Original Article, Vol. 9, No. 1, Spring, 2021, pp 81-96

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Effect of Seed Priming on Yield and Some Qualitative Indicators of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Drought Stress

A. Tavassoli[1*]

1. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran
* Corresponding Author: A.Tavassoli@pnu.ac.ir

Received date: 23/01/2021 **Accepted date: 31/03/2021**

doi 10.22034/JDMAL.2021.244526

Abstract

One of the effective methods to increase crop production in arid and desert regions of the country are some mechanisms increasing plant resistance such as seed priming. A field experiment was conducted on a farm located in Jolgeh Shah Hashem, Dalgan, with a desert climate, in 2017-2018. This research was carried out as a split-plot experiment in a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments consisted of four drought stress levels of irrigation at field capacity "no stress"; irrigation at 75 % of field capacity "moderate stress"; and irrigation at 50 % of field capacity "severe stress"; as main plots, and four seeds priming levels of no priming; hydropriming; Osmopriming with polyethylene glycol; and hormonal priming with salicylic acid as subplots. Results showed that seed priming reduced the number of days to plant germination compared to non-priming treatment. Among prime treatments, hydroprim had the fastest seed germination time after sowing. On the other hand, stress and prime treatments caused early maturity of the plant and among the above treatments, the shortest day to ripening was obtained from severe stress and hydroprime treatment. The highest values of the fresh and dry weight of the plant, fresh and dry sepals of roselle were obtained from no stress treatment and seed priming at all levels of hydropriming, osmopriming, and hormonal priming. Comparing the above three treatments, it can be concluded that the seed priming with salicylic acid achieved better results than other treatments in no stress conditions. It was also observed for the traits of anthocyanin and sepal phenolic compounds that with increasing stress intensity, the content of these compounds increased in sepals.

Keywords: Priming, Drought; Sepal yield; Secondary metabolites; Balochistan

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقاله پژوهشی، سال نهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۸۱ تا ۹۶

نشریه مدیریت بیابان
www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد و برخی از شاخص‌های کیفی گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط تنش خشکی

ابوالفضل توسلی[۱*]

۱. استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
* نویسندهٔ مسئول: A.Tavassoli@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۱

doi 10.22034/JDMAL.2021.244526

چکیده

یکی از روش‌های مؤثر در افزایش تولید محصولات زراعی در نواحی خشک و بیابانی کشور، استفاده از ساز و کارهای افزایش مقاومت گیاهان از جمله پیش تیمار بذرها است. به این منظور، آزمایش مزرعه‌ای روی گونه چای ترش *Hibiscus sabdariffa* L. به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در جلگه شاه هاشم شهرستان دلگان با اقلیم بیابانی انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی از سه سطح تنش خشکی شامل آبیاری در ظرفیت زراعی (بدون تنش)، آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی یا "تنش ملایم" و آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی یا "تنش شدید" به عنوان فاکتور اصلی؛ و پیش تیمار بذرها در چهار سطح شامل بدون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذرها در مقایسه با تیمار بدون پرایم موجب کاهش تعداد روز تا جوانه زنی گیاه شد. در بین تیمارهای پرایم نیز هیدروپرایم دارای سریع ترین زمان جوانه زنی بذرها پس از کاشت بود. از طرفی تیمارهای تنش و پرایم موجب زودرسی گیاه شد. در بین تیمارهای فوق کوتاه‌ترین طول دورهٔ رشد تا رسیدگی از تیمار تنش شدید و هیدروپرایم به‌دست آمد. بیشترین مقدار وزن‌تر و خشک بوته‌ها، عملکرد کاسبرگ تازه و خشک چای ترش نیز از تیمار بدون تنش و پرایمینگ بذرها در همهٔ سطح‌های تیمارهای هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ و هورمونال پرایمینگ حاصل شد. با مقایسه سه تیمار فوق مشخص شد که پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید نتیجه بهتری نسبت به دیگر تیمارها در شرایط بدون تنش نشان می دهد. برای صفت‌های محتوای آنتوسیانین و ترکیب‌های فنولی کاسبرگ نیز مشاهده شد که با افزایش شدت تنش، محتوی این ترکیب‌ها در کاسبرگ افزایش خواهد یافت.

واژگان کلیدی: بلوچستان؛ پیش تیمار؛ خشکی؛ چای ترش؛ عملکرد کاسبرگ؛ ترکیب‌های ثانوی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

■ مقدمه

بیش از پنج دهه از آغاز فعالیت‌های بیابان‌زدایی در کشور می‌گذرد. گرچه حدود ۲ میلیون هکتار ازکانون‌های بحرانی فرسایش بادی مهار شده است با این‌حال پدیده تخریب سرزمین در حال گسترش است و میلیون‌ها هکتار از کانون‌ها نیازمند اقدام فوری است (۹). یکی از اقدمات فوری توسعه پوشش گیاهی است که تأثیر مهمی بر بوم‌نظام (اکوسیستم) منطقه دارد و از طریق: کاهش دمای‌سطح زمین، افزایش رطوبت نسبی، کاهش آلودگی هوا، تأثیر روانی فضای سبز، صرفه جویی در مصرف انرژی موجب تغییر خرداقلیم (میکروکلیما) منطقه خواهد شد (۳۰، ۳۲).

بیابان‌ها فرصت مناسبی برای کشت بسیاری از گونه‌های دارویی هستند. بسیاری از گیاهان دارویی نظیر چای ترش که از سازگاری و رشد مطلوبی در مناطق خشک و بیابانی برخوردارند می‌توانند به عنوان گیاهی مناسب در الگوی کشت این مناطق محسوب شوند. گیاه چای ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* L. از خانواده ختمی "Malvaceas" و بیشتر در آب و هوای گرم کشت می‌شود. از این گیاه به عنوان گیاه دارویی و تهیه الیاف در صنعت استفاده می‌شود (۱۷).

یکی از دشواری‌های رشد گیاهان در مناطق خشک و بیابانی جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاه پس از جوانه زنی است که بدلیل پایین بودن رطوبت خاک معمولاً با مشکل همراه است. رطوبت مطلوب برای جوانه‌زنی در زمان کاشت در استقرار موفق گیاه بسیار مهم است (۱). امروزه فن‌آوری‌های مختلفی برای افزایش کیفیت بذر با هدف افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه تحت شرایط نامساعد محیطی از جمله تنش خشکی مورد استفاده است. یکی از این فن‌آوری‌ها، تیمار پیش از کاشت یا پرایمینگ[1] بذر است (۲۳). فن‌آوری پرایمینگ بذر نوعی پیش تیمار بذرها است که با تأثیر بر وضعیت متابولیکی، بیوشیمیایی و آنزیمی بذر، قدرت آن را در راستای ایفای بهتر وظایف زیستی خود که در رأس آن‌ها جوانه‌زنی و استقرار گیاه می‌باشد، بالا می‌برد.

بذرهای پیش تیمار شده خیلی سریع آب جذب کرده که این امر باعث جوانه‌زنی بیشتر، کاهش غیر یکنواختی فیزیولوژیک طبیعی جوانه‌زنی، بهبود استقرار گیاه و افزایش تحمل به کمبود آب و نهایتاً افزایش عملکرد می‌شود (۱۳). در پژوهشی بر روی آفتابگردان "*Helianthus annuus*" مشخص شد پیش تیمار کردن بذرها در شرایط تنش کم آبی سبب افزایش معنی‌داری در سرعت رشد مطلق بوته و طبق، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و نسبت مغز دانه به کل دانه و کاهش درصد دانه‌های پوک در طبق شد (۲۴). مطابق با این پژوهش بر روی ذرت "*Zea mays*" نیز گزارش شد بذرهای که با روش‌های مختلف پرایم شده بودند عملکرد و بیوماس بیشترتری در مقایسه با تیمارهای بدون پرایم داشتند (۱۰). در آزمایشی که به بررسی و مقایسه سه نوع پیش تیمار اسموپرایمینگ با کلرید سدیم "NaCl"، پرایمینگ با سالیسیلیک اسید[2] "$C_7H_6O_3$" و پرایمینگ با آب شهری بر روی گیاه ذرت "*Z. mays*" انجام گرفت. نتایج نشان داد که در اثر کاربرد پرایمینگ مقادیر صفت‌ها شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک در مقایسه با تیمار بدون پرایم افزایش یافت و در بین تیمارهای پرایم نیز بهترین نتیجه از تیمار پرایمینگ با سالیسیلیک اسید حاصل شد (۲۸). در پژوهشی دیگر مشاهده شد که اعمال پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید سبب افزایش ۱۳/۵٪ عملکرد دانه ذرت در مقایسه با تیمار بدون پرایم در شرایط تنش آبی گردید (۲۷). در آزمایشی بر روی لوبیا "*Phaseolus vulgaris* L." نیز گزارش شد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در مقایسه با تیمار بدون پرایم عملکرد دانه و وزن صد دانه را به ترتیب به میزان ۵۰ و ۷۰ ٪ افزایش داد (۳). همچنین محققان در بررسی اثر پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید روی برخی صفت‌ها لوبیا چشم بلبلی "*Vigna unguiculata*" تحت تنش کم آبی اعلام کردند که بیشترین افزایش در اکثر صفت‌ها مورد بررسی در تیمار پرایم شده با غلظت ۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید

1 Priming

2 Salicylic acid

بدست آمد (۲۱). در پژوهشی بر روی گیاه دارویی زنیان "*Carum copticum*" نیز نتایج بیانگر آن است که بیشترین وزن خشک زنیان در شریط تنش شدید آبی از پیش تیمار با پلی اتیلن گلایکول[1] ۶۰۰۰ "PEG_{6000}" حاصل گردید (۱۶).

با توجه به اینکه در زمینه پرایمینگ بذرها گیاه چای ترش تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته و اطلاعاتی در این زمینه موجود نیست، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثرات مثبت و منفی پرایمینگ تحت شرایط تنش کم آبی روی برخی صفت‌ها مهم این گیاه در منطقه بیابانی دلگان صورت گرفت.

■ مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در جلگه شاه هاشم شهرستان دلگان استان سیستان و بلوچستان اجرا شد. استان سیستان و بلوچستان دارای اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی است. میانگین بارش سالانه در این استان حدود ۱۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای آن از ۲۲-۳۷ °C در تغییر است. شهرستان دلگان با وسعت حدود ۱۱۷۵۵ Km^2 معادل ۳/۶٪ مساحت استان را به خود اختصاص داده است. شهر دلگان با موقعیت جغرافیای ″۳۹ ′۴۱ °۲۷ طول شمالی و ″۱۷ ′۴۱ °۵۹ ثانیه عرض شرقی و ارتفاع ۳۸۳ m از سطح دریا واقع شده است. این شهر دارای اقلیم بیابانی و فراخشک گرم می‌باشد. میانگین بارش سالانه در این شهرستان حدود ۶۷mm است.

برای مشخص کردن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، قبل از کاشت از نقاط مختلف مزرعه نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های مورد نظر جهت تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد و نتایج در جدول ۱ آمده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی از سه سطح تنش خشکی شامل S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی "تنش شدید" به عنوان فاکتور اصلی؛ و پیش تیمار بذرها در چهار سطح شامل P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول "$C_{2n}H_{4n}+2O_n+1$" ۱۰٪ و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید ۰/۵٪ به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند.

زمین محل آزمایش در اوایل بهار قبل از کاشت تا عمق ۳۰-۲۰ cm شخم زده شد. بلافاصله پس از انجام شخم‌زمین دیسک زده شد و در پایان پس از تسطیح زمین، اقدام به کرت بندی مطابق با نقشه طرح آزمایشی شد. نحوه پیاده کرده نقشه طرح آزمایش نیز بدین صورت بود که هر بلوک از ۱۲ کرت تشکیل شد. مساحت هر کرت ۱۲ m^2 و در هر کرت ۶ ردیف کاشت با فاصله ۵۰ cm و طول ۴ m قرار گرفت. فواصل کرت‌های فرعی از یکدیگر ۱ m و کرت‌های اصلی ۲ m در نظر گرفته شد.

پس آماده سازی بستر بذر و قبل از کاشت مصرف کود بر اساس نتایج آزمون خاک به زمین زراعی اضافه شد. مصرف کود بدین صورت بود که مقدار ۱۵۰ $kg.ha^{-1}$ سوپر فسفات تریپل "$Ca(PO_4H_2)_2$"، ۱۰۰ $kg.ha^{-1}$ سولفات پتاسیم "K_2SO_4" و ۵۰ $kg.ha^{-1}$ نیتروژن از منبع اوره "$CO(NH_2)_2$" به کرت‌های آزمایشی داده شدند. کود سرک در دو مرحله "اوایل رشد و ابتدای مرحله گلدهی" هر بار به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت نواری پای بوته‌ها داخل شیاری به کرت‌های آزمایشی اضافه شدند. قبل از کاشت، پرایمینگ بذرها انجام گرفت. برای تیمار هیدروپرایمینگ بذرها به مدت ۱۸ ساعت در آب مقطر، برای تیمار اسموپرایمینگ بذرها به مدت ۲۴ ساعت در محلول پلی اتیلن گلایکول ۱۰٪ و برای هورمونال پرایمینگ بذرها به مدت ۱ ساعت در محلول ۰/۵ µmol سالیسیلیک اسید قرار گرفت. پس از آن بذرها تیمار شده طی سه مرحله با آب مقطر شستشو و به مدت ۴ ساعت تحت شرایط سایه خشک گردید. بذرها چای ترش در تاریخ ۹۶/۱/۱۹ بصورت دستی و در عمق ۳-۲ cm خاک قرار گرفت. بذرها با فاصله ۴۰ cm از یکدیگر بر روی هر ردیف کشت گردید.

1 Polyethylene glycol

جدول ۱. ویژگی های فیزیکی و شیمیای خاک آزمایش

بافت خاک	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	C (%)	pH	EC (ds/m)
لوم شنی	۳۲۲	۶/۱۲	۰/۱۴	۰/۳۱	۷/۱۲	۱/۱۹

به‌منظور اطمینان از سبز شدن بذرها در هر سوراخ ۳ بذر قرار داده شد. پس از آبیاری اول که بلافاصله پس از کاشت که به منظور تسهیل در جوانه زنی صورت گرفت، آبیاری‌های بعدی مطابق با تیمارهای تنش خشکی و تعیین محتوی رطوبت خاک که بر مبنای ظرفیت زراعی و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج بازتاب زمانی امواج[1] مدل دلتا تی[2] تعیین می‌شد انجام گرفت. برای رسیدن به تراکم یکدست و مطلوب در مرحله ۴ الی ۵ برگی تنک در سطح مزرعه انجام گرفت. وجین نیز دو بار در فصل رشد هم‌زمان با تنک کردن محصول و مرحله طویل شدن ساقه انجام شد. برداشت در یک بازه زمانی ۲۱ روزه از تاریخ ۹۶/۶/۸ الی ۹۶/۶/۲۹ زمانی که کاسبرگ کاملاً از غوزه جدا شد صورت گرفت.

در این آزمایش صفت‌ها روز تا جوانه‌زنی، روز تا رسیدگی، وزن تر و خشک بوته، عملکرد کاسبرگ تازه و خشک، محتوی آنتوسیانین و ترکبات فنولی کاسبرگ اندازه‌گیری گردید. برای تعیین روز تا جوانه زنی و روز تارسیدگی هر یک از مراحل مذکور بر اساس زمانی که ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت علائم ظهور را نشان دادند درنظر گرفته شد (۱۷). برای محاسبه وزن بوته و عملکرد کاسبرگ با رعایت اثر حاشیه، سطح ۲ متر مربع از هر کرت برداشت و توزین شد. آنتوسیانین کاسبرگ به روش وانگر (۳۱) و مقدار کل ترکیبات فنولی نیز به روش الفارسی و همکاران (۲) اندازه گیری شد. بدین صورت که برای اندازه گیری آنتوسیانین، ۰/۱ گرم بافت تازه کاسبرگ در هاون چینی، با mL ۱۰ متانول خالص و کلرید اسید خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱ به طور کامل ساییده شد و در لوله‌های آزمایش در پیچ‌دار به مدت ۲۴ ساعت، در تاریکی و دمای °C ۲۵ قرار گرفت، سپس به مدت ۱۰ دقیقه، با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شد و در نهایت میزان آنتوسیانین پس از رقیق سازی مناسب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۲ nm قرائت گردید. برای اندازه گیری فنول نیز ۵ mL از معرف فولین سیوکالتو با ۴ mL از محلول Na_2CO_3 یک مولار مخلوط گردید. سپس ۰/۵ mL از محلول عصاره گیاهی به مخلوط اضافه شد. مخلوط‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از این مدت مقدار جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ nm اندازه گیری شد.

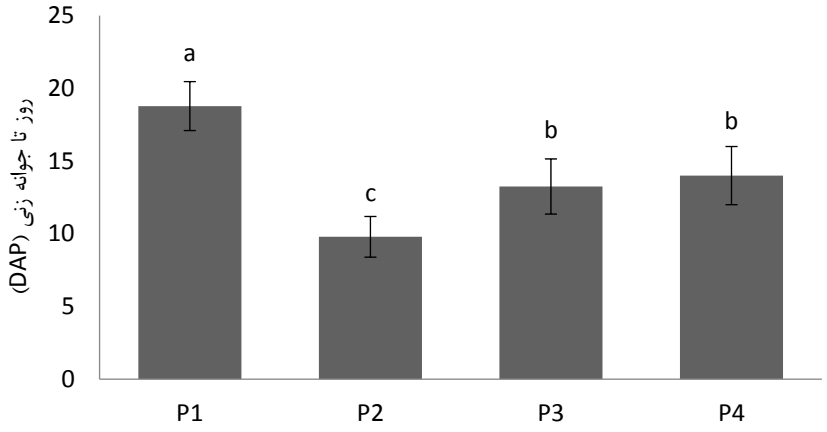
در آخر داده‌های به‌دست آمده از آزمایش، با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

■ نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده نشان داد که تنها اثر پرایمینگ بذرها بر صفت روز تا جوانه زنی معنی دار بود و فاکتورهای تنش خشکی و اثر متقابل تنش و پرایمینگ بذر روی صفت روز تا جوانه زنی معنی دار نبودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ بذرها نشان داد که بذرها تحت پرایم سرعت جوانه‌زنی بالاتری در مقایسه با تیمار بدون پرایم داشت. در بین تیمارهای پرایم نیز هیدروپرایمینگ با میانگن ۹/۷۹ روز پس از کاشت در مقایسه با هورمونال پرایمینگ و اسموپرایمینگ از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بود بطوری که این برتری از نظر آماری نیز معنی دار بود (شکل ۱).

نتایج تجزیه واریانس برای صفت روز تا رسیدگی هم نشان داد که تنش خشکی، پرایمینگ بذر و اثر متقابل این دو فاکتور بر صفت روز تا رسیدگی بوته معنی‌دار بود (جدول ۲).

1 Time Domain Reflectometry (TDR)
2 Delta T



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بذر بر صفت تعداد روز تا جوانه‌زنی چای ترش

P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید. واحد DAP مخفف Day after planting به معنای روز پس از کاشت است.

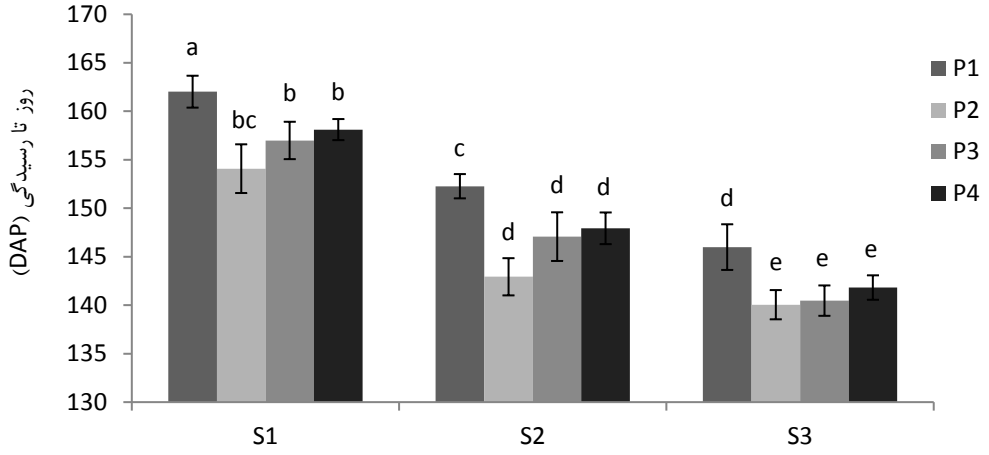
جدول ۲. تجزیه واریانس صفت‌ها مورد بررسی چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	روز تا جوانه زنی	روز تا رسیدگی	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	عملکرد کاسبرگ تازه	عملکرد کاسبرگ خشک	آنتوسیانین	فنول کل
		میانگین مربعات							
تکرار (بلوک)	۲	۰/۰۷ ns	۰/۰۹ ns	۹/۷۹ ns	۵/۰۱ ns	۰/۸۶ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۹ ns
تنش خشکی	۲	۱۱/۰۸ ns	۵۵/۰۲**	۱۱۰۹۳۲/۱۴**	۸۴۴۶۷/۰۶**	۹۸۸۷/۶۱**	۷۱/۰۸**	۸/۲۳**	۱۲/۸۸**
اشتباه اصلی	۴	۱/۰۹	۳/۸۸	۷۱/۶۵	۲۲/۵۳	۷/۴۳	۱/۰۰	۰/۷۳	۱/۲۴
پرایمینگ	۳	۳۷/۹۲**	۹۲/۶۴**	۱۰۹۹۷۰/۸۸**	۵۰۰۹۸/۷۱**	۷۹۸۶۵/۰۰**	۶۵/۴۸**	۵/۴۳ ns	۹/۷۱ ns
اثر متقابل	۶	۸/۷۱ ns	۲۱/۴۳**	۷۵۶۹۱/۰۹**	۳۵۶۲۷/۱۱**	۲۷۸۶/۰۳**	۴۴/۱۲**	۴/۷۷ ns	۸/۰۹ ns
اشتباه فرعی	۱۸	۴/۵۶	۷/۷۹	۹۹/۸۳	۳۵/۰۶	۹/۲۸	۱/۸۹	۳/۲۲	۵/۳۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۴۱	۷/۴۲	۴/۱۱	۳/۹۷	۶/۵۸	۵/۱۱	۱۱/۰۸	۹/۶۹

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ ٪ و ۱ ٪ و ns غیر معنی‌دار بودن می‌باشد.

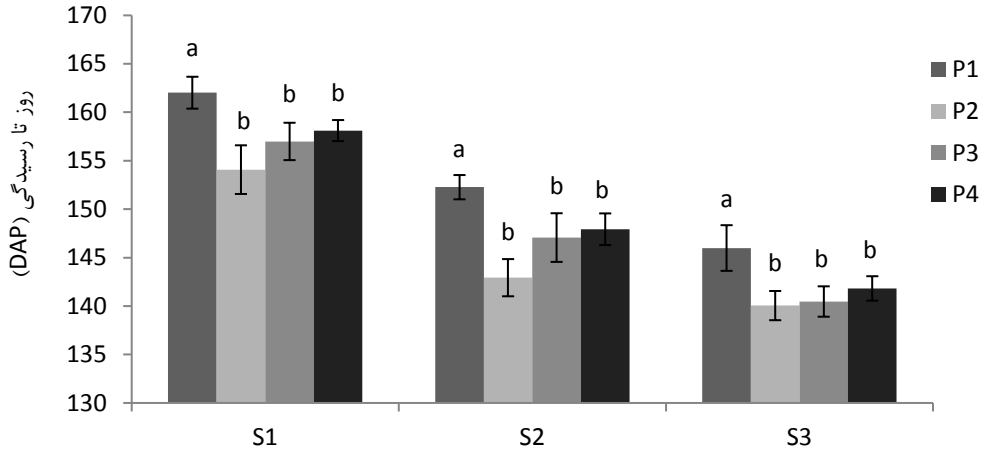
در رابطه با این صفت نیز مشاهده شد که تیمارهای پرایم در مقایسه با تیمار بدون پرایم در تمام سطوح تنش خشکی سبب تسریع در رسیدگی چای ترش گردید. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها مشاهده شد که تیمار هیدروپرایم در شرایط تنش خشکی شدید با میانگین ۱۴۰/۰۵ روز کوتاهترین دوره روز تا رسیدگی را داشت و تفاوت آماری معنی داری بین این تیمار با دیگر تیمارهای پرایم در شرایط تنش خشکی شدید مشاهده نشد. همچنین تفاوت آماری معنی داری بین تیمارهای فوق الذکر S_3P_2، S_3P_3 و S_3P_4 و تیمار هیدروپرایم در شرایط تنش خشکی ملایم نیز مشاهده نگردید (شکل ۲). بیشترین تعداد طول روز تا رسیدگی نیز با میانگین ۱۶۲/۰۲ روز پس از کاشت از تیمار بدون پرایم و شرایط بدون تنش بدست آمد (شکل ۲).

مقایسهٔ میانگین تیمارهای کرت‌های فرعی در هریک از تیمارهای کرت‌های اصلی بصورت جداگانه نیز نیز موید این نتیجه بود که تیمار بدون پرایم در هر یک از دوره‌های تنش موجب افزایش طول دورهٔ رشد گیاه و بیشترین تعداد روز تا رسیدگی شد (شکل ۳).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر صفت تعداد روز تا رسیدگی چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید"
P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید. واحد DAP مخفف Day after planting به معنای روز پس از کاشت است.



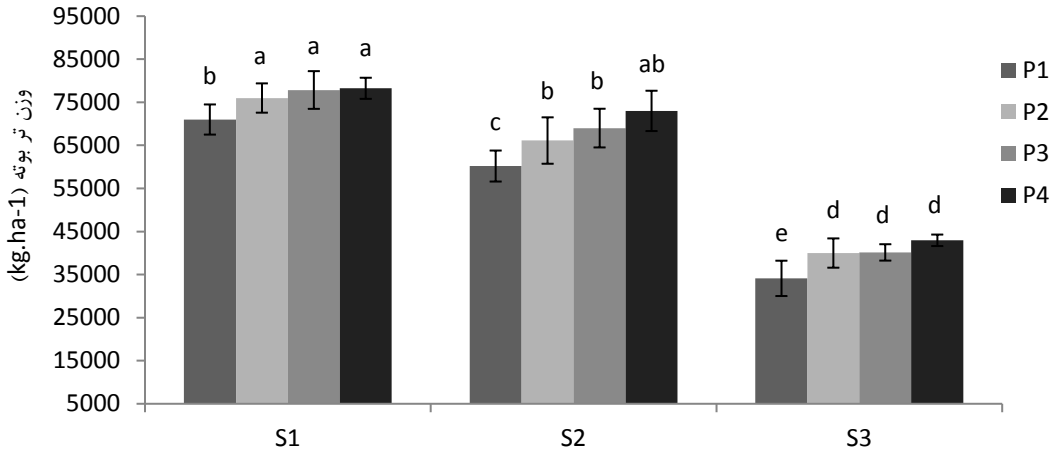
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کرت فرعی (پرایمینگ) در هر یک از تیمارهای کرت اصلی (تنش خشکی) بر صفت تعداد روز تا رسیدگی چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید"
P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید. واحد DAP مخفف Day after planting به معنای روز پس از کاشت است.

تنش خشکی، پرایمینگ بذرها و اثر متقابل این دو فاکتور تأثیر معنی داری بر وزن تر و خشک بوته داشت (جدول ۲). یافته‌های مقایسهٔ میانگین تأثیر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر نشان داد که بیشترین مقادیر صفت‌ها فوق از تیمار بدون تنش و پرایمینگ بذرها در همه سطوح "هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ و هورمونال پرایمینگ" حاصل گردید. با مقایسه سه تیمار فوق S_1P_2، S_1P_3 و S_1P_4 نیز مشخص شد که پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید S_1P_4 نتیجه بهتری از سایر تیمارها در شرایط بدون تنش به همراه داشت. مطابق با نتایج آزمایش، با توجه به اینکه در شرایط بدون تنش، عملکرد وزن تر و خشک بوته چای ترش در تیمارهای پرایمینگ بذر اختلاف آماری معنی داری در مقایسه با تیمار بدون پرایمینگ S_1P_1 داشتند، در واقع نشان دهنده تأثیر مثبت پرایمینگ بذر بر عملکرد بوته این گیاه است (شکل ۴، ۶). همچنین مقایسهٔ تیمارها در شرایط تنش نیز نشان داد که هم در تنش ملایم و هم در تنش شدید تیمار پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در

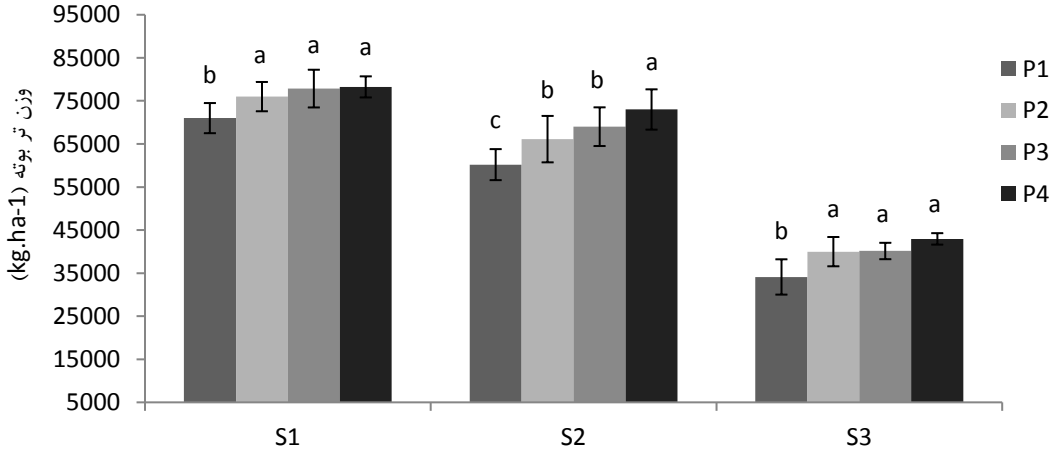
مرتبه آماری بالاتری در مقایسه با دو تیمار پرایمینگ دیگر قرار گرفت. تفاوت آماری معنی داری بین تیمار پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در شرایط تنش ملایم S_2P_4 و استفاده از ین نوع پرایمینگ در شرایط بدون تنش S_1P_4 مشاهده نشد (شکل ۴، ۶). کمترین مقدار عملکرد وزن تر و خشک بوته نیز از تیمار تنش شدید و بدون کاربرد تیمارهای پرایم حاصل شد (شکل ۴، ۶).

مقایسهٔ میانگین تیمارهای کرت‌های فرعی در هریک از تیمارهای کرت‌های اصلی بصورت جداگانه نیز بر نتایج فوق تاکید داشت. بطوری که تیمارهای پرایم در هر یک از دوره‌های تنش از عملکرد کاسبرگ تازه و خشک بیشتری در مقایسه با تیمار بدون پرایم برخوردار بود و این برتری از نظر آماری نیز معنی دار گزارش شد. همچنین در بین تیمارهایی که فاکتور پرایم بر آن‌ها اعمال شد، بهترین نتیجه از تیمار هورمونال پرایمینگ حاصل گردید. البته در شرایط بدون تنش و تنش شدید بین هورمونال پرایمینگ با اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد اما تفاوت بین هورمونال پرایمینگ با اسمو و هیدروپرایمینگ در شرایط تنش ملایم معنی دار بود (شکل ۵، ۷).



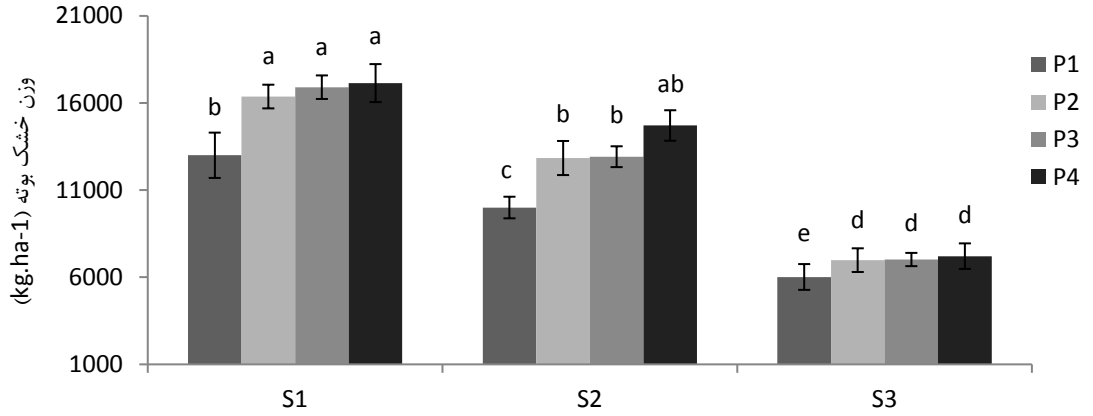
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر صفت وزن تر بوته چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



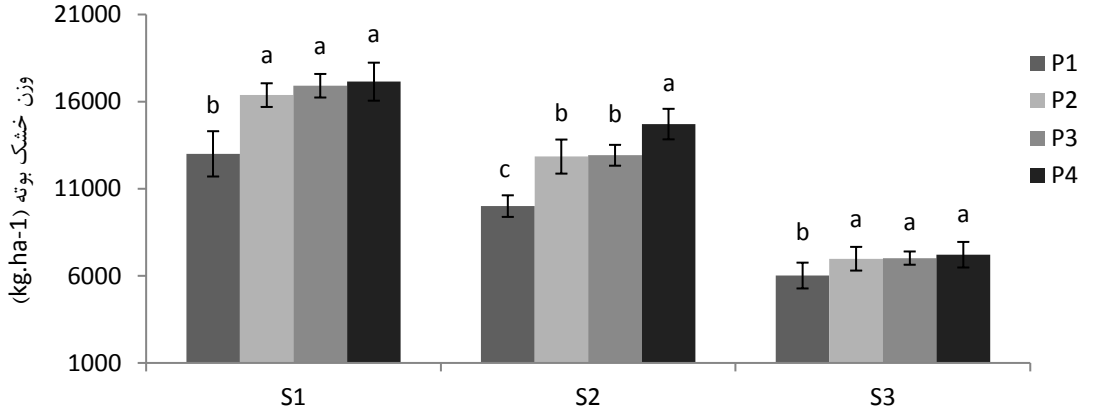
شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کرت فرعی (پرایمینگ) در هر یک از تیمارهای کرت اصلی (تنش خشکی) بر صفت وزن تر بوته چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر صفت وزن خشک بوته چای ترش.

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



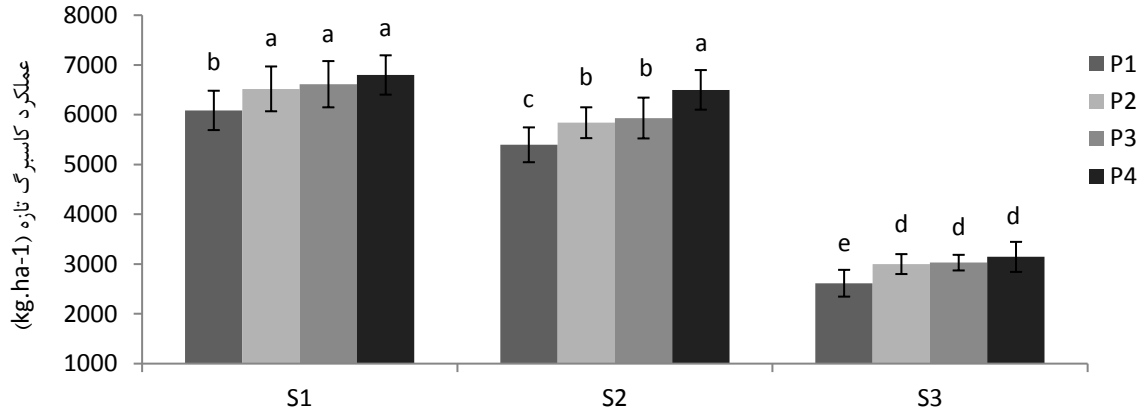
شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کرت فرعی (پرایمینگ) در هر یک از تیمارهای کرت اصلی (تنش خشکی) بر صفت وزن خشک بوته چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1 : بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید

برای صفت عملکرد کاسبرگ چای ترش نیز نتایج تجزیه‌واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی، پرایمینگ بذر و اثر متقابل این دو فاکتور اثر معنی داری بر صفت عملکرد کاسبرگ تازه و خشک چای ترش داشت (جدول ۲). یافته‌های مقایسهٔ میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذرها بیانگر آن بود که بیشترین مقادیر صفت‌ها فوق از تیمار بدون تنش و هورمونال پرایمینگ بذرها S_1P_4 حاصل گردید. تفاوت آماری معنی داری بین این تیمار با تیمار بدون تنش و اسموپرایمینگ S_1P_3 و بدون تنش و هیدروپرایمینگ S_1P_2 وجود نداشت. هم‌چنین تفاوت معنی داری بین سه تیمار فوق با تیمار هورمونال پرایمینگ در شرایط تنش ملایم S_2P_4 مشاهده نگردید (شکل ۸، ۱۰). اما تفاوت آماری معنی داری بین تیمارهای فوق الذکر S_1P_2، S_1P_3، S_1P_4 و S_2P_4 با تیمار بدون پرایم و شرایط بدون تنش S_1P_1 دیده شد (شکل ۸، ۱۰). در واقع نتایج فوق حکایت از اثرات مثبت تیمارهای پرایم بر افزایش عملکرد کاسبرگ تازه و خشک داشت. تیمارهای هورمونال پرایمینگ، اسمو پرایمینگ و هیدروپرایمینگ به ترتیب موجب افزایش ۱۰/۶۰، ۷/۹۶ و ۶/۶۳٪ عملکرد کاسبرگ تازه در مقایسه با تیمار بدون پرایم در شرایط بدون تنش شد، و برای عملکرد کاسبرگ خشک این مقادیر به ترتیب ۱۵/۶۲، ۱۱/۹۷ و ۸/۹۸٪ بود. در تنش ملایم برای عملکرد کاسبرگ تازه مقادیر تیمارهای هورمونال پرایمینگ، اسمو پرایمینگ و هیدروپرایمینگ به

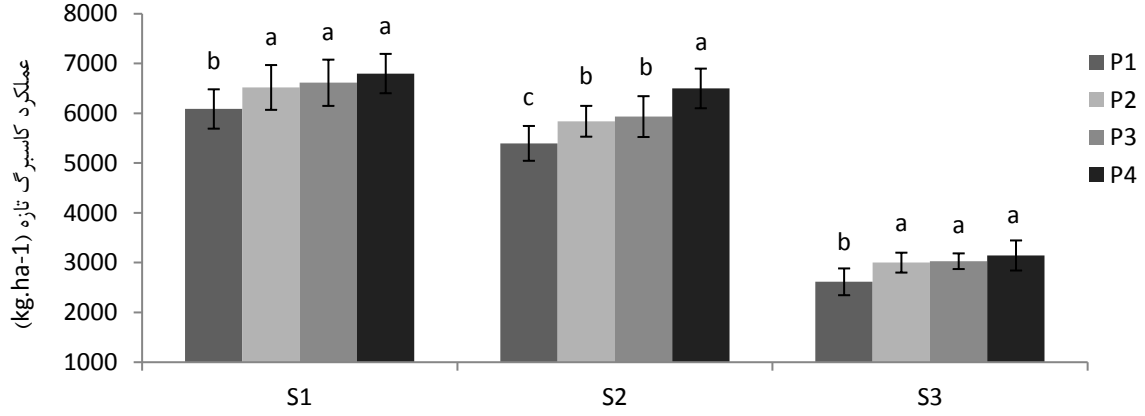
ترتیب ۱۵/۶۸، ۹/۰۷ و ۷/۶۰٪ در مقایسه با تیمار بدون پرایم بود، و این مقادیر برای عملکرد کاسبرگ خشک ۲۰/۵۵، ۱۱/۰۴ و ۸/۹۷٪ بدست آمد. و در نهایت در تنش شدید برای عملکرد کاسبرگ تازه مقادیر تیمارهای هورمونال پرایمینگ، اسمو پرایمینگ و هیدروپرایمینگ به‌ترتیب ۱۶/۸۲، ۱۳/۶۶ و ۱۲/۸۳٪ در مقایسه با تیمار بدون پرایم حاصل شد، و این مقادیر برای عملکرد کاسبرگ خشک ۱۸/۴۲، ۱۵/۴۳ و ۱۴/۲۰٪ بود (شکل ۸، ۱۰). در این آزمایش، کمترین مقادیر عملکرد کاسبرگ تازه و خشک چای ترش نیز به ترتیب با میانگین‌های ۲۶۱۵/۰۲ $kg.ha^{-1}$ و ۲۷۹/۰۰ $kg.ha^{-1}$ از تیمار تنش شدید و بدون پرایم S_3P_1 حاصل گردید (شکل ۸، ۱۰).

مقایسه میانگین تیمارهای کرت‌های فرعی در هریک از تیمارهای کرت‌های اصلی به‌صورت جداگانه نیز مبین این نتیجه‌اند که تیمارهای پرایم در هر یک از دوره‌های تنش، عملکرد کاسبرگ تازه و خشک بیشتری در مقایسه با تیمار بدون پرایم حاصل کرد و این عملکرد بیشتر از نظر آماری نیز معنی دار بود. همچنین در بین تیمارهای که فاکتور پرایم بر آن‌ها اعمال شد، بهترین نتیجه از تیمار هورمونال پرایمینگ حاصل گردید. البته در شرایط بدون تنش و تنش شدید بین هورمونال پرایمینگ با اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد اما تفاوت بین هورمونال پرایمینگ با اسمو و هیدروپرایمینگ در شرایط تنش متوسط معنی دار بود (شکل ۹، ۱۱).



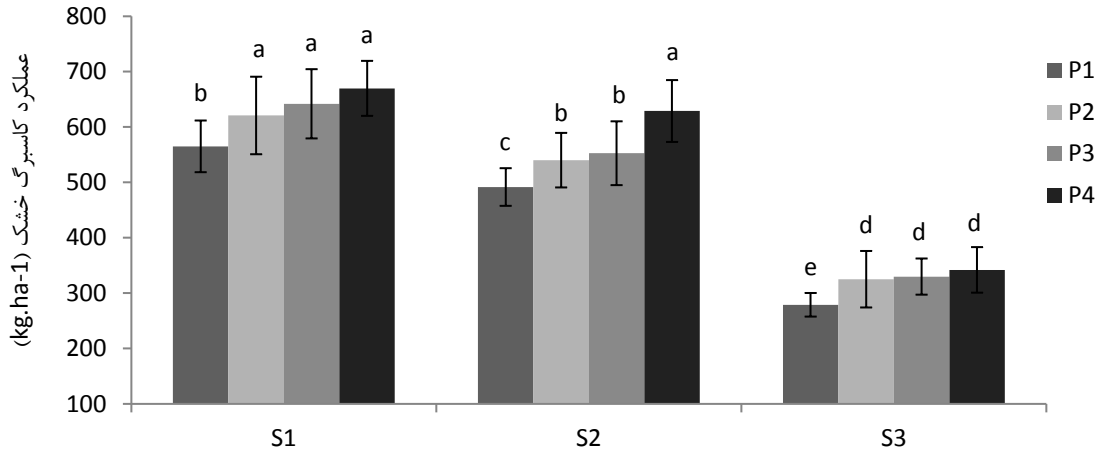
شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر صفت عملکرد کاسبرگ تازه چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



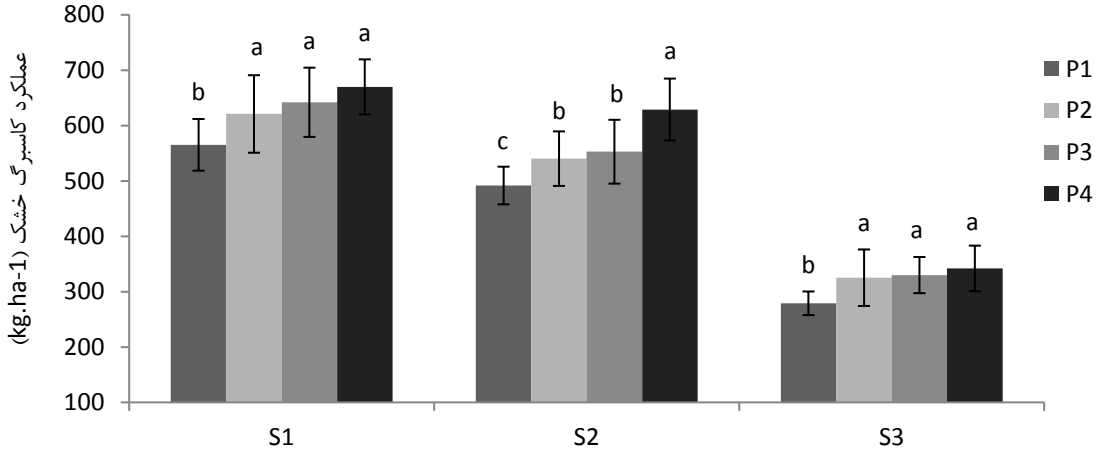
شکل ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کرت فرعی (پرایمینگ) در هر یک از تیمارهای کرت اصلی (تنش خشکی) بر صفت عملکرد کاسبرگ تازه چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر صفت عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش

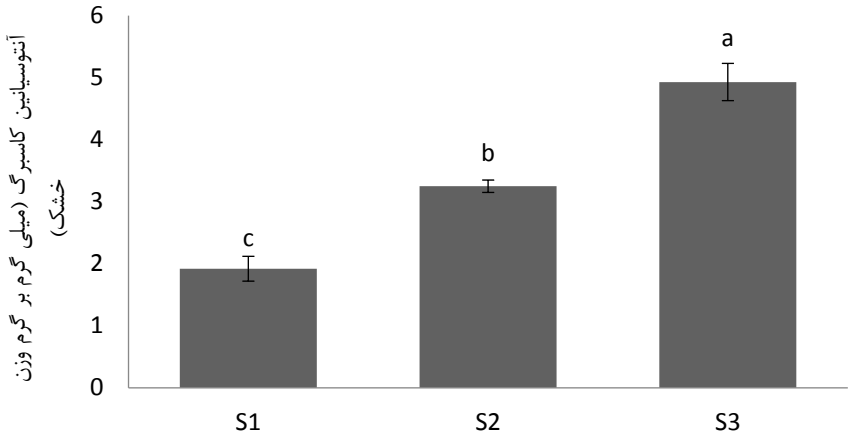
S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید



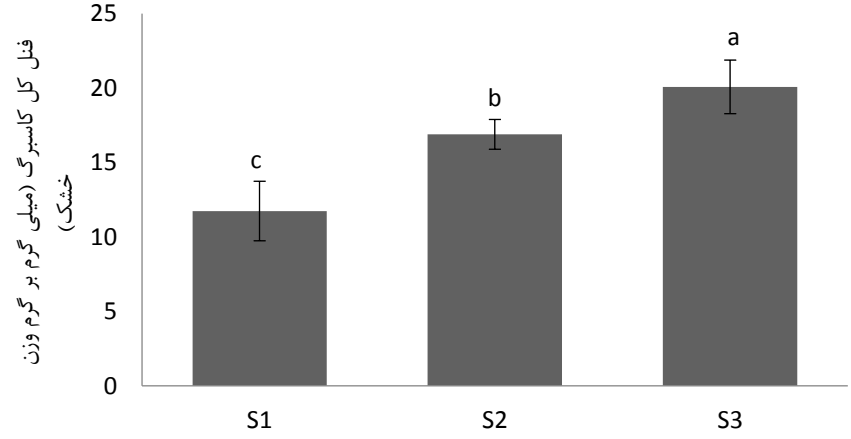
شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کرت فرعی (پرایمینگ) در هر یک از تیمارهای کرت اصلی (تنش خشکی) بر صفت عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش

S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید" P_1: بدون پرایمینگ، P_2: هیدروپرایمینگ، P_3: اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول و P_4: هورمونال پرایمینگ با سالیسیلیک اسید

جدول تجزیه واریانس صفت‌های محتوای آنتوسیانین و ترکیبات فنولی کاسبرگ نشان داد که این صفت‌ها تنها تحت تأثیر اثر تنش خشکی قرار گرفتند و فاکتورهای پرایمینگ بذر و اثر متقابل تنش و پرایمینگ روی صفت‌ها فوق معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان‌داد که با افزایش شدت تنش، محتوای آنتوسیانین و ترکیبات فنولی کاسبرگ افزایش قابل توجهی دارد، به‌طوریکه بیشترین مقدار صفت‌ها فوق به ترتیب با میانگین ۴/۹۳ $mg.g^{-1}$ و ۲۰/۰۸ $mg.g^{-1}$ وزن خشک از تیمار تنش شدید حاصل شد. با کاهش شدت تنش از مقدار محتوای یاد شده کاسته شد و در تیمار بدون تنش کمترین مقادیر آنتوسیانین و ترکیبات فنولی به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۹۲ $mg.g^{-1}$ و ۱۱/۷۴ $mg.g^{-1}$ وزن خشک حاصل‌شد (شکل ۱۲، ۱۳).



شکل ۱۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای تنش خشکی بر صفت محتوا آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش
S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید"



شکل ۱۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای تنش خشکی بر صفت فنول کل کاسبرگ چای ترش.
S_1: آبیاری در ظرفیت زراعی "بدون تنش"، S_2: آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی "تنش ملایم" و S_3: آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی "تنش شدید"

■ بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با نتایج آزمایش تنش خشکی موجب کاهش معنی دار صفت‌ها روز تا رسیدگی، وزن تر و خشک بوته، عملکرد کاسبرگ تازه و خشک چای ترش شد. نتایج آزمایشی که بر روی ۵ گونهٔ گیاه دارویی انجام گرفت، نشان داد که گیاه برای فرار از خشکی و حفظ بقاء زودتر به گل می‌رود، همچنین به دلیل خشکی، طول دوره رشد و زمان رسیدگی گیاه کوتاه‌تر می‌شود. کوتاه شدن دوره رشد گیاه و طول دوره فتوسنتزی نهایتاً موجب کاهش شدید ماده خشک گیاه می‌گردد (۱۵).

وزن تر و خشک بوته و همچنین عملکرد کاسبرگ تر و خشک چای ترش نیز تحت تأثیر تنش خشکی به میزان قابل توجهی کاهش یافت. همانطور که ذکر شد علاوه بر کاهش طول دوره رشد گیاه که تأثیر مستقیم بر عملکرد گیاه داشت، برخی از محققین اظهار داشتند که این کاهش می‌تواند در تأثیر تخصیص بیشتر زیتوده (بیوماس) تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها یا کاهش مقدار کلروفیل و بازدهی فتوسنتز باشد (۴). همچنین علت کاهش عملکرد کاسبرگ تازه و خشک گیاه در تیمارهای تنش را می‌توان به اثرات کاهش حجم آب قابل دسترس برای رشد گیاه نسبت داد. به طبع کاهش رشد گیاه در اثر تنش خشکی،

عملکرد گیاه نیز زیر تأثیر قرارگرفته و منجر به کاهش شدید عملکرد می‌شود (۱۹). همچنین کاهش رطوبت در اطراف ریشه گیاه منجر به تجمع املاح در محیط ریشه می‌گردد که موجب منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی و بروز سمیت ویژه یونی و کمبود یون‌های غذایی در محیط ریشه خواهد شد. بنابراین گیاه برای مقابله با چنین شرایطی، بخشی از مواد پرورده را به ریشه برای حفاظت از سلول‌های ریشه برای کنترل و تعادل اسمزی با محیط پیرامونی منتقل کرده که این امر موجب تخصیص کمتر مواد فتوسنتزی به بخش‌های زایشی گیاه می‌گردد (۷).

برخلاف صفت‌ها مرتبط با عملکرد گیاه که در اثر تنش کاهش شدیدی نشان دادند، محتوا صفت‌های کیفی گیاه شامل ترکیب‌های ثانویه آنتوسیانین و فنول کل کاسبرگ در شرایط تنش با افزایش مواجه شدند. آنتوسیانین‌ها رنگدانه‌هایی محلول در آب هستند که متعلق به خانواده فلاونوئیدها می‌باشند. در برخی پژوهش‌ها گزارش شده است که این رنگدانه در برابر تنش‌های محیطی نظیر خشکی افزایش یافته و گیاه را در برابر رادیکال‌های آزاد و تنش‌های اکسیداتیو محافظت می‌کند (۲۹). در پژوهشی که با هدف بررسی صفت ها فیتوشیمیایی گیاه دارویی چای ترش تحت شرایط تیمارها تنش خشکی انجام گرفت، نتایج نشان داد که مقدار آنتوسیانین کاسبرگ در شرایط تنش "آبیاری در ۶۰٪ نیاز آبی گیاه" بیشترین و کمترین مقدار آن نیز در تیمار آبیاری کامل "آبیاری در ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه" بدست آمد. همین نتیجه برای محتوا فنول کاسبرگ نیز اتفاق افتاد (۲۲). ترکیب‌های فنولی گروهی از متابولیت‌های ثانویه هستند که ترکیبات حلقوی نظیر فنول، فلاون‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و لیگنین‌ها و حتی اسیدهای آمینه حلقوی مثل تریپتوفان، تیروزین و پرولین را شامل می‌شوند. این ترکیبات در گیاهان دارای نقش‌های دفاعی و آنتی اکسیدانی می‌باشند. افزایش سنتز این ترکیب‌ها در اثر تنش‌های متعدد محیطی گزارش شده است (۸). در همین رابطه در پژوهشی که بر روی چای ترش انجام گرفت نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی از ۵۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، ترکیب‌های فنولی در گیاه افزایش می‌یابد (۲۵).

در رابطه با کاربرد پیش تیمار بذرها نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر بدلیل اثر تعدیل کنندگی تنش قادر به بهبود عملکرد گیاه بخصوص در شرایط مواجهه گیاه با تنش است. با توجه به نتایج آزمایش مشاهده شد که در اثر پرایمینگ بذر سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاه افزایش و همچنین طول دوره رسیدگی گیاه در مقایسه با تیمار بدون پرایم کوتاهتر شد. در همین رابطه محققان اظهار داشتند که فن‌آوری ساده‌ای که قدرت و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارآیی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد پرایمینگ بذر است (۲۰). بذرها پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و بوشناختی (اکولوژیک) موقعیت ویژه‌ای را به گیاهان حاصل از بذرها پرایم شده می‌دهد (۵). همچنین پرایمینگ بذرها در این آزمایش موجب افزایش وزن تر و خشک بوته، و عملکرد کاسبرگ تازه و خشک چای ترش شد. دربین تیمارهای پرایمینگ بذرها نیز بیشترین تأثیر را پرایمینگ بذرها با سالیسیلیک اسید "هورمونال پرایمینگ" داشت. برمبنای برخی گزارش‌ها پرایم کردن بذر با سالیسیلیک اسید موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها (۶، ۲۱، ۲۶)، سبز کردن (۱۸)، تبادل و انتقال یون‌ها (۱۱)، فتوسنتز و سرعت رشد (۱۴) در گیاهان می‌گردد. علاوه بر موارد فوق سالیسیلیک اسید، ترکیب فنولی گیاهی است که نقش آن در ارتباط با سازوکارهای دفاعی در برابر عوامل استرس‌زای زیستی و غیرزیستی، به خوبی مشخص شده‌است. این ماده در کاهش آسیب‌های اکسایشی ناشی از تنش در گیاهان و توسعهٔ سازوکارهای ضداکسایشی و ضدتنشی در گیاهان، نقش مؤثری دارد، به صورتی که سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر آسیب‌های ناشی از تنش خشکی می‌شود و رشد و توسعه گیاه را در این شرایط بهبود می‌بخشد (۱۲).

به‌طور کلی از مباحث عنوان شده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که تنش در هر سطحی موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه چای ترش می‌شود، اما پرایم کردن بذرها به‌ویژه پرایم بذرها با سالیسیلیک اسید تا حد بسیار زیادی خسارت‌های ناشی از تنش را جبران نموده و موجب بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد گیاه چای ترش می‌شود، به‌طوریکه تنها در مورد عملکرد کاسبرگ این گیاه که جزء اقتصادی محصول است، پرایم بذرها با سالیسیلیک اسید موجب شد گیاه قادر باشد تا شدت تنش خشکی برابر ۷۵ ٪ ظرفیت زراعی خاک را تحمل کند و عملکردی قابل قبولی در مقایسه با شرایط عدم تنش داشته‌باشد.

■ سپاسگزاری

از مساعدت و همکاری جناب آقای سید غلامرضا سجادی مدیر جهاد کشاورزی شهرستان دلگان برای انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

■ References

1. Abasi Sadr, S., Sharafi, S. & Hassanzadeh Ghorttapeh, A. (2018). Effect of drought stress and seed priming on some vegetative and reproductive traits of castor bean (*Ricinus communis* l.) Var Esfahan. *Crop Ecophysiology*, *12*(1), 75-88. (in Farsi)
2. Al-Farsi, M., Alsalvar, C., Morris, A., Baron, M. & Shadih, F. (2005). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Agriculture and Food Chemistry*, *53*, 7592-7599.
3. Danir, S., Sharafi, S. & Gholinezhad, E. (2019). Effect of different levels of drought stress and growth regulators on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pulses Research*, *10*(1), 63-74. (in Farsi)
4. Dong, S., Jiang, Y., Dong, Y., Wang, L., Wang, W., Ma, Z., Yan, C., Ma, C. & Liu, L. (2019). A study on soybean responses to drought stress and rehydration. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(8), 2006-2017.
5. Duman, I. (2006). Effect of seed priming with PEG and K3PO4 on germination and seedling growth in Lettuce. *Pakistan Journal of Biology Science*, *9*(5), 923-928.
6. El-Tayeb, M. A. (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, *45*, 215-225.
7. Firouzi Irandegani, A., 2013. *Effect of sulfure fertilizer different levels on yield and essence content of Chamomile (Matricaria chamomilla) in drought stress condition*. M.Sc thesis, Department of Agriculture, Payame Noor University, Zahedan center, Iran. (in Farsi)
8. Ghorbanli, M., Bakhshi Khaniki, Gh. & Zakeri, A. (2012). Investigation on the effects of water stress on antioxidant compounds of *Linum usitatissimum* L. *Medicinal and Aromatic Plants*, *27*(4), 6447-658. (in Farsi)
9. Guiti, A.R. (2011). Desert, desertification and desert reclamation. Iran Agriculture Science Press, 722 p. (in Farsi)
10. Hameed A, Egamberdieva D., Abd-Allah E. F., Abeer, H., Kumar A., & Ahmad P. (2014). Salinity stress and arbuscular mycorrhizal symbiosis in plants. In: Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses, M. Miransari (Ed.), Volume 1, Springer Science+Business Media New York.

11. Harper, J.P., & Balke, N. E. (1981). Characterization of the inhibition of K^+ absorption in wheat roots by salicylic acid. *Plant Physiology*, *68*, 1349-1353.

12. Hayat, S., & Ahmad, A. (2007). Salicylic Acid: Plant Hormone. Springer. p. 97-99.

13. Kazemi, K., Khajehosseini, M., Nezami, A. &Eskandari, H. (2016). The Effect of seed priming on germination, yield and the quality of sesame grains under deficit irrigation. *Crops Improvement*, *18*(2), 373-388. (in Farsi)

14. Khan, W., Prithviraj, B., & Smith, D. L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiology*, *160*, 485-492.

15. Lebaschy, M.H. & Sharifi Ashoorabadi, E. (2004). Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. *Medicinal and Aromatic Plants Research*, *20*(3), 249-261. (in Farsi)

16. Malekzadeh, S. & Fallah, S. (2016). The effect of seed priming treatments on emergence of *Carum copticum* under different irrigation levels. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *9*(2), 173-184. (in Farsi)

17. Mariod, A., Tahir, H. & Komla, M. (2021). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.): Chemistry, Production, Products, and Utilization. 1st Edition. ELESEVIER Academic Press, 270 p.

18. Miar Sadegi, S., Shekari, F., Fotovat, R. & Zangani, E. (2011). The effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition. *Plant Biology*, *2*(6), 55-70. (in Farsi)

19. Mohamed, B.B., Sarwar, M.B., Hassan, S., Rashid B., Aftab, B. & Husnain, T. (2015). Tolerance of roselle (*Hibiscus sabdariffa* l.) genotypes to drought stress at vegetative stage. *Advancement in life sciences*, *2*(2), 74-82.

20. Mohammadi, G.R., & Amiri, F. (2010). The effect of priming on seed performance of canola *(Brasica napus* L.) under drought stress. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, *9*(2), 202-207.

21. Pakmehr, A., Shekari, F., & Rastgoo, M. (2014). Effect of seed priming by salicylic acid on some photosynthetic traits of cowpea under water deficit in flowering stage. *Iranian Journal of Pulses Research*, *5*(2), 19-30. (in Farsi)

22. Parsa Motlagh, B., Rezvani Moghaddam, P., Ghorbani, R. & Azami Sardooei, Z. (2018). Phytochemical characteristics of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under different fertilizer systems and irrigation water. *Medicinal and Aromatic Plants*, *33*(6), 928-940. (in Farsi)

23. Sabeti, M., Ghehsareh Ardestani, E., Tahmasebi, P. & Nikookhah, F. (2019). Effects of seed biopriming on some characteristics of the germination and growth of *Astragalus ovinus* boiss under drought stress. *Desert Management*, *7*(13), 49-64. (in Farsi)

24. Sadeghi Bakhtevari, A.R., Paseban Eslam, B. & Hajizadeh Asl, N. (2018). Studying of seed priming and water stress effects on growth and yield of sunflower nuts (*Helianthus annuus* L). *Agroecology*, *10*(3), 747-763. (in Farsi)

25. Sanjari, M., Siroosmehr, A. & Fakheri, B. (2015). The effects of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of roselle. *Journal of Crops Improvement*, *17*(2), 403-414. (in Farsi)

26. Shakirova, F. M. & Sahabutdinova, D. R. (2003). Change in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, *164*, 317-322.

27. Siami, R., Mirshekari, B., Farahvash, F., Rashidi, V. & Tarinejad, A.R. (2017). The effect of seed priming with salicylic acid and water deficit tension on enzyme activity and yield of grain corn. *Crop Physiology Journal*, *9*(34), 23-35. (in Farsi)

28. Soltani Kazemi, J., Aboutalebian, M. A., & Hamzei, J. (2019). Effect of symbiosis mycorrhiza and on-farm seed priming on the yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in saline soil. *Agroecology*, *11*(2), 499-514. (in Farsi)

29. Tahkorpi, M. (2010). Anthocyanins under drought and drought related stresses in Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). Academic Dissertation to be presented with the Assent of the Faculty of Science of the University of Oulu, 46p.

30. Talebi, A. (2000). The effect of desertification and desertification activities (crop cover) on environmental health. 3rd National Congress on Environmental Health, 30 Nov 2000, Kerman. (in Farsi)

31. Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. *Plant Physiology*, *64*, 88-93.

32. Zarei, R. (2017). An overview of the benefits of maintaining and enhancing crop cover in desertification. International Conference on the New Horizons in the Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment, 14 Des 2017, Tehran. (in Farsi)