گل و گیاهان زینتی (۱۳۹۹)، ۵(۲): ۱۰۹-۱۲۲
مقاله پژوهشی

اثر سرمادهی و عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های تنژگی دو رقم گل لیلا (*Eustoma grandiflorum* L.)

احمدرضا محمدی، مریم حقیقی، علی نیکبخت*
گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان
anikbakht@cc.iut.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۲۹، تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/٤/۱٦

چکیده

این پژوهش برای بررسی اثر عصاره جلبک دریایی، چینه‌سرمایی (سرمادهی مرطوب- تاریک) و کاربرد همزمان این دو تیمار بر ویژگی‌های تنژگی بذر دو رقم پابلند گل لیلا، Arena و Mariachi صورت گرفت. در آزمایش نخست، عصاره جلبک دریایی در پنج غلظت صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر و چینه‌سرمایی بذر در دمای ٤ درجه سلسیوس (پیش از کشت) به مدت ۱۵، ۳۰ و ٤۵ روز به صورت جداگانه برای تعیین بهترین غلظت و بهترین زمان به کار برده شد. در آزمایش دوم، بهترین تیمارهای به دست آمده از آزمایش نخست، شامل تیمار همزمان چینه‌سرمایی (۳۰ و ٤۵ روز) و عصاره جلبک دریایی (۱۲۵ و ۲۵۰ میلی لیتر در لیتر) به صورت فاکتوریل در پنج تکرار بر تنژگی بذر دو رقم گل لیلا مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه‌های آزمایش نشان داد که درصد و سرعت تنژگی پایانی، و میانگین تنژگی روزانه در رقم Arena بیشتر از رقم Mariachi بود. با افزایش روزهای چینه سرمایی درصد تنژگی پایانی و میانگین تنژگی روزانه روند افزایشی داشت. کاربرد همزمان چینه سرمایی و عصاره جلبک دریایی نسبت به تیمار شاهد میانگین تنژگی روزانه بیشتری داشت و در تیمار سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و همچنین تیمار سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی بیشترین میزان را داشت. کاربرد عصاره جلبک دریایی اثر مثبتی بر شاخص‌های تنژگی نسبت به شاهد داشت. با افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی میزان نیاز به چینه سرمایی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: 'Arena'، 'Mariachi'، بذر، چینه‌سرمایی، درصد تنژگی، سرعت تنژگی.

مقدمه

گل لیلا[۱] از تیره کوشادسانان[۲] و یکی از ده گل برتر شاخه بریدنی جهان است که افزایش آن از راه بذر، شیوه مهمی برای تولید در سطح گسترده محسوب می‌شود. گل لیلا یک گیاه گلدار کند رشد است و تنژگی بذر و رشد گیاهچه آن در مناطق

۱- *Eustoma grandiflorum* L. (Lisianthus)
۲- Gentianaceae

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]

[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

گرمسیری یک نکته چالشی به شمار می‌آید زیرا بذر این گیاه بسیار ریز می‌باشد و تنژگی آن، در کشت خاکی با شرایط مطلوب، حساس به برخی از عوامل محیطی از جمله نور مناسب، دما و سطح رطوبت می‌باشد. همچنین تیره کوشادسانان دارای حدود ۱۰۰ جنس و بیش از ۱۸۰۰ گونه است که به‌طور گسترده در همه قاره‌ها به جز قطب جنوب پراکنده شده‌اند (Pringle, 2014). بیشتر گیاهان موجود در این تیره دارای خواب مورفو-فیزیولوژیک می‌باشند. به عبارت دیگر، رویان بذر به طور کامل توسعه نیافته است و در مرحله خفته به سر می‌برد. این گونه بذرها نیاز به یک دوره سرما برای تنژیدن دارند که با چینه‌سرمایی تامین می‌شود. مدت زمان لازم برای سرمادهی بستگی به نوع بذر دارد و در این مدت رطوبت اهمیت دارد زیرا سرمادهی خشک در شکستن دوره خفتگی موثر نیست (Baskin & Baskin, 2004).

زیست‌آماده‌سازی[۱] بذر در واقع یک روش نوین و کاربردی است که می‌تواند در سطح گسترده‌ای در تحریک تنژگی و بهبود یکنواختی رشد گیاهچه‌ها به کار گرفته شود. در این روش از عوامل زنده و زیستی مانند عصاره‌های مختلف جلبکی و سایتوکینین به عنوان پیش‌تیمار برای افزایش ویژگی‌های تنژگی استفاده می‌شود (Zhang & Ervin, 2004). جلبک دریایی نزدیک به ۱۰۰۰۰ گونه از جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز را شامل می‌شود. براساس فراوانی و گسترش، عصاره جلبک‌های دریایی قهوه‌ای[۱] از رایج‌ترین عصاره‌های تجاری برای کاربرد در کشاورزی و باغبانی هستند. در میان گونه‌های جلبک‌های دریایی، گونه‌های *Ascophyllum nodosum*، *Ecklonia maxima*، *Macrocystis pyrifera* و *Durvillea pottorum* بیشترین مورد استفاده برای تولید عصاره تجاری را دارند (Khan *et al*., 2009). عصاره‌های مختلف تجاری ساخته شده از جلبک دریایی قهوه‌ای[۳] به عنوان یک ماده خام، دارای گستره گوناگونی از مواد معدنی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، منیزیم، روی، سدیم و گوگرد و هچنین مقادیر مختلف ترکیب‌های ارگانیک شامل اسمولیت‌ها (به عنوان مثال بتایین) هستند. افزون بر این، عصاره جلبک‌های دریایی قهوه‌ای دارای متابولیت‌های ثانویه زیستی، ویتامین‌ها و پیش‌سازهای ویتامین‌ها، ترکیب‌های فنولی (Wang *et al*., 2003) و شماری از هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، سایتوکینین، جیبرلین و براسینواستروئیدها می‌باشند (Stirk *et al*., 2014). وجود چنین ترکیب‌هایی در عصاره جلبک دریایی سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی خاک، ظرفیت نگهداری آب، فعالیت میکروبی و همچنین برهمکنش هم‌افزایی[۴] برای افزایش رشد گیاهان و محافظت در برابر شرایط نامساعد محیطی مثل دمای بالا و تنش آبی می‌شود (Popescu, 2016). وجود ترکیب‌های مختلف و هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در عصاره جلبک دریایی می‌تواند بر تنژگی بذر اثر بگذارد (Popescu, 2016). نتیجه‌های بررسی‌های گذشته بر بذر گونه‌های مختلف نشان داده است که عصاره جلبک‌های دریایی به طور کلی اثر تحریک کننده بر تنژگی دارد.

در بررسی انجام شده روی بذر گیاه کلم[۵]، عصاره جلبک دریایی تنژگی را افزایش داد (Tuhy *et al*., 2013). همچنین، پژوهشگران نشان داده‌اند که ترکیب‌های عصاره جلبک دریایی از جمله عنصرهای غذایی، ویتامین‌ها، و تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و آبسیزیک اسید بر سوخت و ساز یاخته‌ها اثر می‌گذارد و باعث افزایش درصد تنژگی و رشد می‌شود (Stirk *et al*., 2003; Khan *et al*., 2009). در پژوهشی، با بررسی اثر غلظت‌های مختلف (۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ درصد)

۱- Biopriming ۲- Thallophyta ۳- *Ascophyllum nodosum* ٤- Synergism

۵- *Brassica oleracea* L.

عصاره جلبک دریایی قهوه‌ای بر گیاه بامیه[۱] گزارش کردند که غلظت ۲۰٪ از عصاره جلبک قهوه‌ای موجب افزایش معنی‌داری در درصد تنژگی، محتوای کربوهیدارت محلول و عملکرد گیاه نسبت به شاهد شد. با این وجود، در غلظت‌های بالای عصاره جلبک قهوه‌ای میزان شاخص‌های رشد کاهش یافت (Jothinayagi & Anbazhagan, 2009). با توجه به مطالب یادشده، هدف این پژوهش بررسی اثر تیمارهای مختلف عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی و همچنین برهمکنش آن‌ها بر شاخص های تنژگی بذر و رشد گیاهچه گل لیلا بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش نخست: بررسی بهترین غلظت جلبک دریایی و زمان تیمار چینه سرمایی

در این آزمایش از بذرهای دو رقم گل لیلای پابلند، Arena تهیه شده از شرکت تاکی ژاپن و Mariachi تهیه شده از شرکت ساکاتا ژاپن به عنوان ماده گیاهی استفاده شد. عصاره جلبک دریایی قهوه‌ای[۲] (SWE) از شرکت آکادین سی‌پلنت[۳] کانادا خریداری شد و در پنج غلظت صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر تهیه و روی بذرهای هر دو رقم به کار برده شد. برخی از ویژگی‌های این عصاره شامل ۰/۱٪ نیتروژن، ۰/۵٪ P_2O_2 محلول در آب و۳٪ K_2O می‌باشد. بذرهای هر دو رقم گل لیلا زیر تیمار چینه سرمایی به مدت ۱۵، ۳۰ و ٤٥ روز در تاریکی و دمای ٤ درجه سلسیوس قرار گرفتند.

آزمایش دوم: برهمکنش بهترین غلظت عصاره جلبک دریایی و مدت چینه سرمایی

بهترین تیمارهای به دست آمده از آزمایش نخست یعنی دو غلظت ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر از عصاره جلبک دریایی و تیمار چینه سرمایی ۳۰ و ٤٥ روز گزینش و اثر همزمان آن‌ها در دو رقم مورد بررسی قرار گرفت. غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی به دلیل نزدیک بودن نتیجه‌های غلظت‌های صفر و ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی به یکدیگر به عنوان میانگین این دو غلظت برای انجام آزمایش دوم برگزیده شد.

شرایط انجام پژوهش در هر دو آزمایش

بررسی تنژگی بذرها در آزمایشگاه‌های پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در شرایط کنترل شده محیط انکوباتور با دمای ۲۳ درجه سلسیوس و نورگاه (شب/روز) ۱٦/۸ ساعت اجرا شد. پیش از آغاز آزمایش محیط و وسایل مورد استفاده گندزدایی شدند. ده بذر سالم و یکدست روی پتری‌دیش (۸ سانتی‌متری) دارای یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک کشت شد. برای تامین رطوبت مورد نیاز پتری‌دیش‌ها به هر کدام یک میلی‌لیتر عصاره جلبک با غلظت‌های مورد نظر برای تیمار عصاره جلبک دریایی و ۲ میلی‌لیتر آب مقطر برای تیمارهای چینه‌سرمایی افزوده شد. برای کاهش تبخیر محلول افزوده شده و رعایت شرایط یکسان برای تمامی تیمارها، درب پتری‌دیش‌ها با پارافیلم بسته شده و در انکوباتور گذاشته شدند. بازدید از نمونه‌ها به صورت سه روز یک‌بار و به مدت ۳۵ روز انجام شد و شمار بذرهای تنژیده از مرحله آغاز تا پایان تنژگی در دوره آزمایش برای ارزیابی شاخص‌های تنژگی ثبت شد. بذرهایی که طول ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر داشتند به عنوان بذر تنژیده

۱- *Abelmoschus esculentus*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

به حساب می‌آمدند. در پایان، برای ارزیابی اثر تیمارهای مختلف، شاخص‌های مختلف تنژگی شامل درصد تنژگی پایانی[۱] (FGP)، سرعت تنژگی[۲](GR)، میانگین زمان لازم برای تنژگی[۳] (MTG)، میانگین تنژگی روزانه[٤] (MDG) و سرعت تنژگی روزانه[٥] (DGS) برابر رابطه‌های زیر محاسبه شد (Sharafizad *et al*., 2013).

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

FGP: درصد تنژگی، n: شمار بذرهای تنژیده، N: کل بذرهای تنژیده

$$GR = \sum n/t$$ (رابطه ۲)

GR: سرعت تنژگی، n: شمار بذرهای تنژیده در زمان t، t: شمار روزهای پس از آغاز تنژگی تا رسیدن به بیشینه تنژگی

$$MTG = \sum(nd)/N$$ (رابطه ۳)

MTG: میانگین زمان لازم برای تنژگی، n: شمار بذرهای تنژیده در d، d: شمار روزها (روز مشخصی که تنژگی صورت گرفته)، N: کل بذرهای تنژیده

$$MDG = FGP/D$$ (رابطه ٤)

MDG: میانگین تنژگی روزانه، FGP: درصد تنژگی پایانی، D: طول دوره آزمایش از کشت بذر تا بیشینه تنژگی

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$ (رابطه ٥)

DGS: سرعت تنژگی، MDG: میانگین تنژگی روزانه (Sharafizad *et al*., 2013).

واکاوی آماری داده ها

برای هر آزمایش به طور جداگانه، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح به طور کامل تصادفی در ۵ تکرار اجراشد. واکاوی واریانس داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری Statistix8 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. رسم نمودارها و محاسبه‌ها با نرم افزار اکسل۲۰۱٦ انجام شد.

نتایج

نتیجه‌های آزمایش نخست: اثرهای اصلی و برهمکنش تیمار عصاره جلبک دریایی

سرعت تنژگی پایانی در رقم Arena به میزان ۱۳٤٪ بیشتر از رقم Mariachi بود. این در حالی است که میانگین زمان لازم برای تنژگی در رقم Mariachi به میزان ۸۲٪ بیشتر از رقم Arena بود و درصد تنژگی پایانی، میانگین تنژگی روزانه و سرعت تنژگی روزانه تفاوت معنی‌داری در دو رقم Arena و Mariachi نداشت (جدول ۱). اثر اصلی غلظت‌های مختلف جلبک دریایی تفاوت معنی‌داری در میانگین زمان لازم برای تنژگی، میانگین تنژگی روزانه، و سرعت تنژگی روزانه ایجاد نکرد. این در حالی است که غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر درصد و سرعت تنژگی پایانی اثر معنی‌داری داشت به طوری که کمترین درصد تنژگی پایانی در غلظت ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی دیده شد و در سایر تیمارها از نظر آماری تفاوت

۱- Final Germination Percentage ۲- Germination Rate ۳- Mean Time of Germination
٤- Mean Daily Germination ٥- Daily Germination Speed

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین سرعت تنژگی پایانی در غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد که به میزان ۱۵/۸۷٪ از تیمار شاهد بیشتر بود اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۷۵۰ میلی‌لیتر در لیتر نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- اثرهای اصلی رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های تنژگی گل لیلا.

Table 1- The main effects of cultivar and different concentrations of seaweed extract on germination indices of Lisianthus.

تیمار Treatment	سرعت تنژگی (۱/روز) Germination Rate (1/day)	درصد تنژگی پایانی (درصد) Final Germination Percentage (%)	میانگین زمان لازم برای تنژگی (روز) Mean Time of Germination (days)	سرعت تنژگی روزانه (شمار) Daily Germination Speed (Number)	میانگین تنژگی روزانه (شمار) Mean Daily Germination (Number)
'Arena'	2.56[a]	98.8[a]	1.67[b]	0.35[a]	2.82[a]
'Mariachi'	1.09[b]	96.8[a]	3.04[a]	0.36[a]	2.76[a]
غلظت جلبک دریایی (میلی‌لیتر در لیتر) Concentration of seaweed (ml L^{-1})					
0	1.89[ab]	98[a]	2.5[a]	0.35[a]	2.8[a]
250	2.19[a]	99[a]	2.28[a]	0.35[a]	2.82[a]
500	1.51[ab]	96[b]	2.31[a]	0.36[a]	2.74[a]
750	2.17[a]	98[a]	2.22[a]	0.35[a]	2.8[a]
1000	1.39[b]	98[a]	2.47[a]	0.35[a]	2.8[a]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند درسطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

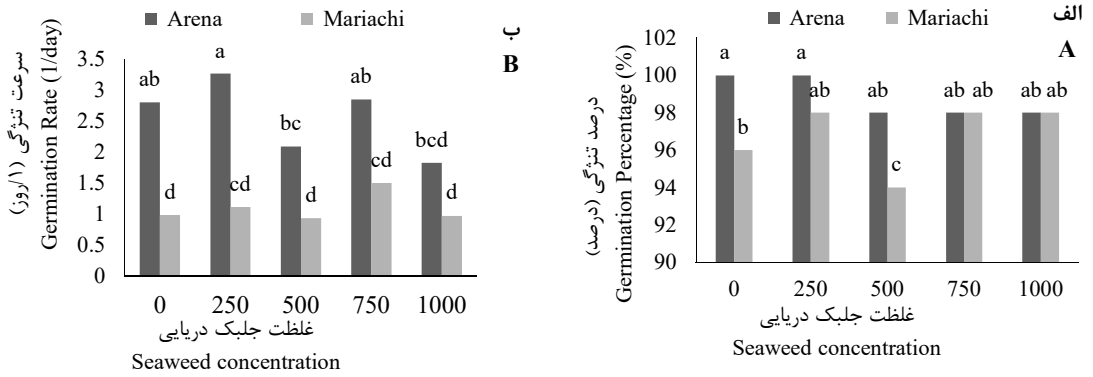
In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% level of LSD test.

درصد تنژگی رقم Arena، در سه غلظت صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی به ترتیب ٤، ۲ و ٤/۱٪ بیش از رقم Mariachi بود و در دو غلظت ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱- الف). سرعت تنژگی در رقم Arena در همه غلظت‌های جلبک دریایی به ترتیب به میزان ٦٤/۹۳٪، ٦٥/۸۸٪، ٥٥/٦٥٪، ٤٧/۳٦٪ و ٤٦/۷۷٪ بیشتر از رقم Mariachi بود و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی بیشترین اثر را در افزایش میزان سرعت تنژگی پایانی بذرها داشت (شکل ۱- ب).

از نظر میانگین زمان لازم برای تنژگی بذرها اختلاف معنی‌داری بین دو رقم وجود داشت به طوری که رقم Mariachi به میزان ٤۳/۳۸٪، ٥٤/۱۲٪، ۳٥/٥۷٪، ٤۰/۸٤٪ و ٤۹/٤۹٪ به ترتیب در غلظت‌های ۰، ۲٥۰، ٥۰۰، ۷٥۰، و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی نسبت به رقم Arena بیشتر بود (شکل ۲-الف). میانگین تنژگی روزانه در سه غلظت صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی رقم Arena به ترتیب ۳/۹۹٪، ۹۹٪ و ٤/۰۸٪ بیش از رقم Mariachi بود و در دو غلظت دیگر بین دو رقم تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۲-ب). سرعت تنژگی روزانه در هر دو رقم با افزایش غلظت جلبک دریایی تا ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر روند افزایشی داشت و در دو غلظت دیگر در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تا غلظت ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر سرعت تنژگی روزانه در رقم Mariachi به ترتیب ۲/۲۲٪، ۵٪ و ٤/۳۳٪ بیش از رقم Arena بود. بیشترین میزان

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

سرعت تنژگی روزانه در رقم Mariachi و غلظت ۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر جلبک دریایی مشاهده شد که به میزان ٤/۳۳٪ بیش از تیمار شاهد بود (شکل ۲- ج).



شکل ۱- برهمکنش رقم و غلظت‌های جلبک دریایی بر درصد تنژگی (الف) و سرعت تنژگی (ب). تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

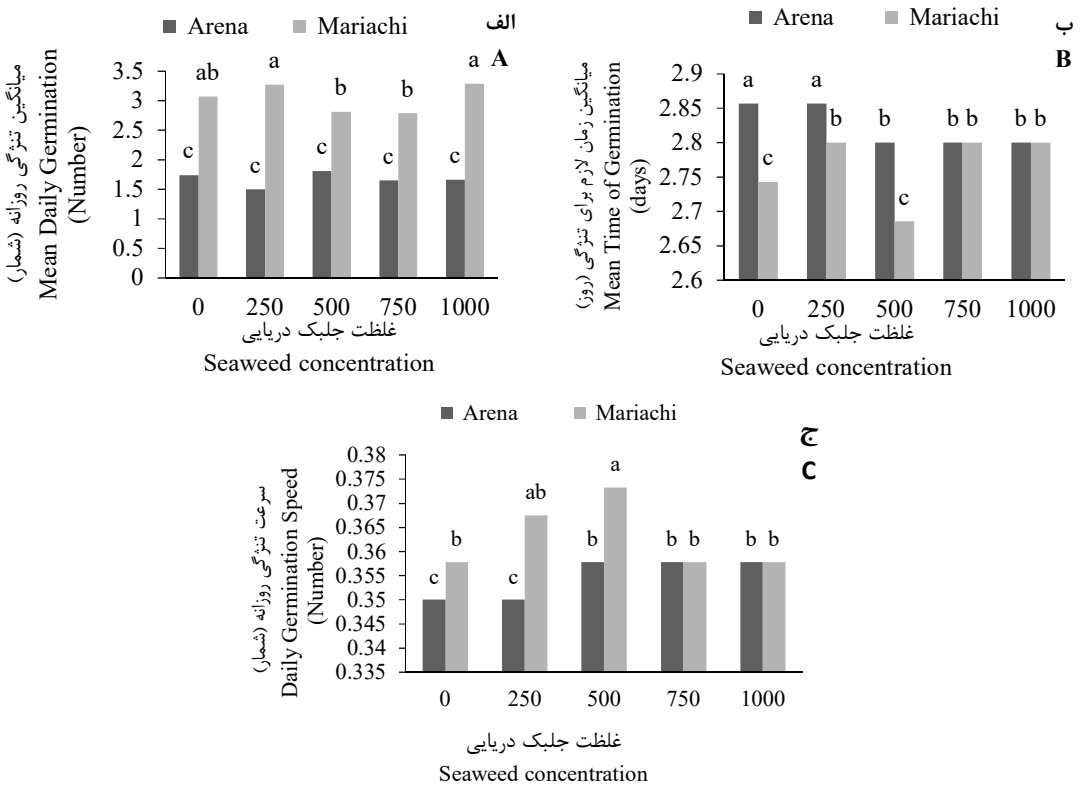
Figure 1. Interaction of cultivars and concentrations of seaweed on germination percentage (A) and germination rate (B). The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

اثرهای اصلی و برهمکنش تیمار چینه سرمایی

درصد تنژگی (۷/٤۸٪)، سرعت تنژگی پایانی (٦٦/۰۹٪) و میانگین تنژگی روزانه (۷/٤۹٪) در رقم Arena بیش از رقم Mariachi بود. این در حالی است که میانگین زمان لازم برای تنژگی (۷۳/٤٦٪) و سرعت تنژگی روزانه (۷۸/٦۳٪) در رقم Mariachi بیش از رقم Arena بود (جدول ۲). با افزایش روزهای چینه سرمایی درصد تنژگی پایانی و میانگین تنژگی روزانه روند افزایشی داشت. تیمار ۳۰ روز چینه سرمایی به ترتیب بیشترین میزان سرعت تنژگی پایانی و کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی را موجب شد (جدول ۲).

در برهمکنش رقم و چینه سرمایی، در اثر کاربرد تیمارهای چینه سرمایی ۱۵ و ۳۰ روز در رقم Arena به ترتیب ۲۰/۵٪ و ٦/۳٪ افزایش در تنژگی پایانی نسبت به رقم Mariachi مشاهده شد. بر این اساس بیشترین میزان تغییر با کاربرد تیمار چینه سرمایی ۱۵ روز برای رقم Arena به دست آمد. بیشترین درصد تنژگی پایانی مربوط به رقم Arena با کاربرد تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز و کمترین آن مربوط به رقم Mariachi با کاربرد تیمار چینه سرمایی ۱۵ روز بود. درصد تنژگی پایانی در بین دو رقم Arena و Mariachi با کاربرد تیمار چینه سرمایی ٤۵ روز تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل۳- الف). رقم Arena در هر سه مدت چینه سرمایی به ترتیب ۱/٦۹، ۲/۱۹ و ۱/٦٦ برابر سرعت تنژگی پایانی بیشتری نسبت به رقم Mariachi داشت. بنابراین تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز در رقم Arena بیشترین سرعت تنژگی پایانی را موجب شد (شکل ۳- ب).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]



شکل۲- برهمکنش رقم و غلظت‌های جلبک دریایی بر میانگین زمان لازم برای تنزگی (الف)، میانگین تنزگی روزانه (ب)، و سرعت تنزگی روزانه (ج). تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 2. Interaction of cultivars and seaweed cncentrations on Mean Time of Germination (A), Mean Daily Germination (B), and Daily Germination Speed (C). The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

جدول ۲- اثراصلی رقم و تیمارهای سرمادهی بر شاخص‌های تنزگی.

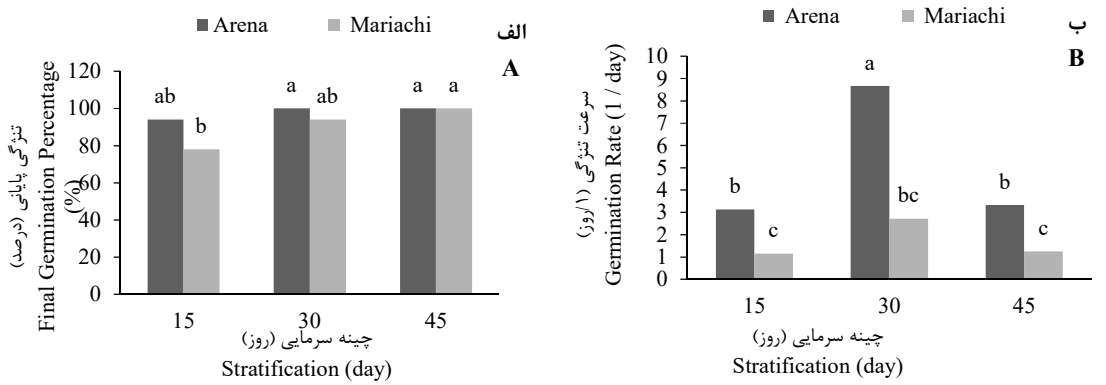
Table 2 - The main effect of cultivar and stratification treatments on germination indices.

تیمار Treatment	سرعت تنزگی (۱/روز) Germination Rate (1 / day)	تنزگی پایانی (درصد) Final Germination Percentage (%)	میانگین تنزگی روزانه (شمار) Mean Daily Germination (Number)	سرعت تنزگی روزانه (شمار) Daily Germination Speed (Number)	میانگین زمان لازم برای تنزگی (روز) Mean Time of Germination (day)
Arena	5.04[a]	98[a]	2.8[a]	0.35[b]	1.35[b]
Mariachi	1.71[b]	90.66[b]	2.59[b]	0.50[a]	2.37[a]
چینه سرمایی (روز) Stratification (day)					
15	2.14[b]	86[b]	2.45[b]	0.36[b]	2.15[a]
30	5.69[a]	97[a]	2.77[a]	0.55[a]	1.16[b]
45	2.29[b]	100[a]	2.85[a]	0.37[b]	2.27[a]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند درسطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means with the same letter are not significantly different at 5% level of LSD test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

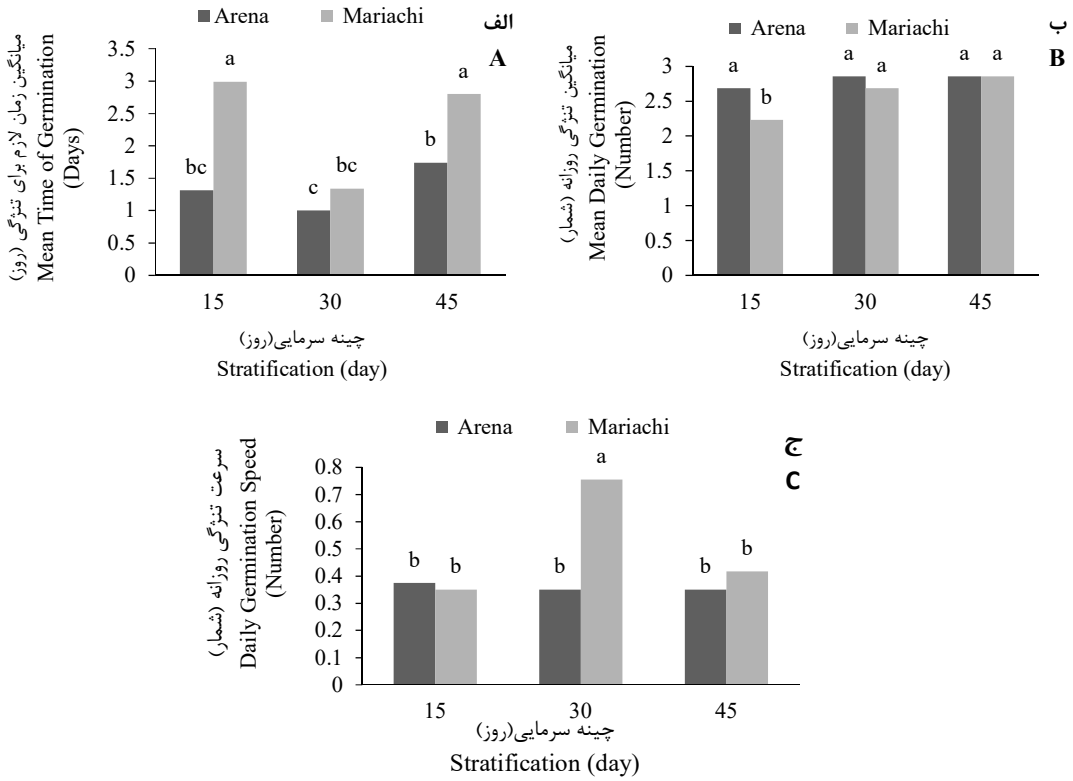


شکل ۳- برهمکنش رقم و چینه سرمایی بر درصد تنژگی پایانی (الف) و سرعت تنژگی (ب). تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 3 - Interaction of cultivars and stratification on final germination percentage (A) and germination rate (B). The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

میانگین زمان لازم برای تنژگی، رقم Mariachi در تیمارهای مختلف چینه سرمایی به ترتیب بیش از دو برابر، ۳۳/۷۸٪ و ۶۰/۹۱٪ بیش از رقم Arena بود. رقم Mariachi در چینه سرمایی ۱۵ و ٤۵ روز، بیشترین و رقم Arena در چینه سرمایی ۳۰ روز کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی را داشت (شکل ٤-الف). در اثر کاربرد تیمارهای چینه سرمایی ۱۵ و ۳۰ روز میانگین تنژگی روزانه در رقم Arena به ترتیب ۲۰/۷٪ و ۶/۳٪ افزایش نسبت به رقم Mariachi نشان داد. بر این اساس بیشترین میزان تغییر با کاربرد چینه سرمایی ۱۵ روز برای رقم Arena به دست آمد. بیشترین میانگین تنژگی روزانه در رقم Arena با کاربرد چینه سرمایی ۳۰ روز و کمترین آن در رقم Mariachi با تیمار چینه سرمایی ۱۵ روز مشاهده شد. میانگین تنژگی روزانه بین هر دو رقم Arena و رقم Mariachi در کاربرد تیمار چینه سرمایی ٤۵ روز تفاوت معنی داری نداشت (شکل ٤- ب). در برهمکنش رقم و چینه سرمایی، در اثر کاربرد تیمارهای چینه سرمایی ۳۰،۱۵ و ٤۵ روز، سرعت تنژگی روزانه در رقم Mariachi به ترتیب ۵/٤٪ کاهش، ۱۱٤٪ افزایش و ۱۷/۱٪ افزایش نسبت به رقم Arena مشاهده شد. بر این اساس بیشترین میزان تغییر با تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز برای رقم Mariachi به دست آمد. بیشترین سرعت تنژگی روزانه مربوط به رقم Mariachi با تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز و کمترین آن مربوط به رقم Arena با کاربرد تیمارهای سرمادهی ۳۰ و ٤۵ روز بود (شکل ٤- ج).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]



شکل ٤- برهمکنش رقم و چینه سرمایی بر میانگین زمان لازم برای تنزگی (الف)، میانگین تنزگی روزانه (ب)، و سرعت تنزگی روزانه (ج). تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 4 - Interaction of different cultivars and stratification on Mean Time of Germination (A), Mean Daily Germination (B), and Daily Germination Speed (C). The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

نتیجه‌های آزمایش دوم: اثر برهمکنش عصاره جلبک دریایی و تیمار چینه سرمایی

رقم Arena به ترتیب ۱۷۲٪، ۳۲/٤٪ و ۳۷/۵٪ سرعت تنزگی پایانی، میانگین و سرعت تنزگی روزانه بیشتری نسبت به رقم Mariachi داشت در حالی که میانگین زمان تنزگی در رقم Mariachi به میزان ۹۷/۵٪ بیشتر از رقم Arena بود (جدول ۳). نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد همزمان چینه سرمایی و عصاره جلبک دریایی ۱۵٤٪ سرعت تنزگی پایانی بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت. میانگین زمان تنزگی در تیمار سرمادهی ٤۵ روز و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی بیشترین میزان بود ولی با تیمارهای سرمادهی ٤۵ روز و غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و تیمار شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و در تیمارهای سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی کمترین میزان بود (جدول ۳). کاربرد همزمان چینه سرمایی – عصاره جلبک دریایی نسبت به تیمار شاهد میانگین تنزگی روزانه بیشتری داشت و در تیمارهای سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی بیشترین میزان را داشت. سرعت تنزگی روزانه در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود و در تیمارهای سرمادهی

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

۳۰ روز و غلظت ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و سرمادهی ۳۰ روز و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی کمترین مقدار بود (جدول ۳).

جدول ۳- اثر اصلی رقم و برهمکنش غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی بر شاخص‌های تنژگی.

Table 3- The main effect of cultivar and interaction of different concentrations of seaweed extract and stratification on germination indices.

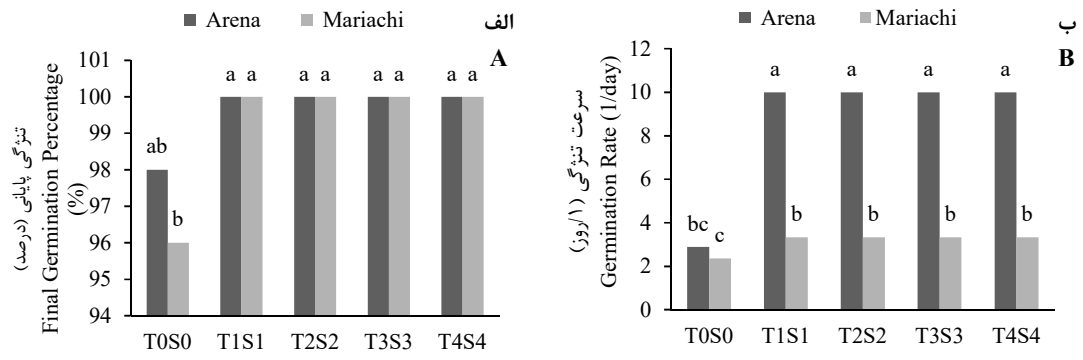
تیمار Treatment	سرعت تنژگی (۱/روز) Germination Rate (1/day)	درصد تنژگی پایانی (درصد) Final Germination Percentage (%)	میانگین تنژگی روزانه (شمار) Average Daily Germination (Number)	سرعت تنژگی روزانه (شمار) Daily Germination Speed (Number)	میانگین زمان لازم برای تنژگی (روز) Average Time for Germination (day)
Arena	8.57[a]	99.6[a]	12.65[a]	0.11[a]	1.24[b]
Mariachi	3.14[b]	99.2[a]	9.55[b]	0.08[b]	2.45[a]
T0S0	2.62[b]	97[b]	6.91[c]	0.15[a]	2.02[a]
T1S1	6.66[a]	100[a]	14.58[a]	0.07[c]	1.49[b]
T2S2	6.66[a]	100[a]	14.58[a]	0.07[c]	1.48[b]
T3S3	6.66[a]	100[a]	9.72[b]	0.1[b]	2.11[a]
T4S4	6.66[a]	100[a]	9.72[b]	0.1[b]	2.14[a]

T0S0: شاهد، T1S1: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T2S2: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، T3S3: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T4S4: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر.

T0S0: control, T1S1: 30-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T2S2: 30-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}, T3S3: 45-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T4S4: 45-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}.

کاربرد همزمان عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی نسبت به شاهد در هر دو رقم درصد تنژگی پایانی بیشتری داشت (شکل ۵- الف). در اثر کاربرد همزمان تیمارهای عصاره جلبک دریایی-چینه سرمایی (T1S1 و T2S2 و T1S1 و T2S2)، سرعت تنژگی پایانی در رقم Arena به ترتیب ۲٤٦٪ افزایش و در رقم Mariachi ٤١٪ افزایش در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین سرعت تنژگی پایانی به ترتیب در رقم Arena در تمامی تیمارهای کاربرد همزمان و کمترین آن در تیمار شاهد رقم Mariachi دیده شد (شکل ۵- ب).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]



شکل ۵- برهمکنش رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی بر درصدتنژگی پایانی (الف)، و سرعت تنژگی (ب).

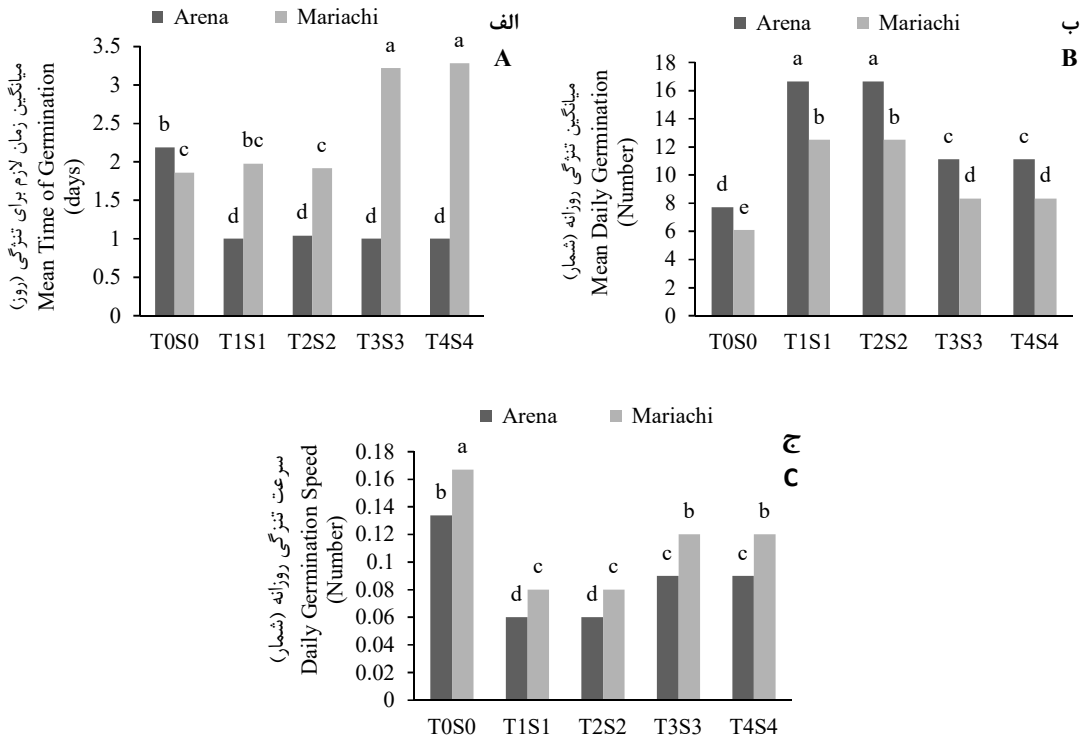
T0S0: شاهد، T1S1: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T2S2: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، T3S3: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T4S4: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر. تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 5- Interaction of cultivar and different concentrations of seaweed extract and stratification on Final Germination Percentage (A), and Germination Rate (B).

T0S0: control, T1S1: 30-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T2S2: 30-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}, T3S3: 45-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T4S4: 45-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}. The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

در برهمکنش، اثر کاربرد همزمان تیمارهای عصاره جلبک دریایی-چینه سرمایی (T1S1 و T2S2 و T3S3 و T4S4)، میانگین زمان تنژگی در رقم Arena به ترتیب ٥٤/٣٪، ٥٢/٥٪، ٥٢/٥ ٪ و ٥٤/٣٪ کاهش و در رقم Mariachi به ترتیب ٦/٤٪، ٣/٢٪، ٧٣/١٪ و ٧٦/٣٪ افزایش در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد. بر این اساس، بیشترین میزان تغییر با کاربرد تیمار T2S2 برای رقم Mariachi به دست آمد. بیشترین میانگین زمان تنژگی در رقم Mariachi با کاربرد تیمار T2S2 و کمترین آن در رقم Arena در تمام تیمارهای کاربرد همزمان عصاره جلبک دریایی - چینه سرمایی مشاهده شد (شکل ٦- الف). در برهمکنش اثر کاربرد همزمان تیمارهای عصاره جلبک دریایی - چینه سرمایی (T1S1 و T2S2 و T1S1 و T2S2)، در میانگین تنژگی روزانه در رقم Arena به ترتیب ١١٥٪ و ٤٣/٩٪ افزایش و در رقم Mariachi ١٠٤٪ و ٣٦/٥٪ افزایش در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد. بر این اساس بیشترین میزان تغییر با کاربرد تیمار T1S1 و T2S2 برای رقم Arena به دست آمد. بیشترین میانگین تنژگی روزانه به رقم Arena با کاربرد تیمارهای T1S1 و T2S2 و کمترین آن به رقم Mariachi با کاربرد تیمار شاهد مربوط بود (شکل ٦- ب). سرعت تنژگی روزانه در رقم Mariachi به ترتیب در تیمار شاهد ٢٤/٨١٪ و سایر تیمارها ٣٣/٣٣٪ بیش از رقم Arena بود و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد رقم Mariachi دیده شد (شکل ٦- ج).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]



شکل ٦- برهمکنش رقم و غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی بر میانگین زمان لازم برای تنزگی (الف)، میانگین تنزگی روزانه (ب)، و سرعت تنزگی روزانه (ج).

T0S0: شاهد، T1S1: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T2S2: تیمار سرمادهی ۳۰ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، T3S3: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۱۲۵ میلی‌لیتر در لیتر، T4S4: تیمار سرمادهی ٤٥ روز و عصاره جلبک دریایی ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر. تیمارهایی که در یک حرف در هر ستون متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 6- Interaction of cultivar and different concentrations of seaweed extract and stratification on Mean Time of Germination (A), and Mean Daily Germination (B), Daily Germination Speed (C).

T0S0: control, T1S1: 30-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T2S2: 30-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}, T3S3: 45-day stratification and seaweed extract 125 mg L^{-1}, T4S4: 45-day stratification and seaweed extract 250 mg L^{-1}. The treatments were different in one letter in each column have a significant difference of 5% based on the LSD test.

بحث

ویژگی‌هایی مانند درصد، سرعت و قدرت تنزگی بذر از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش کیفیت بذر به شمار می‌آیند و افزایش این ویژگی‌ها منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه، استقرار مناسب گیاهچه‌ها و ایجاد یک سیستم ریشه قوی می‌شود (Baskin & Baskin, 2004). نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک‌دریایی بیشترین درصد و سرعت تنزگی را در رقم Arena داشت. عصاره جلبک دریایی با داشتن ترکیب‌هایی مانند عنصرهای غذایی کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) و پرمصرف (نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) نقش مهمی در تنظیم اسمزی محیط اطراف بذر، تغذیه بذر و فعال‌سازی برخی فرآیندهای زیست شیمیایی (به عنوان عامل کمکی برای برخی آنزیم‌ها) دارند. افزون بر عنصرهای

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

مغذی، در پژوهش‌های بسیاری گزارش شده است که عصاره جلبک‌های قهوه‌ای سرشار از هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین هستند (Wang *et al.,* 2003). سیتوکینین‌ها ارتباط مستقیم با افزایش تقسیم یاخته‌ای در بذر و فعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز دارند که می‌تواند باعث افزیش سرعت و درصد تنژگی شود (Morrow *et al.*, 2008). همچنین جیبرلین و اکسین موجود در عصاره جلبک موجب شکست خفتگی بذر، تحریک رشد گیاهچه (ساقه‌چه+ریشه‌چه) و استقرار مناسب جوانه در خاک می‌شود. از سوی دیگر، جیبرلین باعث افزایش طول دیواره یاخته‌ای می‌شود و به دنبال آن باعث هیدرولیز ترکیب‌های نشاسته‌ای به قندهای ساده مانند گلوکز و یا فرکتوز می‌شود که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی یاخته‌ها شده و ورود آب به داخل یاخته را آسان می‌کند. در پژوهشی روی گندم مشاهده شد که کاربرد عصاره جلبک دریایی در افزایش معنی‌دار شاخص‌های تنژگی نقش دارد (Kim *et al.,* 2004). در این پژوهش مشاهده شد که با افزایش روزهای چینه سرمایی، درصد تنژگی پایانی و میانگین تنژگی روزانه روند افزایشی داشت. برای بسیاری از گونه‌های گیاهی سرمادهی موجب افزایش درصد تنژگی می‌شود (Bergstrand *et al.,* 2016). سرمادهی یا پیش‌سرمادهی می‌تواند برای بذرهایی که دارای خفتگی درونی هستند دوره سرد زمستان را شبیه‌سازی کند و موجب پیش‌رس شدن تنژگی و بیشینه سرعت تنژگی شود (Bergstrand *et al.,* 2016).

در پژوهشی گزارش شده است که تیمار سرمادهی اثر مثبتی بر حذف مانع‌های تنژگی بذرهای لگجی[1] دارد (Bergstrand *et al.,* 2016). در پژوهشی نیز افزایش تنژگی را ناشی از شکافته‌شدن پوسته بذر در اثر سرما گزارش کردند (Budelsky & Galatowitsch, 1999). آزمایشی با عنوان سرمادهی خشک و چینه سرمایی بذر در دمای ۱۰ درجه سلسیوس و در محیط تاریک روی بذر گل لیلا انجام گرفته و گزارش شده که یکنواختی و سرعت تنژگی بذر گل لیلا پس از تیمار چینه سرمایی، در مقایسه با تیمار سرمادهی خشک و تیمار شاهد بهتر صورت گرفته است (Fukushima *et al.,* 2018). نتیجه‌های پژوهش حاضر با نتیجه‌های پژوهش نامبرده همخوانی دارد و مشاهده شد که تیمار ۳۰ روز چینه سرمایی به ترتیب بیشترین میزان سرعت تنژگی پایانی و کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی را موجب شد. رقم Arena در هر سه مدت چینه سرمایی سرعت تنژگی پایانی بیشتری نسبت به رقم Mariachi داشت. همچنین رقم Arena در تیمار چینه سرمایی ۳۰ و ٤٥ روز بیشترین درصد تنژگی پایانی را داشت. در پژوهشی تیمارهای تاریکی و چینه سرمایی در دمای ۵ درجه سلسیوس برای تنژگی بذرهای گیاه اکومیس[2] انجام شده است که این تیمارها، اثر چشمگیری بر تنژگی بذر اکومیس در مقایسه با تیمار شاهد داشته است (Kulkarni *et al.,* 2006). در آزمایشی دیگر اثر چینه سرمایی و نور در تنژگی بذر گیاه نراد کره ای[3] مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه‌ها نشان داد سرعت بخشی به تنژگی بذر با تیمار چینه سرمایی در مقایسه با تیمار شاهد بهتر انجام شد (Fukushima *et al.,* 2018). آزمایشی برای بررسی اثرهای سرمادهی صفر، ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ روز و ترکیب جیبرلیک اسید و سرمادهی روی تنژگی بذر در توت سیاه[4] انجام شد. بذرهایی که به مدت ۱۰۰ روز در تیمار سرمادهی قرار داشتند، ۸۸٪ تنژگی داشتند. ترکیب تیمارهای ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰۰ روز سرمادهی موجب ۹٦٪ تنژگی در بذرها شد (Koyuncu, 2005).

۱- *Capparis spinosa* L. ۲- *Eucomis bicolor* B. ۳- *Abies koreana* E.H.W. ٤- *Morus nigra* L.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

نتیجه‌گیری

با توجه به نتیجه‌های آزمایش نخست، رقم Arena در غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی سرعت تنژگی پایانی بیشتر (٦٥/٨٨٪) و میانگین زمان تنژگی کمتر و معنی‌داری نسبت به رقم Mariachi داشت. بذرهای تیمار شده با چینه سرمایی در رقم Arena، درصد و سرعت تنژگی پایانی بیشتر و میانگین زمان تنژگی کمتر و به طور معنی‌دار نسبت به رقم Mariachi داشتند و در تیمار چینه سرمایی ۳۰ روز، به طور معنی‌دار، بیشترین سرعت تنژگی پایانی و کمترین میانگین زمان تنژگی مشاهده شد. در پایان، با توجه به نتیجه‌های آزمایش دوم، درصد و سرعت تنژگی پایانی و میانگین تنژگی روزانه رقم Arena، در کاربرد همزمان عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی نسبت به رقم Mariachi افزایش معنی‌دار داشت و همه تیمارهای کاربرد همزمان عصاره جلبک دریایی و چینه سرمایی به طور معنی‌دار، درصد و سرعت تنژگی پایانی بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند.

منابع

Baskin, J.M., Baskin, C.C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, *14*,1-16.

Bergstrand, K.J., Mortensen, L.M., Suthaparan, A., Gislerod, H.R. (2016). Acclimatisation of greenhouse crops to differing light quality. *Journal of Horticultural Science*, *204*, 1-7.

Budelsky, R.A., Galatowitsch, S.M. (1999). Effects of moisture, temperature, and time on seed germination of five wetland Carices: implications for restoration. *Restoration Ecology*, *7*, 86-97.

Fukushima, K., Kajihara, S., Ishikura, S., Katsutani, N., Goto, T. 2018. Effect of re-drying seed after wet treatment at 10^0C on the germination and growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Horticultural Journal*, *87*, 413-420.

Jothinayagi, N., Anbazhagan, C. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer of Sargassum wightii on the growth and biochemical characteristics of (*Abelmoschus esculentus* L.) Medikus. *Recent Research in Science and Technology*, *1* (4), 155-158.

Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M., Sager, J.C. (2004). Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red and bluelight-emitting diodes. *Journal of Horticultural Science*, *39*, 1617-1622.

Khan, W., Rayirath, U.P., Subrananian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth. *Journal of Plant Growth Regulation*, *28*, 386-399.

Koyuncu, F. (2005). Breaking seed dormancy in black mulberry (*Morus nigra* L.) by cold stratification and exogenous application of gibberellic acid. *Journal Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, *47*, 23-26.

Kulkarni, M.G., Sparg, S.G., Van Staden, J. (2006). Dark conditioning, cold stratification and a smoke-derived compound enhance the germination of *Eucomis autumnalis* subsp. autumnalis seeds. *South African Journal of Botany*, *72*, 157-162.

Morrow, R.C. (2008). LED lighting in horticulture. *Horticultural Science*, *43*, 1947-1950.

Popescu, M. (2016). comparative studies of seaweeds extract on seeds germination of tomato. *Current Trends in Natural Sciences*, *5*(10), 117-122.

Pringle, J.S. (2014). Morphological Characteristic of The Family Gentianaceae. In: Rybczynski, J.J., Davey, M.R., Mikula, A. (eds.) Characterization and Ecology. Springer Berlin Heidelberg, Canada. pp: 1-2.

Sharafizad, M., Naderi, A., Siadat, S.A., Sakinejad, T., Lak, Sh. (2013). Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. *Journal of Agricultural Science*, *5* (3), 179- 199.

Stirk, W.A., Novak, M.S., Staden van, J. (2003). Cytokinins in macroalgae. *Plant Growth Regulation*, *41*, 13-24.

Stirk, W., Tarkowska, D., Ture Cova, V., Strnad, M., Van staden, J. (2014). Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak, a commercial seaweed extractmade from *Ecklonia maxima*. *Journal of Applied Phycology*, *26*, 561-567.

Tuhy, L., Chowanska, J., Chojnacka, K. (2013). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth. *Chemik Journal*, *67*(7), 636-641.

Wang, Z., Pote, J., Huang, B. (2003). Responses of cytokinins, antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in shoots of creeping bentgrass to high root-zone temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *128*: 648-655.

Zhang, Z., Ervin, E.H. (2004). Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, *44*, 10- 15.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]

Flower and Ornamental Plants (2020): 5(2): 109 –122
Research article

Effect of stratification and seaweed extract on germination indices of two cultivars of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.)

Ahmad Reza Mohammadi, Maryam Haghighi, Ali Nikbakht*
Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan
anikbakht@cc.iut.ac.ir

This study was conducted to investigate the effect of seaweed extract, stratification, and the combined application of the best results in these two treatments on seed germination characteristics of two Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.) cultivars (Arena and Mariachi). The first experiment consisted of seaweed extract containing 5 concentrations of 0, 250, 500, 750, and 1000 ml L^{-1} and stratification treatment of seeds at 4 °C (before planting) for 15, 30, and 45 days as it was applied separately to determine the best concentration and the best time. In the second experiment, the best results obtained from the first experiment included treatment of stratification (30 and 45 days of stratification) and seaweed extract (125 and 250 ml L^{-1}) combined based on a factorial experiment in five replications on seed germination of two cultivars of Lisianthus was examined. The results showed that the percentage and speed of final germination, and the average daily germination in Arena cultivar was higher than Mariachi cultivar. With the increase of stratification days, the percentage of final germination and the average daily germination had an increasing trend. The 30-day stratification treatment and 125 ml and 250 ml of seaweed extract resulted in the highest final germination rate and the lowest average germination time. Interaction of stratification and seaweed extract had a higher average daily germination than the control treatment. The use of seaweed extract had a positive effect on germination indices compared to the control. With the increasing concentration of seaweed extract, the need for stratification decreased.

Keywords: 'Arena', Germination percentage, Germination rate, 'Mariachi', Seed, Stratification.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.5.8]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.109]