ها و در نهایت دستیابی سریع‌تر به سطح سبز مطلوب و گلدهی سریع‌تر می‌شود (Abdolrahmani, 2016).

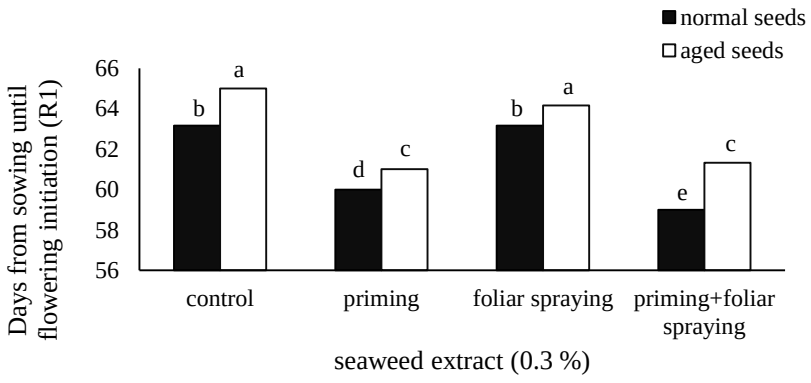

Figure 3. Mean comparison of the days from sowing until flowering initiation (R1) in soybean under the initial seed quality and seaweed extract

Table 3. Variance analysis of phenological traits and soybean grain yield under the initial seed quality and seaweed extract

S.O.V	df	Days from sowing until flowering initiation (R1)	Days from sowing until full flowering(R2)	Days from sowing until pod initiation(R3)	Days from sowing until grain initiation (R4)	Days from sowing until grain filling (R5)	Days from sowing until maturity initiation (R6)	Days from sowing until physiological maturity (R7)	Days from sowing until full maturity(R8)	Grain yield
Year (Y)	1	0.18 ^{ns}	0.33 ^{ns}	4.08 ^{ns}	1.02 ^{ns}	1.02 ^{ns}	4.68 ^{ns}	1.01 ^{ns}	2.08 ^{ns}	10413.46 ^{ns}
Error	4	0.91	0.20	0.45	0.20	0.58	0.16	0.04	1.20	11438.94
Seed quality (A)	1	28.52 *	18.75 **	27.00 ^{ns}	11.02 ^{ns}	17.52 *	63.02 *	280.33 **	216.75 *	99706.06 *
Seaweed extract (B)	3	50.74 **	70.58 **	21.63 *	45.90 *	73.90 **	82.02 **	136.33 **	125.63 **	52425.19 **
A*B	3	1.29 **	2.13 **	6.55 **	3.90 ^{ns}	9.57 **	2.18 *	0.19 **	19.41 *	3082.03 ^{ns}
Y*A	1	0.02 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.52 ^{ns}	1.05 ^{ns}	4.08 ^{ns}	5306.62 ^{ns}
Y*B	3	0.07 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.46 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.18 ^{ns}	2.49 ^{ns}	0.52 ^{ns}	716.67 ^{ns}
Y*A*B	3	0.02 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.74 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.13 ^{ns}	3.94 ^{ns}	1.19 ^{ns}	1941.22 ^{ns}
Error	28	0.55	0.32	0.31	0.20	0.20	0.28	0.04	0.49	2729.54
C.V (%)	-	1.20	0.82	0.73	0.53	0.43	0.46	0.14	0.45	12.39

ns, * and ** are respectively non-significant, significant at the 5% and 1%.

تعداد روز تا گلدهی کامل(R2)

تعداد روز تا گلدهی کامل از کیفیت بذر، عصاره جلبک و برهم-کنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تعداد روز تا گلدهی کامل در گیاهان حاصل از بذور فرسوده نسبت به شرایط نرمال به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. در شرایط نرمال و فرسودگی، پیش‌تیمار با عصاره جلبک به‌ترتیب موجب کاهش ۳/۶۷ و ۳/۸۴ روز در این صفت نسبت به عدم کاربرد عصاره جلبک گردید. محلول‌پاشی با این ماده در شرایط نرمال اختلافی با شاهد از لحاظ تعداد روز تا گلدهی کامل نشان نداد و این در حالی است که در شرایط فرسودگی موجب کاهش این صفت نسبت به عدم کاربرد این ماده در شرایط فرسودگی شد. گیاهان حاصل از بذور فرسوده زمانی که این ماده را به‌صورت کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی دریافت کرده بودند، نسبت به سایر تیمارها در این شرایط، کمترین تعداد روز تا گلدهی کامل را به خود اختصاص دادند که معادل ۶۷ روز بود (شکل ۴). مرحله گلدهی در سویا جزء مراحل حساس رشد این گیاه است و از این مرحله تا غلاف‌دهی بوته‌ها باید از شرایط تغذیه‌ای خوبی برخوردار باشند لذا احتمالاً عصاره جلبک به-واسطه نقش آنتی‌اکسیدانی که دارد مانع از اثر فرسودگی بر گیاه شده و موجب تسریع گلدهی شده است. محققان دیگری نیز دریافتند که پرایمینگ سبب کاهش تعداد روز تا گلدهی کامل در گیاهان می‌گردد (Shafeiepoor et al., 2010).

تعداد روز تا شروع غلاف‌دهی(R3)

بررسی جدول تجزیه واریانس بیان‌گر این بود که تعداد روز تا شروع غلاف‌دهی تحت تأثیر عصاره جلبک در سطح احتمال پنج درصد و برهم‌کنش کیفیت بذر و عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳).

بررسی مقایسات میانگین اثر متقابل فرسودگی و پیش‌تیمار نشان داد که پیش‌تیمار بذور نرمال با عصاره جلبک موجب کاهش ۱/۶۷ در تعداد روز تا شروع غلاف‌دهی شد. این در حالی است که پیش‌تیمار بذور فرسوده با عصاره جلبک موجب کاهش ۳/۰۰ روز در این صفت شد (شکل ۵).

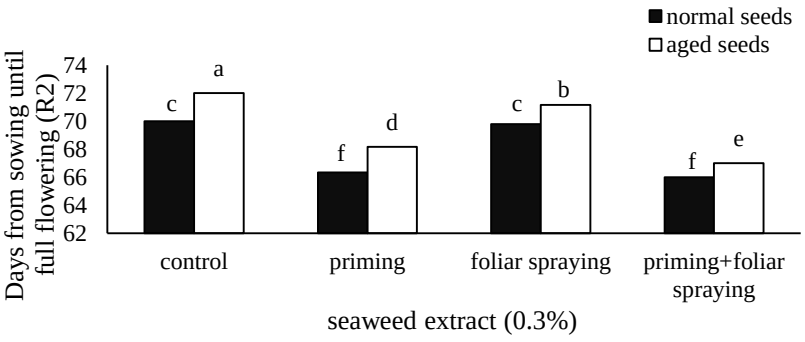

Figure 4. Mean comparison of the days from sowing until full flowering (R2) in soybean under the influence of initial seed quality and seaweed extract

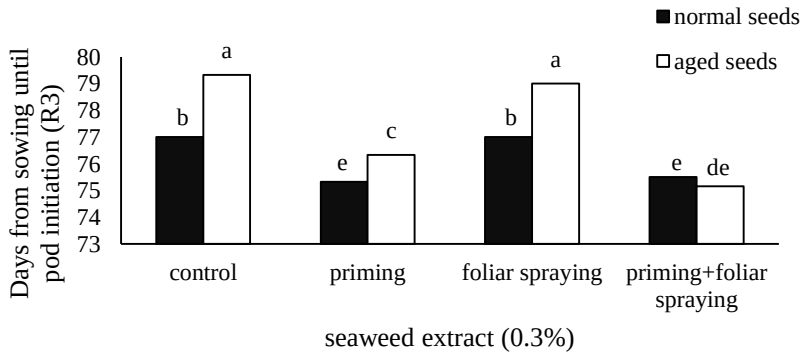

Figure 5. Mean comparison of the number of days to the days from sowing until pod initiation (R3) in soybean under the initial seed quality and seaweed extract

در هر دو شرایط نرمال و فرسودگی، تیمار محلول‌پاشی اختلافی از لحاظ تعداد روز تا شروع غلاف‌دهی با گیاهان شاهد نشان نداد. در شرایط فرسودگی کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی بهتر از سایر تیمارها عمل کرد و کمترین تعداد روز تا شروع غلاف‌دهی را که معادل ۷۵/۱۶ روز بود به خود اختصاص داد و با گیاهان حاصل از بذور نرمال که این تیمارها را دریافت کرده بودند در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۵). به نظر می‌رسد این کاهش به دلیل افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاهچه‌ها باشد. پژوهش‌گران دریافتند که پرایمینگ از طریق افزایش سرعت جوانه‌زنی، تقویت بنیه گیاهچه، یکنواختی رویش و استقرار سریع‌تر گیاهچه‌ها موجب کاهش صفات فنولوژیک در گیاهان می‌شوند (Shafeiepoor et al., 2010).

تعداد روز تا شروع دانه‌بندی (R4)

تعداد روز تا شروع دانه‌بندی تنها از عصاره جلبک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۳). بررسی مقایسات میانگین نشان داد که کاربرد عصاره جلبک به‌صورت پیش‌تیمار بذری موجب کاهش ۲/۹۱ روز در این صفت شد. استفاده از این ماده به‌صورت محلول‌پاشی برگی اختلافی با شاهد نشان نداد و کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی برگی کمترین تعداد روز تا شروع دانه‌بندی را دارا بود که نسبت به شاهد کاهش ۴ روز را نشان داد (جدول ۴). عصاره جلبک به‌دلیل اینکه تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز تا گلدهی کامل و غلاف‌دهی را کاهش داد در نهایت منجر به کاهش تعداد روز از کاشت تا دانه‌بندی شده است.

تعداد روز تا پرشدن دانه (R5)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد روز تا پرشدن دانه تحت تأثیر کیفیت بذر در سطح احتمال پنج درصد و عصاره جلبک و برهم‌کنش کیفیت و عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳).

این صفت نیز تحت تأثیر فرسودگی بذور تا سطح معنی‌داری نسبت به شرایط نرمال افزایش داشت. زمانی که بذور نرمال و فرسوده با عصاره جلبک، پیش‌تیمار شدند، این صفت به میزان ۳/۳۳ و ۵ روز نسبت به عدم کاربرد این ماده در این شرایط کاهش نشان داد. استفاده از عصاره جلبک به‌صورت محلول‌پاشی برگی نیز در هر دو شرایط نرمال و فرسوده موجب کاهش این صفت نسبت به شاهد شد ولی نسبت به پیش‌تیمار بذری در سطح بالاتری قرار گرفت. در نهایت کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی نیز توانست این صفت را تا سطح معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش دهد و این سطح از تیمار در شرایط فرسودگی نسبت به شرایط نرمال بهتر عمل کرد. نکته جالب توجه در شکل ۶ این است که کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی در هر دو شرایط نرمال و فرسودگی موجب شد که تعداد روز تا پرشدن دانه به ۱۰۱ روز کاهش یابد.

تعداد روز تا شروع رسیدگی (R6)

تعداد روز تا شروع رسیدگی از کیفیت بذر در سطح احتمال پنج درصد و عصاره جلبک و برهم‌کنش کیفیت بذر و عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۳). استفاده از عصاره جلبک به هر سه صورت پیش‌تیمار، محلول-پاشی و کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی در شرایط نرمال و فرسودگی موجب کاهش معنی‌دار تعداد روز تا شروع رسیدگی شد (شکل ۷).

Table 4. Mean comparison of the initial seed quality and seaweed extract on the days from sowing until grain initiation (R4) and grain yield in soybean

Treatments	R4	Grain yield
Initial seed quality	day	g/m^2
Normal seeds	-	278.83 a
Aged seeds	-	187.68 b
LSD 5%	-	30.89
Seaweed extract		
Control	87.66 a	167.21 d
Priming	84.75 b	258.23 b
Foliar spraying	87.33 a	193.46 c
Priming+Foliar spraying	83.66 c	314.11 a
LSD 5%	0.381	43.69

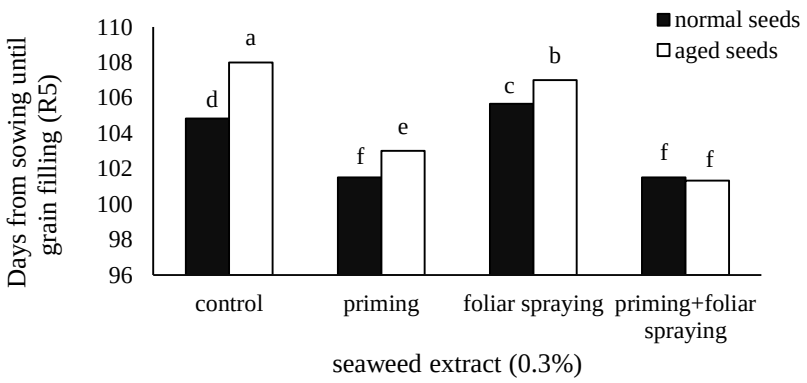

Figure 6. Mean comparison of the days from sowing until grain filling (R5) in soybean under the initial seed quality and seaweed extract

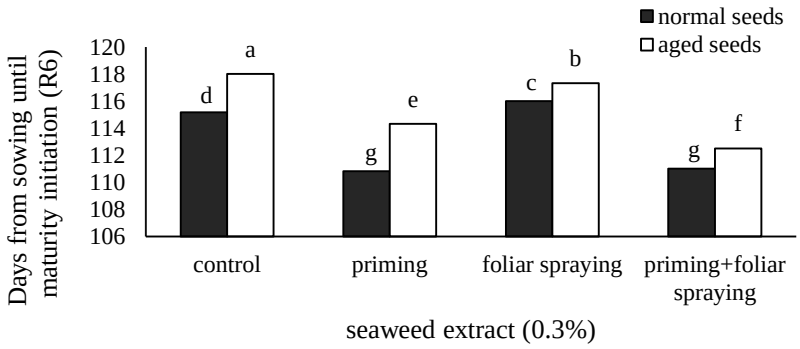

Figure 7. Mean comparison of the days from sowing until maturity initiation (R6) in soybean under the influence of initial seed quality and seaweed extract

بررسی‌ها نشان داد که در مجموع فرسودگی بذر با تأخیری که در تمام مراحل فنولوژیکی گیاهان حاصل از این بذور ایجاد کرده سبب طولانی‌تر شدن بازه زمانی روز تا شروع رسیدگی در گیاه سویا گردید. به‌طوری که مدت این دوره از ۱۱۵/۱۶ روز در گیاهان روییده از بذور نرمال (بدون دریافت تیمارهای دیگر) به ۱۱۸ روز در بذور فرسوده رسید. بیشترین تعداد روز تا شروع رسیدگی در هر دو شرایط در گیاهان شاهد به ثبت رسید. کمترین مقدار این صفت در شرایط نرمال مربوط به پیش‌تیمار و کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی با عصاره جلبک بود و در شرایط فرسودگی مربوط به کاربرد پیش‌تیمار و محلول‌پاشی توأم عصاره جلبک بود (شکل ۷).

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (R7)

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت تأثیر کیفیت بذر، عصاره جلبک و برهم‌کنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). بررسی اثرات دوجانبه نشان داد که هم در شرایط نرمال و هم در شرایط فرسودگی، گیاهان شاهد و گیاهانی که عصاره جلبک را تنها به‌صورت محلول‌پاشی برگی دریافت کرده بودند، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را داشتند. در شرایط نرمال، پیش‌تیمار با عصاره جلبک کمترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را دارا بود که معادل ۱۳۱/۶۶ روز بود. کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی نیز تا سطح معنی‌داری این صفت را کاهش داد و به ۱۳۳ روز رساند. این در حالی است که در گیاهان حاصل از بذور فرسوده، پیش‌تیمار و کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی موجب کاهش ۳ و ۵ روز در این صفت نسبت به عدم کاربرد این ماده در شرایط فرسودگی شد (شکل ۸).

تعداد روز تا رسیدگی کامل (R8)

تعداد روز تا رسیدگی کامل از کیفیت بذر در سطح احتمال پنج درصد، عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش کیفیت بذر و عصاره جلبک در سطح احتمال پنج درصد تأثی پذیرفت (جدول ۳). این صفت در گیاهان حاصل از بذور فرسوده نسبت به گیاهان حاصل از بذور نرمال افزایش معنی‌دار داشت. در هر دو شرایط نرمال و فرسودگی، اعمال محلول‌پاشی با عصاره جلبک تأثیر معنی‌داری بر این صفت نشان نداد و این در حالی

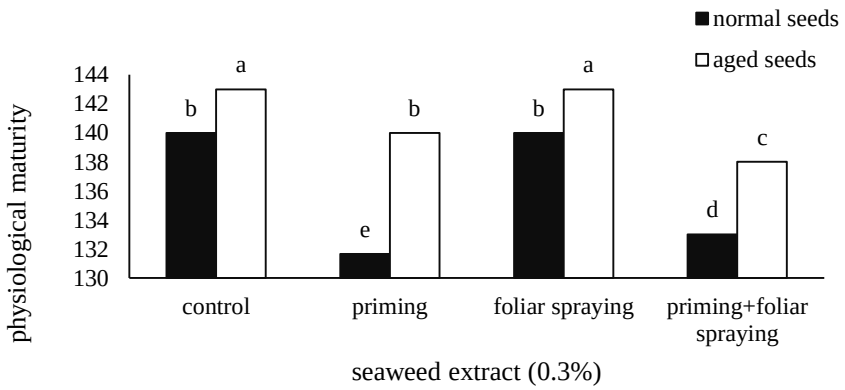

Figure 8. Mean comparison of the days from sowing until physiological maturity (R7) in soybean under the initial seed quality and seaweed extract

است که پیش‌تیمار بذور نرمال و فرسوده با این ماده موجب کاهش ۷/۸۴ و ۲/۵ روز در این صفت نسبت به عدم کاربرد این ماده در این شرایط شد (شکل ۹).

کاربرد توأم پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی نیز موجب کاهش معنی‌دار این صفت شد. در شرایط نرمال، پیش-تیمار و کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی اختلافی با یکدیگر نداشتند و این در حالی است که در شرایط فرسودگی کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی نسبت به کاربرد پیش‌تیمار بهتر عمل کرد و کمترین تعداد روز تا رسیدگی کامل در شرایط فرسودگی را که معادل ۱۵۳/۳۳ بود به خود اختصاص داد (شکل ۹). به نظر می‌رسد که بذرهای تیمار شده از توانایی بهتری جهت تکمیل فرآیند سبز شدن در مدت زمان کوتاه و مقابله با تنش‌های احتمالی محیطی برخوردار بودند. محققان دریافتند این استقرار سریع و یکنواخت، گیاهان را قادر می‌سازد تا سایر وقایع فنولوژیک خود را در زمان مناسب تکمیل کنند (Mirshekari, 2017).

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر کیفیت بذر در سطح احتمال پنج درصد و عصاره جلبک در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). اعمال فرسودگی موجب کاهش ۳۲/۶۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۴). استفاده از هر سه سطح عصاره جلبک توانست عملکرد دانه سویا را تا سطح قابل توجهی ارتقا دهد. کاربرد توأم پیش‌تیمار و محلول‌پاشی عصاره جلبک موجب افزایش ۸۷/۸۵ درصدی عملکرد دانه شد و در بالاترین سطح آماری قرار گرفت و بعد از آن گیاهانی که عصاره جلبک را تنها به‌صورت پیش‌تیمار بذری دریافت کرده بودند در سطح دوم آماری قرار گرفتند و عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۵۴/۴۳ درصد افزایش دادند.

زمانی که گیاهان عصاره جلبک را تنها به‌صورت محلول‌پاشی برگی دریافت کردند نیز عملکرد دانه نسبت به شاهد ۱۵/۶۹ درصد ارتقا یافت (جدول ۴). نتایج جدول همبستگی در این پژوهش نشان داد که درصد و سرعت سبز شدن با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. تمام صفات فنولوژیکی سویا شامل روز از کاشت تا شروع گلدهی (R1)، روز تا گلدهی کامل (R2)، روز تا شروع غلاف‌دهی (R3)، روز تا شروع دانه‌بندی (R4)، روزتا پرشدن دانه (R5)، روز تا شروع رسیدگی (R6)، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (R7) و روز تا رسیدگی کامل (R8) در سطح یک درصد همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه سویا داشتند (جدول ۵).

احتمالاً در این پژوهش کاربرد عصاره جلبک از طریق افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی توانسته عملکرد دانه را تا سطح معنی‌داری ارتقا دهد. در راستای این تحقیق، مطالعات سایر محققان نشان داده‌اند که پرایمینگ بذر منجر به افزایش قدرت و سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها می‌شود و در نهایت منجر به وقوع سریع‌تر مراحل فنولوژیک و سودمندی‌های مرتبط با عملکرد می‌شود (Farooq et al., 2017). افزایش عملکرد در گیاهان تیمار شده با عصاره جلبک دریایی به حضور عناصر ضروری و هورمون‌ها در عصاره 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 (Mafakheri, 2017). پژوهشگران دیگری نیز بیان داشتند که عصاره جلبک دریایی علاوه بر داشتن نیتروژن، فسفر و پتاس، به دلیل داشتن عناصرکمیاب و متابولیت‌های ثانویه، مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه هستند و سبب افزایش عملکرد می‌شوند (Karthick et al., 2013).

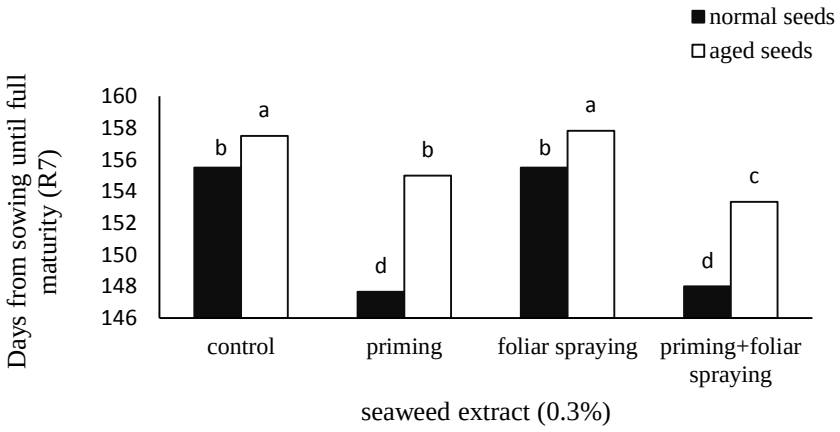

Figure 9. Mean comparison of the days from sowing until full maturity (R8) in soybean under the influence of initial seed quality and seaweed extract

Table 5. Correlation between studied traits with soybean yield

Traits	Final emergence percentage	Emergence rate	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Grain yield	0.57**	0.36*	-0.69 **	-0.70**	-0.66**	-0.70**	-0.67**	-0.76**	-0.74**	-0.70**

R1: Days from sowing until flowering initiation, R2: Days from sowing until full flowering, R3: Days from sowing until pod initiation, R4: Days from sowing until grain initiation, R5: Days from sowing until grain filling, R6: Days from sowing until maturity initiation, R7: Days from sowing until physiological maturity, R8: Days from sowing until full maturity.

در توافق با نتایج این تحقیق، محققان نشان دادند که استفاده از عصاره جلبک دریایی سبب افزایش عملکرد در سویا گردید (Kocira et al., 2019; Patil et al., 2019). پژوهشگران در تحقیقی دریافتند که تعداد روز از کاشت تا گلدهی تأثیر مستقیم و معنی‌دار بر عملکرد دانه سویا دارد (Hosseinpor et al., 2011).

نتیجه‌گیری

طبق نتایج تجزیه مرکب دو ساله صفات مورد آزمایش در این پژوهش، فرسودگی بذر دوره تمامی صفات فنولوژیکی را طولانی‌تر کرد و پیش‌تیمار بذور با عصاره جلبک توانست تمامی صفات فنولوژیکی را تا سطح معنی‌داری سریع‌تر کند. محلول-پاشی نیز بر صفات روز تا پرشدن دانه، و روز تا شروع رسیدگی مؤثر بود. برهم‌کنش پیش‌تیمار بذری و محلول‌پاشی برگی نیز موجب تسریع تمامی صفات فنولوژیک سویا در هر دو شرایط نرمال و فرسودگی نسبت به شاهد شد. استفاده از عصاره جلبک به هر سه صورت پیش‌تیمار، محلول‌پاشی برگی و کاربرد توأم آن‌ها موجب افزایش عملکرد دانه سویا شد. در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده می‌توان پیشنهاد نمود که کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی سبب بهبود اثرات فرسودگی بذر در گیاه سویا می‌گردد و در این پژوهش کاربرد این ماده به‌صورت پرایمینگ بذری بهتر از حالت محلول‌پاشی برگی عمل کرد. هم‌چنین می‌توان پرایمینگ و ترکیب توأم پرایمینگ و محلول‌پاشی با عصاره جلبک را جهت تسریع وقوع صفات فنولوژیکی در گیاه سویا توصیه نمود.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه صنعتی شاهرود در انجام این تحقیق، صمیمانه کمال تشکر و تقدیر را دارم.

References

Abbasdokht, H. (2016). Seed ecology (priming). Publications of Shahrood University of Technology. 194. [In Persian]

Abdolrahmani, B. (2016). The effect of water priming on growth traits and grain yield of different wheat cultivars and genotypes under dry conditions. *Journal of applied research of plant ecophysiology*, 1(4), 91-104. [In Persian]

Ahmed, A. (2022). The application of some biostimulant- based substances to improve the quality and productivity of ruby seedless grapevines cv. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 11(01), 304-311.

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

Aminifar, J., Mohsenabadi, G., Bigloee, M.H., & Samizade, H. (2012). Evaluation of phenological stages and performance of different soybean cultivars under low irrigation conditions in Rasht region. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2), 428-434. [In Persian]

Anjos Neto, A. P. D., Oliveira, G. R. F., Mello, S. D. C., Silva, M. S. D., Gomes-Junior, F. G., Novembre, A. D. D. L. C., & Azevedo, R. A. (2020). Seed priming with seaweed extract mitigate heat stress in spinach: effect on germination, seedling growth and antioxidant capacity. *Bragantia*, 79, 502-511.

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.

Arab, S., Baradaran Firouzabadi, M., Gholami, A., & Haydari, M. (2022b). Physiological responses of soybean plant (DPX) to pretreatment and foliar application of seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and seed primary quality. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 20(1), 105-119. [In Persian]

Asadi-Danalo, A., Ghassemi-Golezani, K., Shafagh-Kalvanagh, J., & Bakhshy, J. (2014). Effects of Seed Quality and Water Deficit on Performance of Lentil (Lens culinaris Medik). *Journal of agricultural science and sustainalce production*, 24(1), 83-94. [In Persian]

Ebone, L. A., Caverzan, A., Tagliari, A., Chiomento, J., Silveira, D., & Chavarria, G. (2020). Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. *Agronomy Journal*, 10(545), 1-15.

Farooq, M., Basra, S. M. A., Rehman, H., & Saleem, B. A. (2017). Seed priming enhances the performance of late sown wheat (Tritriticum aestivum L.) by improving chilling tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194, 55-60.

Fehr, W. R., & Shibles, R. (1980). Stages of soybean development. Iowa state uni crop ext. ser. Specific. Rep. 80. Ames, IA. USA.

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(1), 1-14.

Hosseinpor, H., Alishah, O., Mohammadi, A., & Hezarjaribi, E. (2011). Correlation analysis of agronomic traits, morphological and phonological 30 soybean lines Golestan province. *Journal Crops and Breeding*, 3(7), 1-10. [In Persian]

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

Joshi-Paneri, J., Chamberland, G., & Donnelly, D. (2020). Effects of *Chelidonium majus* and *Ascophyllum nodosum* extracts on growth and photosynthesis of soybean. *Acta Agrobotanica*, 73(1), 1-6.

Karthick, N., Selvakumars, S., & Umamaheswari, S. (2013). Effect of three different seaweed liquid fertilizers and a chemical liquid fertilizer on the growth and histopathological parameters of *Eudrilus eugeniae* (Haplotaxida: Eudrilidae Global). *Journal Science and Biotechnology*, 2(2), 253-259.

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(1), 93.

Maesaroh, S., Wahyu, Y., & Widajati, E. (2021). Seed storability and genetic parameters estimation on accelerated aging seed of argomulyo soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) mutant lines. *Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 763-775.

Mafakheri, S. (2017). Effect of some organic and chemical fertilizers on morphological and biochemical factors of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Plant Productions*, 40(3), 27-40. [In Persian]

McCormick, R. F., Truong, S. K., Rotundo, J., Gaspar, A. P., Kyle, D., Van Eeuwijk, F., & Messina, C. D. (2021). Intercontinental prediction of soybean phenology via hybrid ensemble of knowledge-based and data-driven models. *In Silico Plants*, 3(1), p.diab004.

Mirshekari, B. (2017). Effect of physical priming on phenology, some of physiological traits and yield components of wheat under delayed cropping. *Crop Production Journal*, 9(4), 85-101. [In Persian]

Misal, V., & Deshmukh, S. (2020). To study the phenological stages of soybean crop for crop weather calendar. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 11, 3324-3333.

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 Chemistry*, 7(6), 2304-2306.

Pedram, M., Hatami, A., Moradi Telavat, M.R., & Tahmasebi, Z. (2021). Effect of seed treatment on physiological traits of two safflower cultivars under defoliation. *Plant Productions*, 43(4), 507-516.

Rajendra, D., Satpute, A., & Sanjay, P. (2018). Studies on physiology of soybean seeds by applying tool of accelerated aging test for vigor assessment. *Journal of Pharma and Bio Science*, 7(3), 12-23.

Santos, R. F., Placido, H. F., Bosche, L. L., Neto, H. Z., Ferando, H., & Alessandro, B. (2021). Accelerated aging methodologies for evaluating physiological potential of treated soybean seeds. *Journal of Seed Science*, 43(41), 12-27.

Shafeiepoor, H., Saeedisar, S., Nadali, F., & Mohammadi, A. (2010). Effect of planting date and seed pretreatment on phenological stages, morphological characteristics and yield of sunflower seeds. *Journal of agricultural research*, 3(1), 103-131. [In Persian]

Shahriari Fakhrabad, M., & Abedi, B. (2015). *Investigating the effect of foliar application of biostimulant growth of Ascophyllum nodosum seaweed extract on some quantitative and qualitative characteristics of three tomato cultivars.* M.SC thesis of agronomy. Mashhad Ferdowsi University. Mashhad. [In Persian]

Weerasekara, I., Sinniah, U. R., Namasivayam, P., Nazli, M. H., Abdurahman, S. A., & Ghazali, M. N. (2021). Priming with humic acid to reverse ageing damage in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) seeds. *Agriculture*, 11(966), 1-18.