پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد ۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱ (ص ۲۰۴-۱۸۵)
Vol. 1, No.2 Autumn and Winter 2022 (185-204)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
10.22092/RHSJ.2023.129013

بررسی اثر ترکیب آلی‌آمینو بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی نهال‌های پسته

مریم افروشه[1*]، حمید علی‌پور[1]، علی تاج‌آبادی‌پور[1]، فهیمه حسینی[2]، امان الله جوانشاه[1] و محمد عبدالهی‌عزت‌آبادی[1]

۱- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

۲ - محقق گروه کیا نهال مهرگان، مرکز رشد و فناوری پژوهشکده پسته

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۳

چکیده

پسته (*Pistacia vera*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی و صادراتی در ایران است. گونه‌های مختلف جنس پسته فقط با بذر تکثیر می‌شوند. در این ارتباط در نهالستان‌ها تسریع در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه‌های قوی حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی پیش‌تیمار بذر پسته و محلول‌پاشی نهال‌ها با استفاده از ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد نهال‌های پسته در شرایط آزمایشگاه و گلخانه و تعیین بهترین سطح کاربرد این ترکیب بود. آزمایش اول، بررسی تاثیر پیش‌تیمار بذر (با ترکیب آلی‌آمینو ۵ در هزار) روی جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی بود. در این آزمایش، درصد، سرعت و متوسط جوانه‌زنی؛ طول، وزن خشک و وزن تر ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه؛ شاخص‌های طولی و وزنی گیاهچه در دو نوع بذر قزوینی و بادامی زرند اندازه‌گیری شدند. در آزمایش دوم، تاثیر محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو (۳ و ۵ در هزار) در نهال‌های ۳ و ۵ ماهه گلخانه‌ای (۳ دوره محلول‌پاشی با فواصل ۲۵ روز) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۶ تکرار اجرا شد. در این آزمایش، صفات رشدی از جمله ارتفاع نهال، قطر ساقه، فاصله میان‌گره، تعداد برگ و حجم ریشه ارزیابی شدند. در آزمایش سوم، اثر ترکیبی پیش‌تیمار بذر (۵ در هزار) و محلول‌پاشی (۳ و ۵ در هزار) (محلول‌پاشی با فواصل ۲۵ روز) این ترکیب بر شاخص‌های رشد نهال‌ها در محیط هیدروپونیک در شرایط گلخانه بررسی شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۶ تکرار اجرا شد. در این آزمایش نیز، صفات رشدی نهال‌ها از جمله ارتفاع نهال، قطر ساقه، فاصله میان‌گره، تعداد برگ و سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و حجم ریشه ارزیابی شدند. در نهایت، سطح بهینه کاربرد دو فاکتور پیش‌تیمار بذر و محلول‌پاشی با طرح آزمایشی DOE تعیین گردید. نتایج آزمایش اول نشان داد، بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی و شاخص طولی و وزنی بنیه بذر در بذر قزوینی بود که در مقایسه با بذر بادامی‌زرند به‌ترتیب ۱۰، ۲۷۳ و ۲۳۰ درصد افزایش داشت. پیش‌تیمار بذر با ترکیب آلی‌آمینو ۵ در هزار به طور معنی‌دار باعث افزایش متوسط سرعت جوانه‌زنی (۴۴/۸ %) و رشد ریشه‌چه (۵۴/۷ %) گردید. نتایج آزمایش دوم نشان داد، غلظت ۵ در هزار در نهال‌های ۳ ماهه تاثیر معنی‌داری در افزایش تعداد برگ (۵۰/۹ %)، افزایش حجم ریشه (۳ %) و کاهش تعداد برگ آسیب دیده (۱۰۰ %) نسبت به شاهد گردید. نتایج آزمایش سوم بر اساس طرح آزمایشی DOE نشان داد که بهترین سطح پاسخ با بالاترین بازده و کارایی مربوط به محلول‌پاشی ۵ در هزار آمینواسید (طی ۳ نوبت ۲۵ روزه) به همراه پیش‌تیمار بذر (۵ در هزار) می‌باشد.

واژگان کلیدی: نهال، پسته، اسید آمینه، پیش‌تیمار، رشد.

Evaluation of the effect of the organic amino commercial compound on germination and growth characteristics of pistachio seedlings.

Maryam Afrousheh[1*], Hamid Alipour[1], Ali Tajabadipour[1], Fahime Hosseini[2], Amanollah Javanshah[1], Mohamad Abdolahi ezatabadi[1]

1 Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
2 Researcher of Kia Nahal Mehregan group, Pistachio Technology Incubator, Pistachio Research Center

Abstract

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is one of the most important horticultural and export products in Iran. Different species of pistachio are propagated only by seeds. In this regard, it is essential to speed up the germination and production of the strongest seedlings in nurseries. The purpose of this research was to investigate pistachio seed priming and seedling spraying using the organic amino compound "Cheshmgir" on the germination and growth characteristics of pistachio seedlings in laboratory and greenhouse conditions and to determine the best level of application of this compound. The first experiment was to investigate the effect of seed priming treatment (organic amino compound 5 per thousand) on germination in laboratory conditions. In this experiment, the percentage, speed and average of germination; length, fresh and dry weight of stemlet, rootlet and seedling; vigour index were measured in two types of Qazvini and Badami-e-Zarand seeds. In the second experiment, the effect of spraying organic amino compounds (3 and 5 per thousand) was investigated on 3 and 5-month-old seedlings (3 periods of foliar spraying with 25 days intervals). This experiment was conducted in a completely random statistical design with 6 treatments and 6 replications. In this experiment, growth traits such as seedling height, stem diameter, internode distance, number of leaves and root volume were evaluated. In the third experiment, the combined effect of priming (5 per thousand) and spraying (3 and 5 per thousand) (during 3 periods of spraying with intervals of 25 days) of this combination was evaluated on the growth traits of seedlings in hydroponic culture under greenhouse conditions. This experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with 6 treatments and 6 replications. In this experiment, the growth characteristics of seedlings were evaluated, including seedling height, stem diameter, internode distance, number of leaves and leaf area, fresh and dry weight of shoot and root, and root volume. Finally, the optimal application level of the two factors of seed priming and foliar spraying was determined by DOE experimental design. The results of the first experiment showed that the highest germination speed and the length and weight vigour index of seed were in Qazvini seeds, which were increased by 10, 273 and 230%, respectively, in comparison with Badami-e-Zarand seeds. Seed priming with organic amino compound 5 per thousand significantly increased the average rate of germination (44.8%) and root growth (54.7%). The results of the second experiment showed that the concentration of 5 per thousand in 3-month-old seedlings had a significant effect on increasing the number of leaves (50.9%), increasing the root volume (3%) and reducing the number of damaged leaves (100%) compared to the control. The results of the third test based on the DOE experimental plan showed that the best level of response with the highest efficiency and efficiency was related to the application of 5 per thousand foliar spraying of amino organic compound (during 3 times with intervals of 25 days) along with seed priming.

Keywords: Pistachio seedlings, Amino acid, Priming, Growth, Optimal level.

* نویسنده مسئول: ma.afrousheh@yahoo.com

۱- مقدمه

ویژگی متحمل بودن پسته به تنش‌های محیطی سبب افزایش سطح زیر کشت آن طی سال‌های اخیر شده است. بر اساس آمارنامه سطح زیر کشت پسته در ایران بیش از ۴۹۸/۷ هزار هکتار است و طی سال‌های اخیر، ۴ درصد به سطح زیرکشت آن در استان‌های مختلف اضافه شده است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸). پسته بخش مهمی از صادرات محصولات کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است. کاشت آن به صورت بذر در نهالستان‌های پسته انجام می‌گیرد و سپس نهال‌های استقرار یافته به باغات انتقال داده می‌شوند (پناهی و همکاران، ۱۳۸۰). به‌طور کلی، هزینه‌های تهیه نهال در مقایسه با سایر محصولات باغبانی بالا است. این هزینه‌ها در ارتباط با تهیه خاک و بذر مناسب و فراهم آوردن شرایط مناسب طی استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد. در این ارتباط استفاده از روش‌های تسهیل‌کننده جوانه‌زنی شامل پیش‌تیمار با ترکیبات محرک رشد مناسب می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی از قبیل درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی گردد. امروزه تکنیک‌های پیش‌تیمار و پوشش‌دهی، یکی از روش‌های مهم توانمندسازی بذر هستند که در فرآیند تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته و حتی در آینده به بهبود کمی و کیفی محصول تحت شرایط نامساعد محیطی و زیستی کمک می‌نمایند. در ارتباط با پسته، بهبود خصوصیات کمی و کیفی محصول می‌تواند باعث افزایش ارزش اقتصادی و ارزآوری آن گردد. بنابراین کاربرد شیوه‌های تقویت‌کننده بذر به منظور افزایش میزان جوانه‌زنی از اهمیت بالایی برخوردار است (توکل افشاری و همکاران، ۱۳۸۷). پیش‌تیمار کردن بذر یکی از روش‌های تقویت‌کننده بذر است که به منظور جلوگیری از آلودگی‌های قارچی، آسان کردن عملیات بذرکاری، افزایش سرعت و میزان درصد جوانه‌زنی، افزایش سرعت و توان استقرار گیاه استفاده می‌شود (جعفریان لاهوتی، ۱۳۸۵; ظهوریان مهر، ۱۳۸۵; Kephart *et al*, 2004). پیش‌تیمار بذر می‌تواند برخی از فرآیندهای بیوشیمیایی لازم برای آغاز فرآیند جوانه‌زنی مانند شکستن خواب بذر، هیدرولیز و یا متابولیسم مواد بازدارنده، جذب آب و فعالیت‌های آنزیمی را القاء کند. این فرآیندها، جوانه‌زنی را تسریع می‌کنند و باعث افزایش درصد جوانه‌زنی نیز می‌شوند (Musa *et al.,* 1999). پیش‌تیمار بذر باعث افزایش سطح انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP ، افزایش سنتز DNA و RNA ، افزایش تعداد و در عین‌حال ارتقای عملکرد میتوکندری‌ها می‌شود. این تکنیک باعث افزایش جوانه‌زنی بذرها حتی در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل تنش‌های شوری، خشکی و دما نیز می‌گردد (Demir Kaya *et al.,* 2006).

اسیدهای‌آمینه به عنوان اجزای پپتیدها، هورمون‌های پپتیدی، پروتئین‌های ساختاری و ایمنی، همراه با اسیدهای نوکلئیک، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها، مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های زیستی می‌باشند که در کلیه فرآیندهای زیستی گیاه نقش دارند (Paleckiene, 2007; Gawronska, 2008; Faten *et al*., 2010; Grishin et al., 2019). بررسی منابع حاکی از اثرات مثبت این ترکیبات تحت شرایط تنش‌های محیطی (Suguiyama et al., 2014; Obata et al., 2015; Warth et al., 2015; Khan et al., 2018a) و زیستی (Maeda & Dudareva, 2012) می‌باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در کشور ایران، مسائل مربوط به کاشت و توسعه آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف این پروژه، بررسی تاثیر پیش‌تیمار و محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو روی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی نهال‌های پسته و تعیین سطح بهینه کاربرد می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط گلخانه با میانگین دمای

گلخانه ۳±۲۷ درجه‌سانتی‌گراد، میانگین رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دارای ۱۶ ساعت روشنایی در تابستان انجام شد.

۲-۱-آزمایش اول: بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر جوانه‌زنی بذر در شرایط آزمایشگاه

در این آزمایش از بذرهای دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی (Pistacia vera cv. Ghazvini and Badami-e-Zarand) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار بذور خیسانده شده در آب مقطر (شاهد) و بذور خیسانده شده در محلول ۵ در هزار ترکیب آلی‌آمینو با نام تجاری «چشمگیر» (محصول شرکت فناور نوپویان بهین رشد زرین) به‌مدت ۳۰ دقیقه در شرایط آزمایشگاه استفاده شد. در ابتدا بذرها با محلول ۱۰ درصد مایع سفیدکننده (حاوی ۰/۵ درصد هیپوکلریت سدیم) به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی سطحی شده و پس از سه بار شستشو با آب مقطر استریل، به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند. پس از آن بذرها به مدت ۳۰ دقیقه در محلول ۵ در هزار ترکیب آلی‌آمینو خیسانده شده و بذرها به تعداد ۶ عدد در پتری‌دیش‌های ۵ سانتی‌متری با ۱۰ تکرار بین دو کاغذ صافی استریل گذاشته شدند. به منظور تامین رطوبت مورد نیاز بذور، کاغذهای صافی با حجم کافی آب مقطر استریل مرطوب شده و پتری‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تعداد بذور جوانه‌زده به صورت روزانه یادداشت‌برداری شد.

صفات مورد بررسی شامل درصد، سرعت و متوسط جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بودند. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج و رویت ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود (ISTA, 2008). پس از ۷ روز یادداشت‌برداری، شاخص طولی و وزنی گیاهچه‌های حاصله اندازه‌گیری شدند. از هر پتری دیش ۳ گیاهچه به طور تصادفی برای اندازه‌گیری انتخاب گردید. پس از قراردادن گیاهچه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه‌سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت، وزن خشک آن‌ها با ترازوی حساس با درجه تفکیک یک‌ده‌هزارم گرم اندازه‌گیری شد. صفات مورد بررسی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

۱- درصد جوانه‌زنی (Germination Percent):

$$GP = 100 \times \frac{ni}{N}$$

در این فرمول ni تعداد بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذرهای کشت شده است (حسینی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۵؛ Shah et al., 2002).

۲-سرعت جوانه‌زنی (germination speed): این شاخص با متوسط جوانه‌زنی رابطه عکس دارد.

$$RS = \sum(N_G / D_i)$$

RS سرعت جوانه‌زنی، NG تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، Di تعداد روز تا شمارش n ام (Maguire, 1962).

۳-متوسط زمان جوانه‌زنی (Mean time to germination): شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر را نشان می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$MTG = \sum(n \times d) / \sum n$$

n تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز، d تعداد روزهای شمارش از شروع آزمایش (Ellis and Roberts, 1980).

۴-ضریب سرعت جوانه‌زنی (Coefficient of velocity of germination): این فرمول سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر را نشان می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$CVG = \sum(G1 + G2 + \ldots + Gn) / \sum(1 \times G1) + (2 \times G2) + \ldots$$

G تعداد بذرهای جوانه‌زده از روز اول تا آخر

آزمون است (Scotl *et al.*, 1984).

۵-متوسط جوانه‌زنی روزانه (Mean daily germination): این شاخص سرعت جوانه‌زنی روزانه را نشان می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$MDG = (FGP)/D$$

FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی (طول دوره اجرای آزمون) است (Hunter *et al.*, 1984).

۶-شاخص طولی و وزنی گیاهچه (Seedling vigour index):

(سلطانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Judi and sharifzade, 2006).

= شاخص طولی بنیه بذر
میانگین طول گیاهچه (سانتی‌متر)
×
درصد جوانه‌زنی استاندارد

= شاخص وزنی بنیه بذر
وزن خشک گیاهچه (گرم)
×
درصد جوانه‌زنی استاندارد

۲-۲-آزمایش دوم: بررسی اثر محلول‌پاشی ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر روی نهال‌های سه‌ماهه و پنج‌ماهه گلخانه‌ای

در این آزمایش تاثیر محلول‌پاشی ترکیب تجاری آلی‌آمینو در نهال‌های ۳ و ۵ ماهه گلخانه‌ای طی ۳ دوره محلول‌پاشی با فواصل ۲۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۶ تکرار با تیمارهای آزمایشی زیر اجرا شد.

تیمارهای آزمایشی شامل:

۱. نهال ۳ ماهه بادامی زرند بدون محلول‌پاشی (شاهد)
۲. نهال ۳ ماهه بادامی زرند با محلول‌پاشی ۳ در هزار
۳. نهال ۳ ماهه بادامی زرند با محلول‌پاشی ۵ در هزار
۴. نهال ۵ ماهه بادامی زرند بدون محلول‌پاشی (شاهد)
۵. نهال ۵ ماهه بادامی زرند با محلول‌پاشی ۳ در هزار
۶. نهال ۵ ماهه بادامی زرند با محلول‌پاشی ۵ در هزار

سپس ارزیابی شاخص‌های رشدی نهال‌ها در شرایط گلخانه به شرح ذیل انجام شد.

ارتفاع ساقه و طول ریشه: این شاخص‌ها با کمک خط‌کش مدرج میلی‌متری اندازه‌گیری شد.

قطر ساقه: این شاخص با کمک کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد.

فاصله میان‌گره: این شاخص از طریق شمارش کل برگ‌های موجود و ریزش‌یافته نسبت به ارتفاع نهال تعیین گردید.

تعداد برگ: با شمارش برگ تعیین گردید.

حجم ریشه: در حجم مشخصی آب، ریشه غوطه‌ور شد و بر اساس تغییر حجم آب، حجم ریشه ارزیابی گردید.

۲-۳-آزمایش سوم: بررسی اثر ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر شاخص‌های رشدی نهال‌ها در شرایط گلخانه

جهت انجام آزمایش، ابتدا بذرهای پسته بادامی‌زرند به مدت ۵ دقیقه در محلول محلول ۱۰ درصد مایع سفیدکننده (حاوی ۰/۵ درصد هیپوکلریت سدیم) ضدعفونی و پس از سه بار شستشو با آب مقطر سترون، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر سترون خیسانده شدند. سپس بذرها به دو گروه تقسیم شدند. بذرهای گروه اول به مدت ۳۰ دقیقه در محلول ۵ در هزار ترکیب آلی‌آمینو خیسانده شده (پیش‌تیمار بذرها) و سپس در گلدان‌های حاوی پرلیت کاشته شدند. بذرهای گروه دوم بدون پیش‌تیمار و به صورت مستقیم در گلدان‌های حاوی پرلیت کاشته شدند. تغذیه هر دو گروه از نهال‌ها با استفاده از محلول غذایی هوگلند ۱/۲ غلظت انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۶ تکرار با تیمارهای آزمایشی زیر اجرا شد:

۱. بذر بادامی زرند بدون پیش‌تیمار
۲. بذر بادامی زرند بدون پیش‌تیمار+ محلول‌پاشی ۳ در هزار
۳. بذر بادامی زرند بدون پیش‌تیمار+ محلول‌پاشی ۵ در هزار
۴. بذر بادامی زرند با پیش‌تیمار با ترکیب آلی‌آمینو
۵. بذر بادامی زرند با پیش‌تیمار با ترکیب آلی‌آمینو+ محلول‌پاشی ۳ در هزار
۶. بذر بادامی زرند با پیش‌تیمار با ترکیب آلی‌آمینو+ محلول‌پاشی ۵ در هزار

سپس ارزیابی شاخص‌های رشدی نهال‌ها در شرایط گلخانه به شرح ذیل انجام شد:

ارتفاع ساقه و طول ریشه: این شاخص‌ها با کمک خط‌کش مدرج میلی‌متری اندازه‌گیری شد.

قطر ساقه: این شاخص با کمک کولیس دیجیتال (واحد میلی‌متر) اندازه‌گیری شد.

فاصله میان‌گره: با شمارش کل برگ‌های موجود و ریزش یافته نسبت به ارتفاع نهال تعیین گردید.

تعداد برگ: با شمارش برگ تعیین گردید.

سطح برگ: با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter AM100) اندازه‌گیری شد.

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه: این شاخص‌ها با کمک ترازوی (واحد میلی‌گرم) اندازه‌گیری شد.

حجم ریشه: در حجم مشخصی آب، ریشه غوطه‌ور می‌شود. بر اساس تغییر حجم آب، حجم ریشه (واحد سانتی‌متر مکعب) ارزیابی گردید.

در این تحقیق، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. نمودارها در نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

همچنین طرح آزمایشی DOE با هدف تعیین مقدار بهینه از سطوح انتخاب شده از فاکتورها و متغیر سطح پاسخ برآورد شد. در این پروژه، تعداد آزمایش‌ها (به طور تصادفی) و تعداد فاکتور و سطوح کاربردی بر مبنای فاکتوریل کامل (fullfactorialdesignofexperiments) به شرح ذیل بود (جدول ۱ و ۲).

جدول -۱ تعداد آزمایش‌ها در طرح فاکتوریل کامل

Design Table (randomized)			
پرایم شدن بذر (prim)	محلول‌پاشی برگی(Foliar application)	بلوک	تعداد آزمایش
۱	۱	۱	۱
۲	۱	۱	۲
۱	۲	۱	۳
۲	۲	۱	۴
۱	۲	۲	۵
۱	۱	۲	۶
۲	۲	۲	۷
۲	۱	۲	۸
۱	۱	۳	۹
۱	۲	۳	۱۰
۲	۱	۳	۱۱
۲	۲	۳	۱۲

جدول ۲- تعداد فاکتور و سطوح کاربردی در طرح فاکتوریل کامل

اطلاعات فاکتورها		
غلظت کاربردی	**سطوح**	**فاکتورها**
۵ ;۳	**۲**	**محلول‌پاشی برگی** (foliar application)
بدون پیش‌تیمار; با پیش‌تیمار (non-prim;prim)	**۲**	**پیش‌تیمارشدن بذر**(prim)

جدول ۳- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	**درجه آزادی**	**درصد جوانه‌زنی**	**متوسط سرعت جوانه‌زنی**	**ضریب سرعت جوانه‌زنی**	**متوسط جوانه‌زنی روزانه**	**شاخص طولی بنیه بذر**	**شاخص وزنی بنیه بذر**
نوع بذر	۱	۲۰۸/۳ ns	۰/۲۴۴ ns	۰/۰۰۲ *	۲/۰۸۳ ns	۵۱۱۷۰۷ *	۲۳/ ۲۹ **
تیمار	۱	۸/۳۳ ns	۷/۶۲۹ **	۰/۰۲۴ **	۰/۰۸۳ ns	۴۴۸۵/۳۳ ns	۱/۵۹۹ ns
نوع بذر × تیمار	۱	۸/۳۳ ns	۰/۳۲۸ ns	۰/۰۰۲ *	۰/۰۸۳ ns	۴۴۰۸/۳۳ ns	۰/۳۸۲ ns
خطای آزمایشی	۶	۱۳۳/۲۳	۰/۱۱۸	۰/۰۰۰۱	۱/۳۳۳	۴۸۶۶۶/۲۲	۶/۳۴۳
%CV	–	۴	۳	۳	۲	۳	۲

ns تغییرات معنی‌دار نیست، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	**درجه آزادی**	**وزن تر ریشه‌چه**	**وزن تر ساقه‌چه**	**وزن تر گیاهچه**	**وزن خشک ریشه‌چه**	**وزن خشک ساقه‌چه**	**وزن خشک گیاهچه**	**طول ریشه‌چه**	**طول ساقه‌چه**
نوع بذر	۱	۰ /۰۱۴*	۰ /۰۲۱*	۰ /۰۷*	۰ /۰۰۲**	۰ /۰۰۳**	۰ /۰۱۱**	۳۱۷ /۲**	۷۶ /۵۰*
تیمار	۱	۰/ ۰۰۶ ns	۰/ ۰۰۴ ns	۰/ ۰۱۹ns	۰/ ۰۰۰۰۱ ns	۰/ ۰۰۰۰۱ ns	۰/ ۰۰۱ ns	۲۴/۳۹*	۰ /۵۲۱ ns
نوع بذر × تیمار	۱	۰/ ۰۰۱ ns	۰/ ۰۰۱ ns	۰/ ۰۰۲ ns	۰/ ۰۰۰۰۳ ns	۰/ ۰۰۰۱ ns	۰/ ۰۰۰۱ ns	۱۴/۷۴ ns	۰/۱۸۸ ns
خطای آزمایشی	۶	۰ /۰۰۲	۰ /۰۰۴	۰ /۰۱۱	۰ /۰۰۰۰۱	۰ /۰۰۰۰۱	۰ /۰۰۰۱	۴ /۶۸	۷/ ۳۳۲
%CV	–	۴	۳	۳	۲	۳	۲		

ns تغییرات معنی‌دار نیست، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد..

۳- نتایج

بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر جوانه‌زنی بذر در شرایط آزمایشگاه

نتایج تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج، در بذرهای مورد بررسی قزوینی و بادامی ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص طولی بنیه بذر، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد و شاخص وزنی بنیه بذر و صفات مربوط به وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده شاخص طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و دو شاخص متوسط سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. نتایج اثرات متقابل نوع بذر و تیمار نیز نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

نتایج مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده، بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی و شاخص طولی و وزنی بنیه بذر در بذر قزوینی حاصل گردید که در مقایسه با بذر بادامی زرند به‌ترتیب ۱۰، ۲۷۳ و ۲۳۰ درصد افزایش داشت. بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین میزان وزن تر (۱۱۰٪) و وزن خشک گیاهچه (۲۱۰٪) در بذر قزوینی بیشتر از بذر بادامی زرند بود.

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده.

بذر	درصد جوانه‌زنی	متوسط سرعت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	شاخص طولی بنیه بذر	شاخص وزنی بنیه بذر
بادامی زرند	۶۸/۳۳۳ a	۴/۲۰۸ a	۰/۲۲۸ b	۶/۸۳۳ a	۱۵۱/۱۶۷ b	۱/۲۱۳ b
قزوینی	۷۶/۶۶۷ a	۴/۴۹۳ a	۰/۲۵۱ a	۷/۶۶۷ a	۵۶۴/۱۶۷ a	۴/۰۱ a

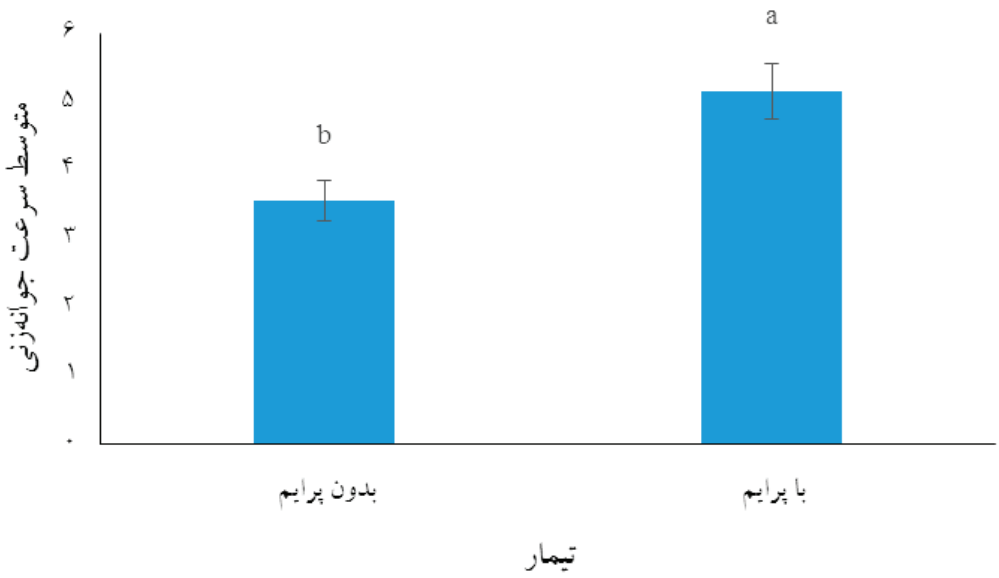
در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ ٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

ادامه جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده.

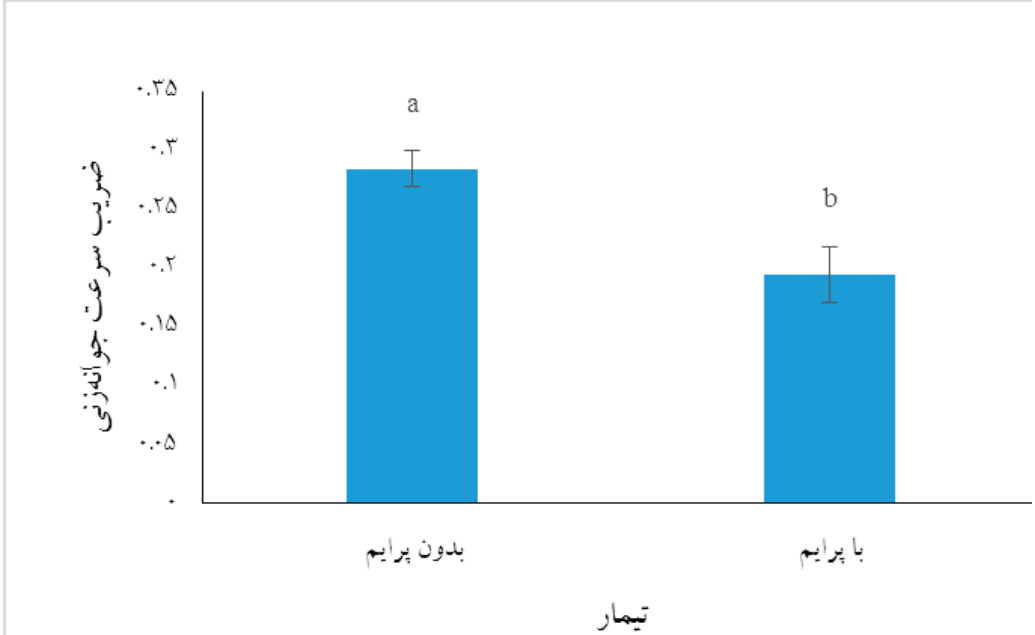
بذر	وزن تر ریشه‌چه (mg)	وزن تر ساقه‌چه (mg)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)	طول ریشه‌چه (mm)	طول ساقه‌چه (mm)
بادامی زرند	۰/۰۵۴ b	۰/۰۸۵ b	۰/۱۳۹ b	۰/۰۱۱ b	۰/۰۱۸ b	۰/۰۲۹ b	۳/۲۶۷ b	۲/۲۱۷ b
قزوینی	۰/۱۲۴ a	۰/۱۶۷ a	۰/۲۹۲ a	۰/۰۳۸ a	۰/۰۵۲ a	۰/۰۹۰ a	۱۳/۵۵ a	۷/۲۶۷ a

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج همچنین نشان داد که متوسط سرعت جوانه‌زنی در پیش‌تیمار بذر (۴۴/۸٪) بیشتر از شاهد بود (شکل ۱). بر اساس نتایج، ضریب سرعت جوانه‌زنی در پیش‌تیمار بذر (۳۱/۵٪) کاهش یافت (شکل ۲). ضریب سرعت جوانه‌زنی تعداد روز برای جوانه‌زنی بذر می‌باشد در پیش‌تیمار بذر کمترین مقدار در مقایسه با شاهد بود.



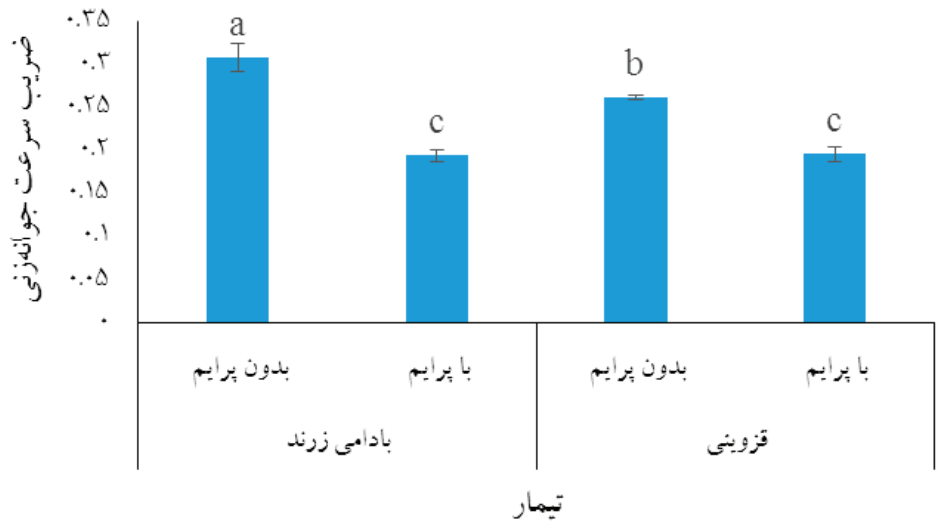
شکل ۱- متوسط سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده (بدون پرایم و پرایم با ترکیب آلی‌آمینو).
(میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)



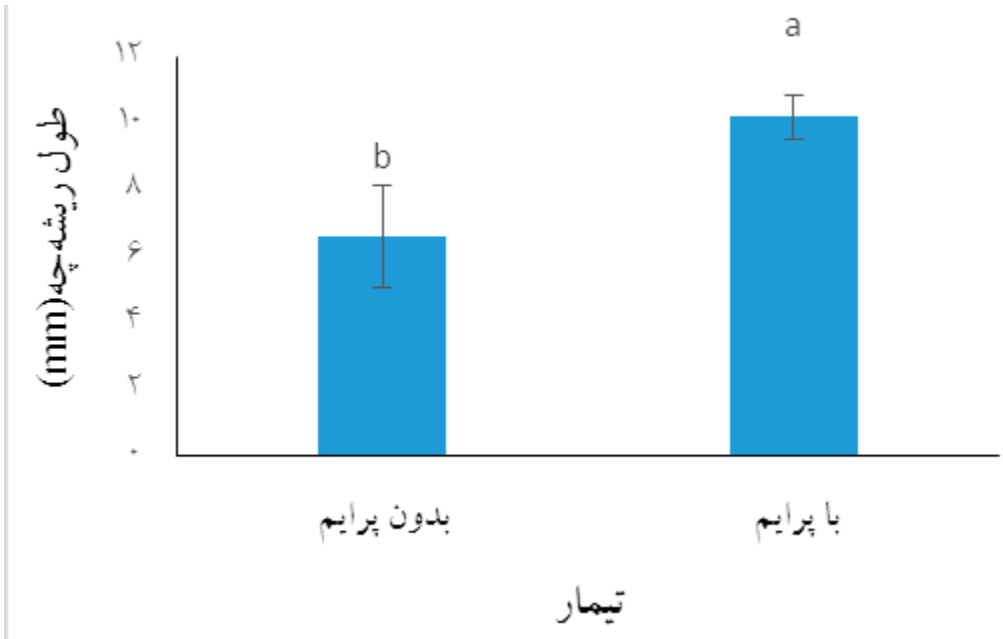
شکل ۲- ضریب سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده (بدون پرایم و پرایم با ترکیب آلی‌آمینو).
(میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد بذر بادامی در مقایسه با بذر قزوینی بیشترین (۱۵/۲٪) و در پیش‌تیمار هر دو بذر بادامی زرند (۳۷٪) و قزوینی (۲۴/۹٪) کمترین میزان بود (شکل ۳).

نتایج مقایسه میانگین در صفت طول ریشه‌چه نشان داد که طول ریشه در پیش‌تیمار بذر در مقایسه با شاهد (۵۴/۷٪) افزایش یافت (شکل ۴).



شکل ۳- ضریب سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده (بدون پرایم و پرایم با ترکیب آلی‌آمینو) در دو بذر بادامی زرند و قزوینی. (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)



شکل ٤- طول ریشه‌چه تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده (بدون پرایم و پرایم با ترکیب آلی‌آمینو). (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

بررسی اثر ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر شاخص‌های رشدی نهال‌های ۳ و ۵ ماهه در شرایط گلخانه

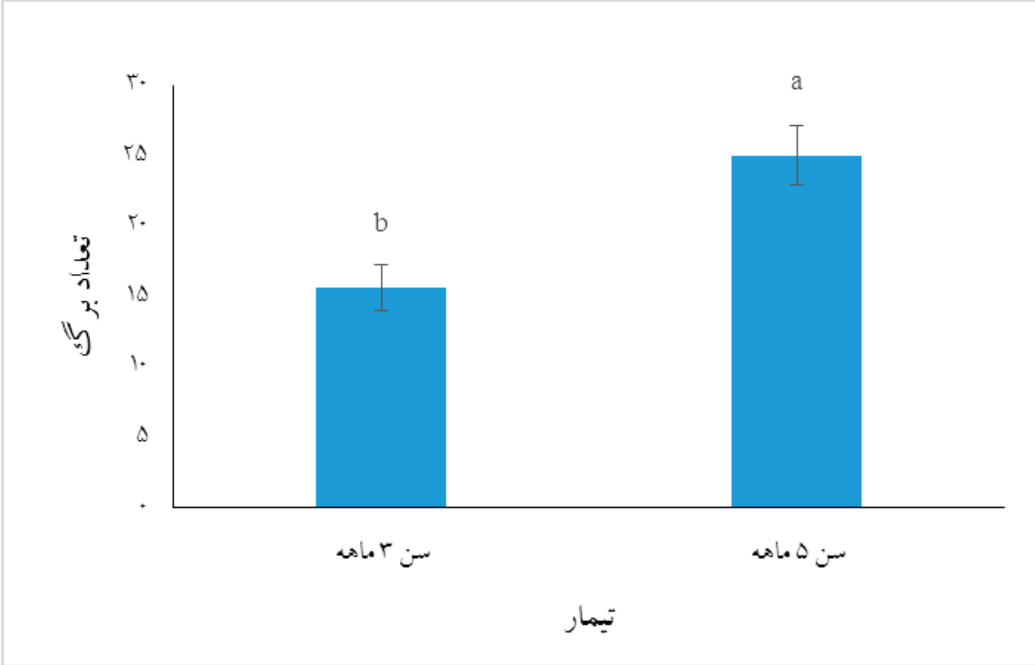
نتایج تجزیه واریانس تاثیر محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو بر شاخص‌های رشدی نهال‌های ۳ و ۵ ماهه در گلخانه در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج، تعداد برگ و قطر وسط ساقه حجم و طول ریشه تحت تاثیر سن نهال به لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. همچنین تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده بر طول ساقه، تعداد برگ، فاصله میان‌گره و برگ آسیب‌دیده و حجم ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تحت تاثیر سن، تعداد برگ در نهال‌های ۵ ماهه در مقایسه با نهال‌های ۳ ماهه افزایش (۵۹/۸ ٪) یافت (شکل ۵). بر اساس نتایج، تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده کمترین تعداد برگ در تیمار شاهد و تیمار محلول‌پاشی ۳ در هزار (۱۵/۴۱ ٪) و بیشترین آن در تیمار محلول‌پاشی ۵ در هزار (۵۰/۹ ٪) مشاهده گردید (شکل ۶). بیشترین فاصله میان‌گره در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۵ در هزار مشاهده شد و بین تیمار ۳ و ۵ در هزار به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (شکل ۷). نتایج همچنین نشان داد که در تیمارهای اعمال شده در نهال‌های ۵ ماهه، صفت قطر وسط ساقه در

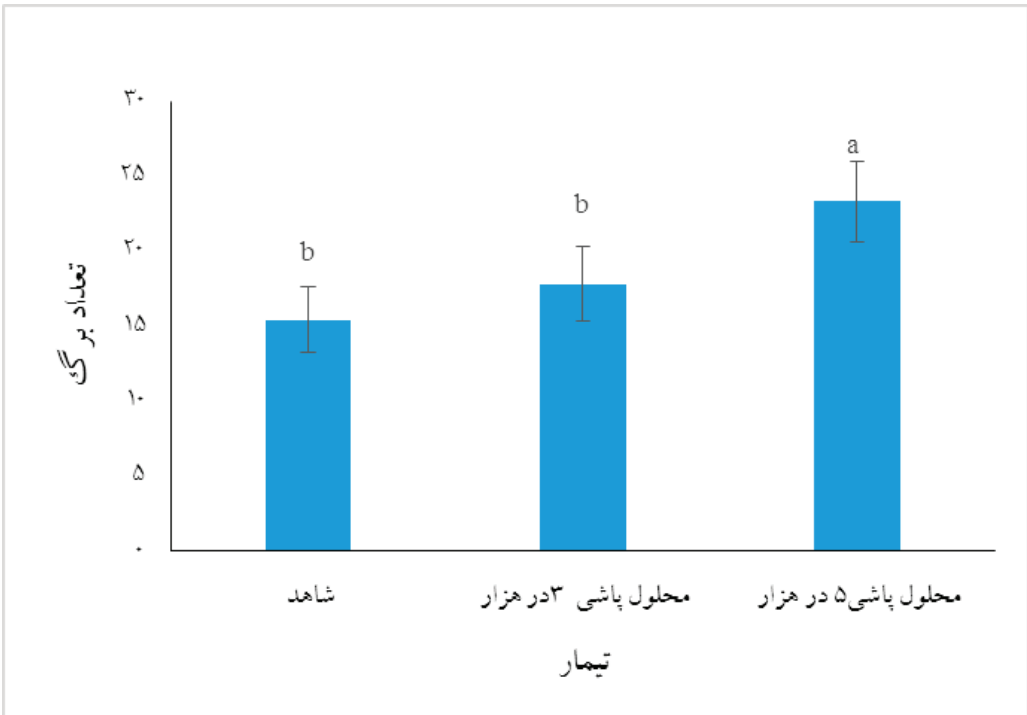
جدول ۵- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی در نهال‌های مورد بررسی.

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	df	طول ساقه (cm)	قطر ساقه (نزدیک طوقه) (mm)	قطر ساقه (وسط) (mm)	قطر ساقه (انتها) (mm)	تعداد برگ	فاصله میان‌گره (cm)	برگ آسیب دیده	برگ خشک	حجم ریشه (cm۳)	طول ریشه (cm)
سن	۱	۵۰/۳۵ ns	۰/۶۳۹ ns	۲/۵۴۱ *	۰/۱۳۰ ns	۱۴۰/۰۱*	۰/۰۴۶ ns	۰/۰۸ ns	۳/۴۵۷ ns	۱/۸۲۳ ns	۱۹/۳۴ *
تیمار	۲	۱۰۵/۱۲ *	۱/۸۳۶ ns	۰/۶۸۸ ns	۰/۲۱۷ ns	۲۱۵/۹*	۰/۱۲۵*	۴/۴۸*	۹/۰۲ *	۱/۶۲۹ *	۵/۲۱ ns
سن × تیمار	۲	۵۲/۲۲ ns	۲/۶۲۲ *	۰/۴۴۶ ns	۰/۸۷۷ ns	۱۱/۰۲۸ ns	۰/۰۱۶ ns	۲/۱۵ ns	۱/۳۷۸ ns	۳/۴ **	۱۸/۲۶ *
خطای آزمایشی	۹	۶۱/۶۸	۰/۹۶۱	۰/۵۳۴	۰/۸۰۴	۴۴/۹۸	۰/۰۳۳	۱/۳۹۶	۶/۸۰۹	۰/۸۹۹	۷/۶۴
٪CV	_	۸	۵	۷	۸	۵	۸	۷	۸	۵	۴

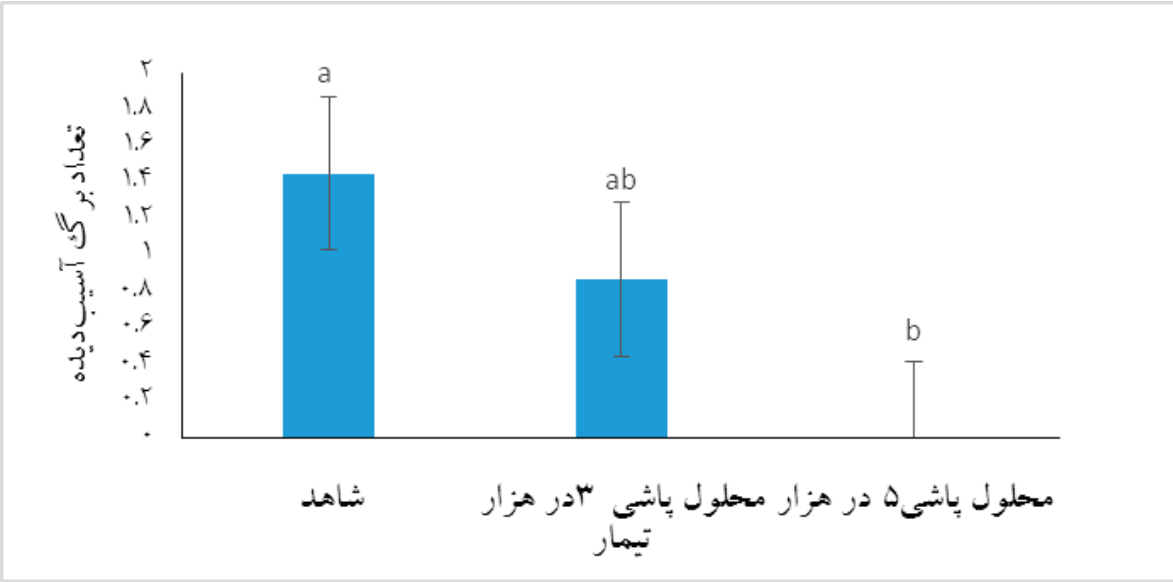
ns تغییرات معنی‌دار نیست، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.



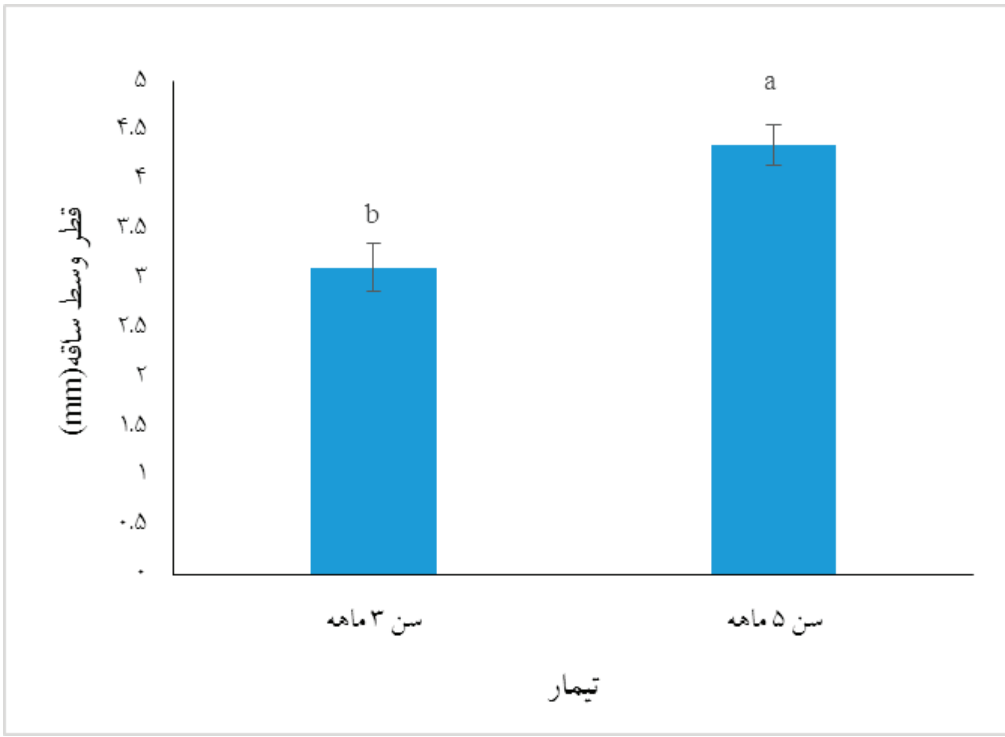
شکل ۵- تاثیر سن نهال بر تعداد برگ (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)



شکل ٦- تاثیر تیمارهای اعمال شده بر تعداد برگ. (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

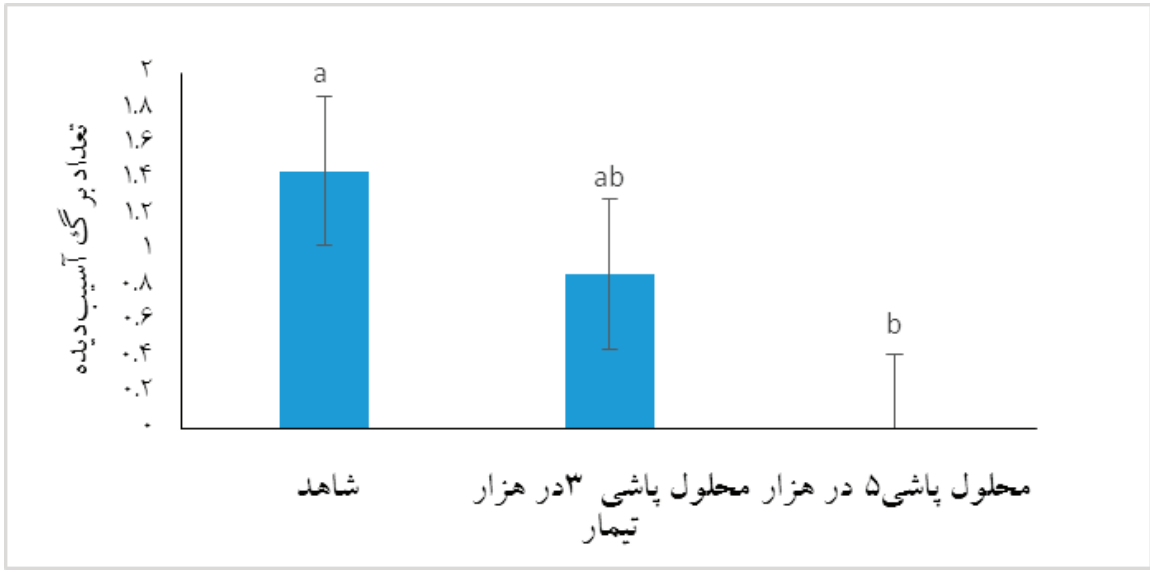


شکل ۷- تاثیر تیمارهای اعمال شده بر فاصله میان‌گره. (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

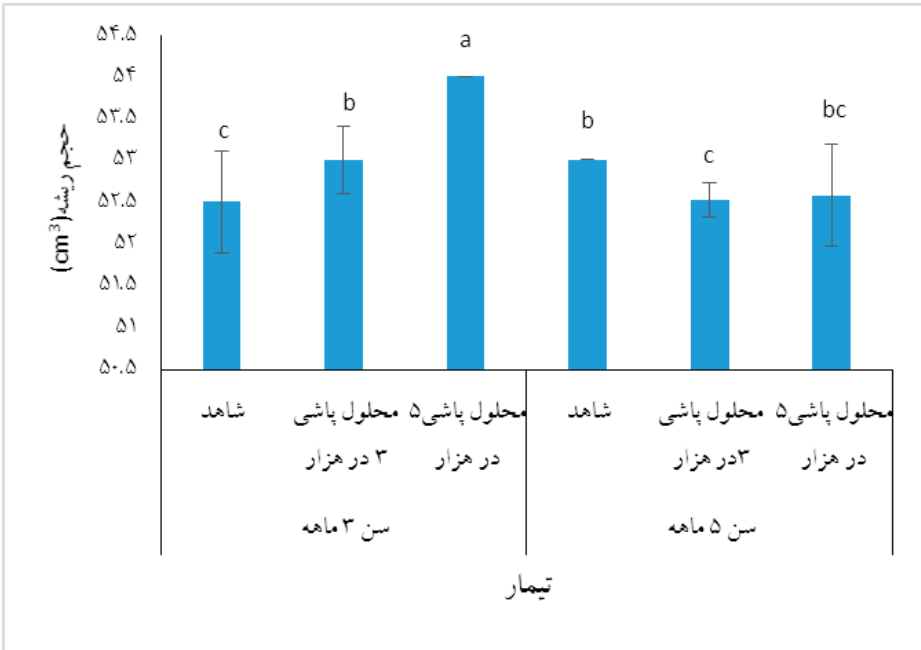


شکل ۸- تاثیر سن نهال بر قطر وسط ساقه. (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

نتایج مقایسه میانگین همچنین نشان داد که کمترین تعداد برگ آسیب‌دیده در تیمار ۵ در هزار و بیشترین در شاهد مشاهده شد (شکل ۹). بر اساس نتایج، تعداد برگ آسیب‌دیده در تیمار ۳ در هزار ۴۰/۱ ٪ و در تیمار ۵ در هزار ۱۰۰٪ در مقایسه با شاهد کاهش یافت. نتایج اثرات متقابل نشان داد که بیشترین حجم ریشه در نهال‌های ۳ ماهه به طور معنی‌دار تحت تاثیر محلول‌پاشی ۵ در هزار (۳٪) و سپس در تیمار ۳ در هزار و شاهد بود. بر اساس نتایج، کاربرد محلول‌پاشی در نهال‌های ۵ ماهه تاثیر معنی‌داری بر حجم ریشه در مقایسه با شاهد نداشت (شکل ۱۰)



شکل ۹- تاثیر تیمارهای اعمال شده بر تعداد برگ آسیب‌دیده (بدون و با محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو). (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)



شکل ۱۰- تاثیر تیمارهای اعمال شده بر حجم ریشه (سن نهال و بدون و با محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو). (میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.)

بررسی اثر ترکیب تجاری آلی‌آمینو بر شاخص‌های رشدی نهال‌ها در محیط هیدروپونیک

نتایج طراحی آزمایش‌های DOE بر مبنای فاکتوریل کامل

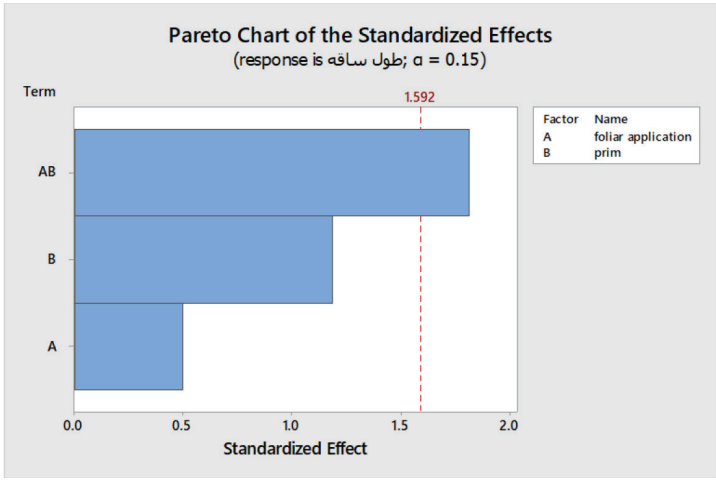
آنالیز واریانس اثر کلی متغیرهای آزمایش در مدل‌های رگرسیون بر روی متغیر پاسخ ارتفاع نهال نشان داد که اثر متقابل پیش‌تیمار بذر و محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو (AB) معنی‌دار (α= ۰.۰۱۵) بودند (شکل ۱۱). در ارتباط با متغیر پاسخ قطر پایین و بالا نهال، پیش‌تیمار بذر (B) بیشترین تاثیر را داشتند (شکل ۱۲).

شکل پِراتو بر روی متغیر پاسخ تعداد برگ نشان داد که به ترتیب محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو (A) و پیش‌تیمار بذر (B) به طور معنی‌دار (α= 0.015) باعث افزایش تعداد برگ شدند. در ارتباط با متغیر پاسخ سطح برگ، پیش‌تیمار بذر (B) بیشترین تاثیر را داشت (شکل ۱۳).

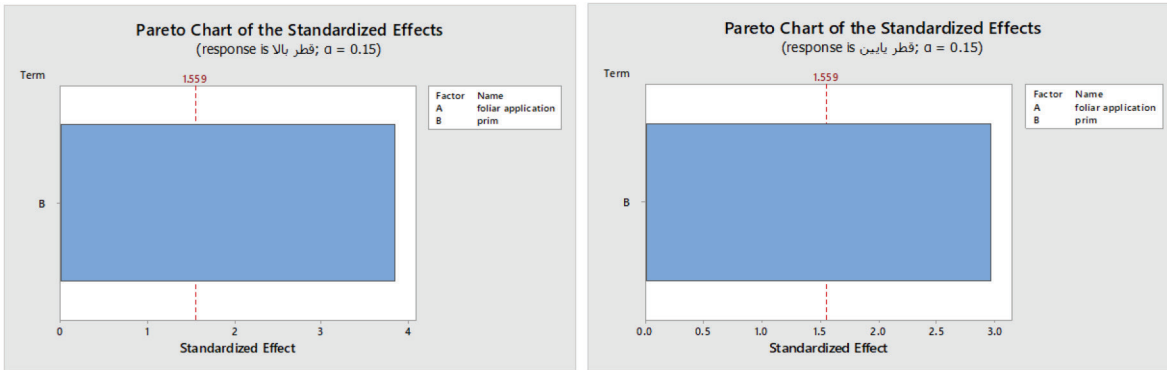
شکل پِراتو بر روی متغیر پاسخ حجم ریشه نشان داد که به ترتیب پیش‌تیمار بذر (B) و محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو (A) به طور معنی‌دار (α =0.015) باعث افزایش حجم ریشه شدند. در ارتباط با اثرات مستقل فاکتورها بر روی حجم ریشه، پیش‌تیمار بذر به همراه محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار بیشترین تاثیر را در افزایش حجم ریشه داشتند (شکل ۱۴).

شکل پِراتو بر روی متغیر پاسخ وزن تر و خشک ریشه نشان داد که به ترتیب پیش‌تیمار بذر (B) و محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو به همراه پیش‌تیمار بذر (AB) به طور معنی‌دار (α= 0.015) باعث افزایش وزن تر ریشه شدند. در ارتباط با متغیر پاسخ وزن خشک ریشه، پیش‌تیمار بذر (B) بیشترین تاثیر را داشت (شکل ۱۵).

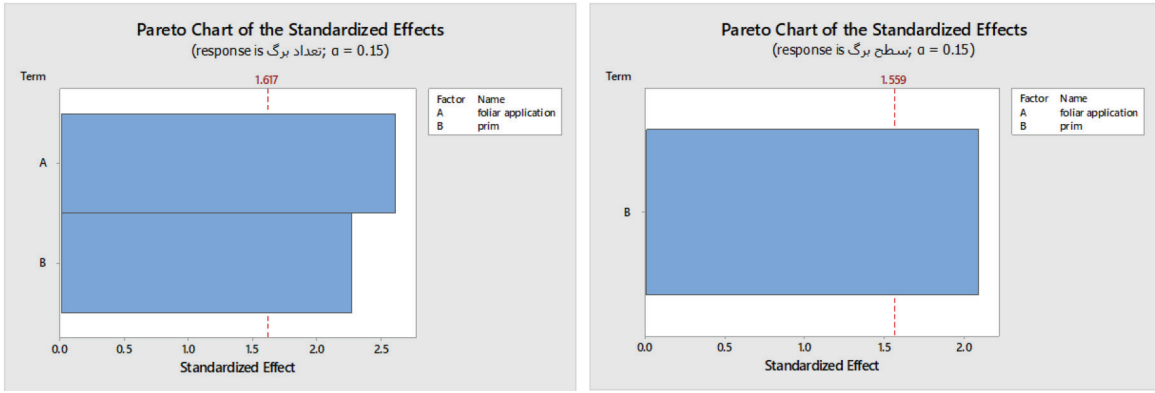
اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ وزن تر و خشک اندام هوایی نشان داد که فاکتور پیش‌تیمار بذر (B) به طور معنی‌دار (α= 0.015) باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی گردید (شکل ۱۶).



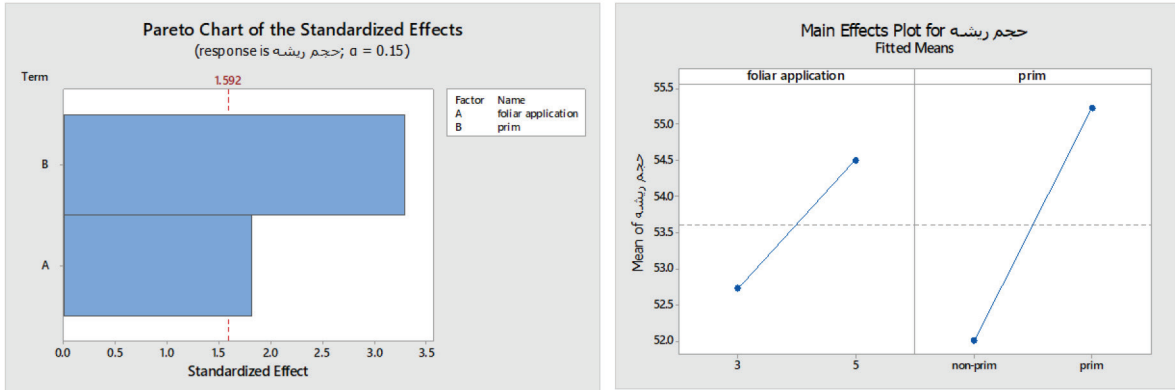
شکل ۱۱- اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغییر پاسخ ارتفاع نهال.



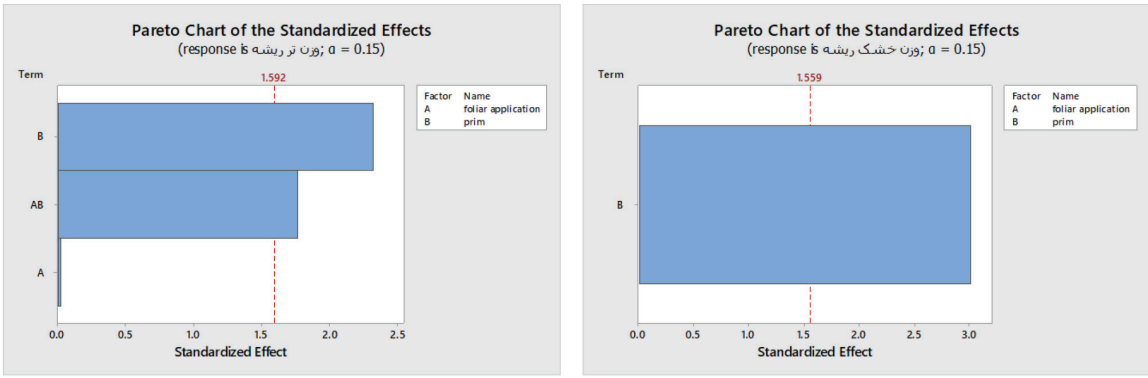
شکل ۱۲- اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ قطر نهال



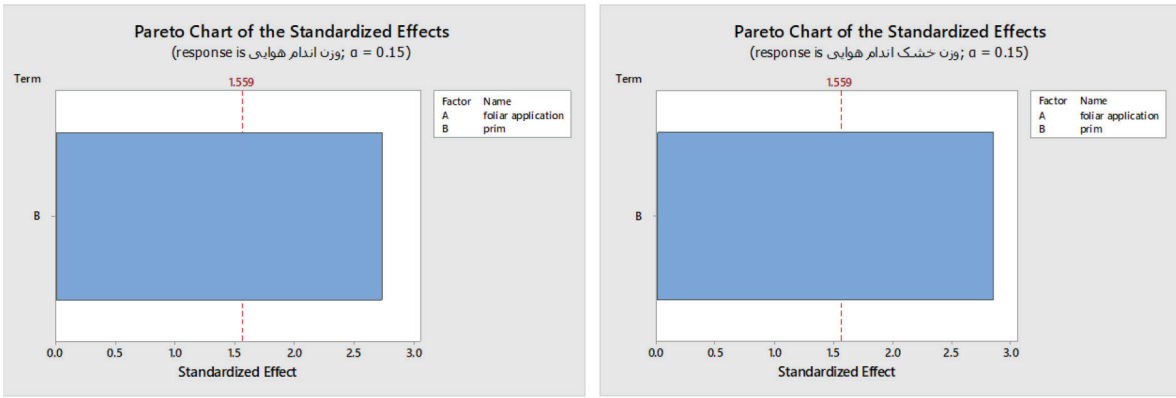
شکل ۱۳- اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ تعداد و سطح برگ.



شکل ١٤- اهمیت اثرات مستقل و متقابل فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ حجم ریشه.



شکل ۱۵- اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ وزن تر و خشک ریشه.



شکل ۱۶- اهمیت فاکتورها تحت تاثیر متغیر پاسخ وزن تر و خشک اندام هوایی.

جدول ٦- نتایج بهینه‌سازی با بیشینه‌سازی متغیر پاسخ بر اساس فاکتور برازش (D).

فاکتور پیش‌تیمار بذر	فاکتور محلول‌پاشی	متغیر پاسخ	فاکتور برازش
پیش‌تیمار	۵ در هزار	High	۰/۶۰۰۵
پیش‌تیمار	۳ در هزار	Cur	۰/۵۸۷۸
بدون پیش‌تیمار	۳ در هزار	Low	۰/۲۰۲۰
بدون پیش‌تیمار	۵ در هزار	-	۰/۳۵۶۲

نتایج بهینه‌سازی با بیشینه‌سازی متغیر پاسخ بر اساس فاکتور برازش (D) به شرح ذیل تعیین گردید (جدول ۶). بر اساس نتایج طرح آزمایشی DOE، بهترین سطح پاسخ با بالاترین بازده و کارایی مربوط به کاربرد غلظت ۵ در هزار محلول‌پاشی ترکیب آلی‌آمینو و پیش‌تیمار بذر می‌باشد.

٤- بحث

نتایج نشان داد تحت تاثیر کاربرد ترکیب تجاری آلی‌آمینو، متوسط سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه در بذرهای بادامی زرند و قزوینی افزایش یافت. خان و همکاران (Khan et al., 1999) دریافتند که جوانه‌زنی بذر پسته (*Pistacia* cv. Wild) تیمار شده با محلول KNO3 1% افزایش یافت و با خیساندن بذرها به‌مدت ۲۴ ساعت، گیاهچه‌هایی با قطر و طول بالاتر تولید شد. صداقت و راحمی (Sedaghat and Rahemi, 2011)، خیساندن بذر در پلی‌آمین‌ها را روشی مناسبی برای افزایش رشد

ریشه‌های جانبی در نهال پسته گزارش دادند که با نتایج این پژوهش در ارتباط با شاخص‌های جوانه‌زنی مطابقت دارد. نتایج همچنین نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص طولی بنیه بذر، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، شاخص وزنی بنیه بذر و صفات مربوط به وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و طول ریشه‌چه در بذرهای قزوینی بیشتر از بادامی زرند بود. بر اساس بررسی منابع، اگرچه کیفیت بذر بر روی درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر نقش اساسی دارد، اما عوامل متعدد دیگری از جمله نوع گونه، رقم، خصوصیات بذر، پیش‌تیمار، پیش‌خیساندن، خراش دادن و تیمارهای شیمیایی نیز تاثیرگذار می‌باشند (lack and Bewley, 2000; Rajjou *et al.,* 2012; Bashabsheh *et al.,* 2018). مطالعات اخیر نشان داده است که افزایش بار اسیدهای آمینه در آبکش و جنین توانست زیست‌توده و عملکرد دانه نخود را بهبود بخشد (Zhang *et al.,* 2015; Perchlik and Tegeder, 2017). در این ارتباط، گیاهان برای جذب و جابجایی اسیدهای آمینه به پروتئین‌های ناقل اسید آمینه غشایی نیاز دارند (Fischer *et al.*, 2002; Tegeder and Masclaux-Daubresse, 2018). صداقت و راحمی (Sedaghat and Rahemi, 2011) گزارش دادند جوانه‌زدن سریع بذر پسته می‌تواند به دلیل افزایش IAA درون‌زا و کاهش محتوای ABA در بذر پسته باشد. بر اساس بررسی منابع، جوانه‌زنی به‌سرعت با جذب آب به دلیل افزایش رطوبت شروع می‌شود که منجر به افزایش فعالیت آنزیمی و رشد ریشه می‌شود (Turk and Tawaha, 2002; Turk et *al.,* 2004; Othman *et al.,* 2006; Howell *et al.,* 2009; Nonogaki *et al.*, 2010). بنابراین پیش‌خیساندن در آب و محلول‌های مختلف و تأثیری که بر جذب و درصد جوانه‌زنی بذر پسته دارند، در نهایت می‌تواند منجر به افزایش رشد ریشه و افزایش جذب آب و مواد معدنی محلول شود. در نتیجه بهره‌وری محصول که هدف تولیدکنندگان است، افزایش می‌یابد (Bashabsheh *et al.,* 2018).

تحت تاثیر کاربرد ترکیب آلی‌آمینو در نهال‌های ۳ و ۵ ماهه گلخانه‌ای، تعداد برگ و فاصله میان‌گره به طور معنی‌دار افزایش یافت و تعداد برگ آسیب‌دیده کاهش یافت. بیشترین میزان در افزایش حجم ریشه مربوط به کاربرد این ترکیب در غلظت ۵ در هزار بر روی نهال‌های ۳ ماهه بود. اخیراً کودهای مبتنی بر اسید آمینه عمدتاً در سیستم‌های تولید محصولات زراعی استفاده می‌شوند. اسیدهای آمینه نقش‌های متنوعی در متابولیسم گیاهان دارند و علی‌رغم این‌که اکثر این کودهای جدید برای محلول‌پاشی فرموله شده اند. با این‌حال، پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی محصولات به کاربرد اسیدهای آمینه هنوز به خوبی مستند نشده است (Yuanyuan *et al.,* 2020). سوری و سورکی (Souri and Yaghoubi Sooraki, 2019) معتقد بودند که در تولید نشاء نهال و در شرایط خاص، محلول‌پاشی می‌تواند روشی موثر برای انتقال مواد مغذی به شاخ و برگ برای رشد بهینه گیاه باشد. در این راستا، گزارشاتی وجود دارد که گیاهان به‌طور مستقیم اسیدهای آمینه را از خاک جذب می‌کنند (Nasholm and Persson, 2001; Tegeder and Masclaux-Daubresse, 2018).

بر اساس بررسی منابع، محلول‌پاشی غلظت‌های متوسط تا پایین آمینواسید (گلوتامین یا گلیسین ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) تاثیر معنی‌داری در وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه، سطح برگ، ارزش SPAD برگ و محتوای کلروفیل برگ ریحان شیرین داشت. محلول‌پاشی گلیسین یا گلوتامین در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد برای همه صفات به‌جز غلظت اسید اسکوربیک برگ که بیشترین

مقدار را تحت تیمارهای این اسیدهای آمینه نشان داد، بهبودی نشان نداد (Noroozlo *et al.*, 2019). بنابراین رویکردهای جدید به‌کارگیری فرمولاسیون موثر جهت کارایی بالاتر مورد نیاز است که در آن انتخاب منبع و غلظت مناسب ماده مورد استفاده حائز اهمیت می‌باشد (Souri and Yaghoubi Sooraki , 2019). در این پژوهش، حد بهینه کاربرد ترکیب آلی‌آمینو با طرح آزمایشی DOE نیز تعیین گردید. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار بذر و اثرات ترکیبی آن با محلول‌پاشی می‌تواند شاخص قطر وسط، طول ساقه، حجم ریشه ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و تعداد برگ را به طور معنی‌داری افزایش دهد.

به‌طور کلی، تولید نهال‌های سالم و قوی برای رشد بهینه و عملکرد بالا گلخانه و در باغ ضروری است و این موضوع برای نهال پسته که به‌عنوان پایه در باغات مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند با ایجاد گیاهچه سالم و قوی و کاهش زمان پیوند بسیار حائز اهمیت باشد.

۵- نتیجه‌گیری کلی

پیش‌تیمار بذر به عنوان یک تکنیک آسان و کم هزینه راه‌حلی است که برای بهبود جوانه‌زنی بذر پیشنهاد می‌شود. بر اساس نتایج، پیش‌تیمار بذر با ترکیب تجاری آلی‌آمینو ۵ در هزار باعث بهبود وضعیت رشد ریشه‌چه و متوسط سرعت جوانه‌زنی گردید. نتایج محلول‌پاشی ترکیب تجاری آلی‌آمینو در دو غلظت ۳ و ۵ در هزار نشان داد که غلظت ۵ در هزار در نهال‌هایی که سن ۳ ماه داشتند، تاثیر معنی‌داری در افزایش حجم ریشه، کاهش تعداد برگ آسیب دیده و افزایش تعداد برگ گردید. بر اساس نتایج طرح آزمایشی DOE، بهترین سطح پاسخ با بالاترین بازده و کارایی مربوط به کاربرد غلظت ۵ در هزار محلول‌پاشی ترکیب تجاری آلی‌آمینو (طی ۳ نوبت هر ۲۵ روزه) به همراه پیش‌تیمار بذر (غلظت ۵ در هزار) می‌باشد.

تضاد و تعارض منافع – نویسنده (نویسندگان) هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیرتجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است، رد می نمایند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان این پروژه از پژوهشکده پسته و شرکت فناور نوپویان بهین رشد زرین به‌عنوان تامین‌کننده منابع مالی پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

آمارنامه کشاورزی ایران. (۱۳۹۸). انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

پناهی، ب.، اسماعیل پور، ع.، فربود، ف.، موذن‌پور، م. و فریور مهین، ح. (۱۳۸۰). کتاب پسته: کاشت، داشت و برداشت. انتشارات نشرآموزش کشاورزی. تهران، ایران.

جعفریان، و. و لاهوتی، ا. (۱۳۸۵) .معرفی کاربرد پلیمرهای فراجاذب آب. فصلنامه جنگل و مرتع، ۷۰: ۶۲-۵۸.

ظهوریان مهر، م. (۱۳۸۵). سوپرجاذب ها. انتشارات انجمن علوم ایران.تهران.

Bashabsheh, N., Al-Ramamneh, E. A. D., Alhrout, H., Al-Tawaha, A. R., & Al-Rawashdeh, Z. B. (2018). Effects of pre-treatment solution, soaking period and cultivar on germination of pistachio (*Pistacia vera*) seeds. *Res. Crop*., 19, 211-6.

Grishin, D. V., Zhdanov, D. D., Pokrovskaya, M. V., & Sokolov, N. N. (2020). D-amino acids in nature, agriculture and biomedicine. *All Life*, 13(1), 11-22.

Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y. & Kolsarici, Ö. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24, 291-295.

Faten, S., Abd El-Aal, F.S., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. & Mahmoud, A.R. (2010). Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Agriculture and Biological Sciences*, 6, 583-588.

Fischer, W.N., Loo, D.D., Koch, W., Ludewig, U., Boorer, K.J., Tegeder, M., Rentsch, D., Wright, E.M., & Frommer, W.B. (2002). Low and high affinity amino acid H+-cotransporters for cellular import of neutral and charged amino acids. *Plant Journal*, 29, 717–731.

Gawronska, H. (2008). Bio stimulators in modern agriculture (General aspects). Plant Press Ryko. University of Life Sciences (WULS). 14: 23-89.

Gonzalez, G., Hinojo, M.J., Mateo, R., Medina, A. & Jimenez, M. (2005). Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. *International Journal of Food Microbiology,* 105(1), 1-9.

Ánonym. 2008. International rules for seed testing (IRST). International seed testing association, Zurich, Switzerland.

Judi, M. & Sharifzade, F. (2006). The effect of different barley cultivars Hydro priming. V. 11

Kephart, K.D., Wichman, D.M., Topinka, K. & Kirkland, K.J. (2004). Seeding date and polymer seed coating effects on plant establishment and yield of fall-seeded canola in the Northern Great Plains. *Canadian Journal of Plant Science,* 84, 955-963.

Khan, N., Bano, A., Rahman, M. A., Rathinasabapathi, B., & Babar, M. A. (2019). UPLC-HRMS-based untargeted metabolic profiling reveals changes in chickpea (*Cicer arietinum*) metabolome following long-term drought stress. *Plant, cell & environment,* 42(1), 115-132.

Khan, N., Ali, S., Zandi, P., Mehmood, A., Ullah, S., Ikram, M., & Babar, M. A. (2020). Role of sugars, amino acids and organic acids in improving plant abiotic stress tolerance. *Pak. J. Bot,* 52(2), 355-363.

Khan, J., A Rauf, M., Ali, Z., Rashid H., and Khattack, M. S. (1999). Different Stratification Techniques on Seed Germination of Pistachio cv. Wild. *Pakistan Journal of Biological Science*s, 2: 1412-1414.

Maeda, H. & N. Dudareva. (2012). The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Ann. Rev. Plant Biol.*, 63, 73-105.

Maguire, j. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci,* 2, 176-177.

Souri, M.K. & Yaghoubi Sooraki, F. (2019) Benefits of organic fertilizers spray on growth quality of chili pepper seedlings under cool temperature. *Journal of Plant Nutrition,* 42, (6), 650-656.

Musa, A.M., Johansen, J., Kumar, J. & Harris, D. (1999). Response of chickpea to seed priming in the high Barind Tract of Bangladesh. International *Chickpea and Pigeonpea Newsletter,* 6, 20-22.

Obata, T., S. Witt, J. Lisec, N. Palacios-Rojas, I. Florez-Sarasa, J.L. Araus, J.E. Cairns, S. Yousfi & A.R. Fernie. (2015). Metabolite profiles of maize leaves in drought, heat and combined stress field trials reveal the relationship between metabolism and grain yield. *Plant Physiol.*, 1, 01164.

Paleckiene, R., Sviklas, A. & Šlinkšiene, R. (2007). Physicochemical properties of a microelement fertilizer with amino acids. *Russian Journal of Applied Chemistry,* 80, 352–357.

Perchlik, M. &Tegeder, M. (2017). Improving plant nitrogen use efficiency through alteration of amino acid transport processes. *Plant Physiology,* 175, 235–247.

Scotl, S.J., Jones, R.A. &Williams, W. A. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science,* 24(6), 1192-1199.

Sedaghat, S. & Rahemi, M. (2011). Effect of presoaking seeds in polyamines on seed germination and seedling growth of *Pistacia vera* L. cv. Ghazvini. Int. J. *Nuts and Related Sci.* 2, 7-14.

Shah, F. S., Watson, C. E. &Cabera, E. R. (2002). Seed vigor testing of subtropical corn hybrids. *Research report,* 23(2), 56-68.

Suguiyama, V.F., E.A. Silva, S.T. Meirelles, D.C. Centeno & Braga, M.R. (2014). Leaf metabolite profile of the brazilian resurrection plant barbacenia purpurea hook. (Velloziaceae) Shows Two Time-Dependent Responses during Desiccation and Recovering. *Front. Plant Sci,* 5, 96.

Tegeder, M., Masclaux-Daubresse, C. (2018). Source and sink mechanisms of nitrogen transport and use. *New Phytologist,* 217, 35–53.

Warth, B., Parich, A. Bueschl, C. Schoefbeck, D. Neumann, N.K. Kluger, B. Schuster, K. Krska, R. Adam, G. Lemmens, M. & Schuhmacher, R. (2015). GC–MS based targeted metabolic profiling identifies changes in the wheat metabolome following deoxynivalenol treatment. *Metabolomics,* 11(3), 722-738.

Xu, G., Fan, X. & Miller, A.J. (2012). Plant nitrogen assimilation and use efficiency. Annual Review of *Plant Biology,* 63, 153–182.

Ji, Y., Huang, W., Wu, B., Fang, Z., & Wang, X. (2020). The amino acid transporter AAP1 mediates growth and grain yield by regulating neutral amino acid uptake and reallocation in Oryza sativa. *Journal of experimental botany,* 71(16), 4763-4777.

Zhang, L., Garneau, M.G., Majumdar, R., Grant, J. & Tegeder, M. (2015). Improvement of pea biomass and seed productivity by simultaneous increase of phloem and embryo loading with amino acids. The Plant Journal 81, 134–146.