The Effect of Mechanical and Chemical Treatments on the Germination Characteristics of Two Species of Passionflower (*Passiflora caerulea* and *Passiflora edulis)*

Pages 59-81

N. Mortazavi[*1], R. Biglari-Farrash[2] and P. Talebi-Alnajaraghi[3]

*Corresponding author: **Mortazavi@znu.ac.ir**

Received date: 2024.03.11 **Accepted date: 2024.05.11**

Abstract

The seed germination of most species of Passiflora is unknown, and the long period of natural or induced dormancy causes slow and irregular germination, which makes its commercial use difficult. The present research is aimed at investigating mechanical treatments including removal from the tip of the seed, removal from the bottom of the seed and chemical treatments including water at 35 degrees Celsius, gibberellic acid, regular vinegar, potassium nitrate, sulfuric acid, cow's milk and natural lemon juice in the germination of two species of Passiflora. This was conducted as a completely randomized design with three replications. The results showed that the difference between the treatments was significant. Potassium nitrate, gibberellic acid, and cow's milk treatments caused an increase in germination percentage of 81.4%, 79.5%, and 77.2% respectively in the *P. edulis* species, and 82.28%, 63.33%, and 81.66% respectively in the *P. cearulea* species. In the *P. edulis* species, potassium nitrate, gibberellic acid, and cow's milk treatments improved the germination speed by 75%, 72.5%, and 69.45% respectively, and in the *P. cearulea* species, these treatments improved it by 63.14%, 12.66%, and 8.61% respectively. This improvement was also observed in the traits of seed vigor index, root length, stem length, leaf length and width, leaf area, fresh and dry weight of shoots and roots, and the amount of total antioxidants. Therefore, pre-germination treatments such as potassium nitrate, gibberellic acid, and cow's milk can enhance germination potential and increase the use of this plant in breeding fields and for ornamental, medicinal, and food purposes.

Keywords: Priming, Seed dormancy, Passionflower and Potassium nitrate.

.

اثر تیمارهای مکانیکی و شیمیایی بر خصوصیات جوانه زنی دو گونه گل ساعتی (*Passiflora caerulea* و *Passiflora edulis*)

شماره صفحات
۸۱-۵۹

سید نجم‌الدین مرتضوی*[۱]، راضیه بیگلری فراش[۲] و پریناز طالبی النجارقی[۳]

۱) دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲) دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۳) فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

* نویسنده مسئول: **Mortazavi@znu.ac.ir**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲

چکیده

جوانه زنی بذر اکثر گونه های گل ساعتی ناشناخته است و دوره طولانی خواب طبیعی یا القایی باعث جوانه زنی کند و نامنظم در آنها می شود که کاربرد تجاری آن را با مشکل رو به رو ساخته است. پژوهش حاضر به منظور بررسی تیمارهای مکانیکی شامل حذف از نوک بذر، حذف از ته بذر و تیمارهای شیمیایی شامل آب ۳۵ درجه سانتیگراد ، جیبرلیک اسید، سرکه معمولی، نیترات پتاسیم، سولفوریک اسید، شیر گاو و آبلیموی طبیعی در جوانه زنی دو گونه گل ساعتی به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که اختلاف بین تیمارها معنی دار بود. تیمارهای نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و شیر گاو در گونه *P.edulis* به ترتیب ۸۱/۴، ۷۹/۵ و ۷۷/۲ درصد و در گونه *P.cearulea* به ترتیب ۸۲/۲۸، ۶۳/۳۳ و ۸۱/۶۶ درصد سبب افزایش درصد جوانه زنی شدند. در گونه *P.edulis* تیمارهای نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و شیر گاو به ترتیب ۷۵، ۷۲/۵ و ۶۹/۴۵ درصد و در گونه *P.cearulea* این تیمارها به ترتیب ۶۳/۱۴، ۱۲/۶۶ و ۸/۶۱ درصد، سرعت جوانه زنی را بهبود بخشید. این بهبود در صفات شاخص بنیه بذر، طول ریشه، طول ساقه، طول و عرض برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و میزان آنتی اکسیدان کل نیز مشاهده شد. لذا تیمارهای قبل از جوانه زنی همچون نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و شیر گاو می تواند پتانسیل جوانه زنی را افزایش داده و کاربرد این گیاه را در زمینه‌های اصلاحی و اهداف زینتی، دارویی و غذایی بالا ببرد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، خواب بذر، گل ساعتی و نیترات پتاسیم.

مقدمه

گل ساعتی با نام علمی *Passiflora* از خانواده Passifloraceae است. گیاهان این جنس در مناطق گرمسیری آمریکای جنوبی (به عنوان مثال در آرژانتین، برزیل، کلمبیا، اکوادور، پرو، ونزوئلا) کشت می شود (Perez *et al*.,2007). گل ساعتی دارای ۱۶ جنس و ۶۵۰ گونه است که از پیچک های استوایی بزرگ با طول بیش از ۳۵ متر تا پیچک های بالارونده ظریف و کوچک رشد می کند (Wlart, 2006). دو گونه مهم آن *P.caerulea* و *P.edulis* که جنبه زینتی و دارویی دارند و از زمان های دور در ایران به عنوان گل زینتی کاشته می شود. از این گیاه در شمال کشور به عنوان سایه بان در سردر منازل، حصار یا روی دیوار استفاده می شود. *P.caerulea* گونه همیشه سبز و پر رشد بوده با برگ های پنجه ای و دارای پنج تا هفت لبه و گل ها تا حدودی معطر می باشند. *P.edulis* گونه ای حساس به سرما و پر رشد با برگ های تخم مرغی شکل و سه لبه دارند (Ghasemi Ghasare, and Kafi., 2010). گوشت میوه و بذر گل ساعتی را می توان به صورت تازه خوری و یا در تهیه سالاد، مربا، ژله و شربت استفاده کرد (Jokar, 2012). علاوه بر ارزش زینتی و تغذیه ای این خانواده، صنایع دارویی آنها نیز بسیار مورد توجه است، به عنوان مثال Vitexin، Isovitexin، Orientin (Chimichi *et al*., 1998)، Isoorientin، Saponins (Reginatto *et al*., 2001)، آلکالوئیدها (Ozarowski, 1982) مواد دارویی استخراجی از این خانواده هستند. این گیاهان بر سیستم عصبی مرکزی و سیستم قلبی عروقی تأثیر می گذارند و به عنوان آرام بخش، ضد درد، داروی ضد صرعی بوده و همچنین در درمان اعتیاد به الکل، اعتیاد به مواد و فشار خون بالا نقش دارند (Appel *et al*., 2011). تلاش برای کشت و کار برخی از گونه های گل ساعتی به علت وجود مشکلات جوانه زنی و عدم یکنواختی گیاهچه ها همچنان وجود دارد که ممکن است نتیجه مشکلی در ساختار بذر همچون سختی پوسته و عدم نفوذپذیری باشد (Cardenas *et al*., 2013; Dos Santos Moura *et al*., 2016). بذر بسیاری از گونه های این خانواده دارای خواب شدید هستند (Marostega *et al*., 2017). مهمترین عاملی که مانع از جوانه زنی بذر می شود، خواب بذر است. خواب بذر به وسیله اجزای ژنتیکی و محیطی تنظیم می شود (Baskin and Baskin, 2004). تعریف غالب خواب بذر عبارت است از "عدم جوانه زنی بذر زنده در شرایط مساعد برای جوانه زنی". اولین نقطه احتیاطی تعیین عدم جوانه زنی است (Hamidi and Naderi., 2013). خواب بذر در برخی از گیاهان ممکن است، فیزیکی (ناشی از نفوذ ناپذیری پوسته بذر به آب و گاز ها)، شیمیایی (ناشی از حضور برخی مواد مهارکننده)، مکانیکی (ناشی از پوسته مقاوم در برابر رشد جنین) و یا عوامل فیزیولوژیکی (مکانیسم های مهار جوانه زنی) باشد (Marostega *et al*., 2017). انجمن متخصصین رسمی تجزیه کنندگان بذر AOSA و انجمن بین المللی آزمون بذر ISTA روش های مختلفی را برای شکستن خواب و تحریک جوانه زنی بذر گیاهان پیشنهاد کردند، که از مهمترین آن ها می توان سرمادهی، خراش دهی مکانیکی و شیمیایی، استفاده از محلول های مختلف تحریک کننده جوانه زنی (جیبرلین ها، نیترات پتاسیم، اسید نیتریک، تیوره، پلی اتیلن گلایکول و اتانول) و تناوب های نوری، دمایی اشاره کرد (Chisha-Kasmu *et al*., 2007; wang *et al*., 2007). جوانه

زنی بذور جنس *Passiflora* آهسته و نامنظم بوده و به احتمال زیاد به علت عوامل بیرونی، که می تواند ترکیبی از خواب مکانیکی و شیمیایی در بذر است، باشد (Delanoy *et al.*, 2006). تحقیقی که کاردیناز و همکاران (Cardenas *et al.*, 2013) روی جوانه زنی برخی از گونه های گل ساعتی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که نیترات پتاسیم تاثیر معنی داری روی سطح برگ، وزن خشک و درصد و سرعت جوانه زنی داشت. براساس مطالعه ماروستگا و همکاران (Marostega *et al.*, 2017) اسید جیبرلیک ۱۰۰۰میلی گرم در لیتر روی خواب بسیاری از گونه های گل ساعتی همچون *P. suberosa* و *P. morifolia* تاثیر بسزایی دارد. از طرفی آنها دریافتند که نیترات پتاسیم یک درصد روی گونه ای از گل ساعتی به نام *P. eichleriana* و همچنین خراش دهی مکانیکی روی گونه *P. micropetala* باعث افزایش جوانه زنی شد. استفاده از ترکیبات غذایی طبیعی در تحریک جوانه‌زنی و رشد گیاهان تأیید شده است(Ahmad and Prasad, 2012). تحقیقات جدیدی که روی نوعی تمبر هندی *Tamarindus indica* انجام گرفته نشان داده که منابع طبیعی هورمونی همچون شیر گاو تاثیر قابل توجهی روی شکستن خواب بذر و همچنین درصد جوانه زنی این گیاه داشته است (Adelani and Bello, ; Adelani and Maisamari, 2016 2016). بالاترین شاخص بنیه بذر مربوط به تیمارهای نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید بود که دلیل آن را می توان به بهبود درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه نسبت داد (Sharma *et al.*, 2014). نتایج تحقیق محققان دیگر روی خواب و جوانه زنی بذر گیاهانی چون باریچه و زیره سبز نشان داد که کمترین طول ساقه چه و وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد بود (Alvandian *et al.*, 2013). با توجه به تعداد گونه های خانواده گل ساعتی، افزایش استفاده از این گونه به عنوان گیاهی زینتی، تغذیه ای و دارویی و همچنین جوانه زنی کم و آهسته آن، تیمارهای قبل از جوانه زنی می تواند پتانسیل جوانه زنی را در این گیاه افزایش داده و کاربرد آنها را به عنوان یک منبع جهت برنامه های اصلاحی و همچنین اهداف زینتی، دارویی و غذایی بالا ببرد.

مواد و روش

تحقیق حاضر در مهر ماه سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه و گلخانه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا شد. بذور از میوه های تازه و رسیده دو گونه گیاهی *Passiflora Caerulea* و *Passiflora. Edulis* تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل: شاهد (آب مقطر)، تیمار آب لیمو به مدت ۲۴ ساعت (با pH=3)، تیمار شیر گاو به مدت ۲۴ ساعت، تیمار حذف از نوک بذر (ریشه چه) توسط ناخن گیر، تیمار حذف از ته بذر (شالاز) توسط ناخن گیر، تیمار نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد (KNO_3) به مدت ۲۴ ساعت، تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ دقیقه، تیمار اسید جیبرلیک (GA) به مدت ۱۲ ساعت، تیمار سرکه معمولی به مدت ۲۴ ساعت (با pH=3.5) و تیمار آب ۳۵ درجه سانتی گراد پس از گذشت ۲۴ ساعت بود. قبل از اعمال تیمارها ضد عفونی بذور با هیپوکلریت سدیم در غلظت یک درصد به مدت پنج دقیقه و قارچ کش تیوفانات متیل آریا ۰/۲ درصد به مدت ۲۰ دقیقه

انجام گرفت. بعد از اعمال تیمارها، سه تکرار پنج تایی از بذرهای هر گونه گل ساعتی انتخاب و درون پتری دیش و روی کاغذ واتمن مرطوب شده با آب مقطر به صورت منظم قرار گرفت و سپس به درون ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انتقال یافت. نخستین شمارش بذور جوانه زده هفت روز بعد از کشت درون پتری دیش (با اولین بذر جوانه زده شروع) و تا ۳۰ روز پس از کشت ادامه داشت. برای تعیین خصوصیات جوانه زنی، تعداد بذور جوانه زده روزانه شمارش و یادداشت شد. پس از جوانه زنی کامل بذور در پتری دیش پس از ۳۰ روز، گیاهچه های سالم انتخاب و به درون گلدان انتقال داده شد. گیاهچه ها درون گلدان های پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۸ سانتی متر، حاوی کوکوپیت، پرلیت و ماسه در گلخانه کشت شد. خصوصیات رشدی در مرحله گیاهچه ای در گلخانه انجام گرفت. خصوصیات جوانه زنی همچون سرعت و درصد جوانه زنی، ضریب سرعت و یکنواختی جوانه زنی، شاخص بنیه بذر و درصد گیاهچه های سالم در آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گرفت. بذرهایی به هنگام شمارش جوانه زده محسوب می شدند که طول ریشه چه آنها دو میلی متر و یا بیشتر از آن بود. برای تعیین سرعت و درصد جوانه زنی از فرمول عبدل الباقی و اندرسون (Abdul-baki and Anderson, 1973) استفاده گردید (رابطه ۱ و ۲).

رابطه ۱ $$GP = \frac{n}{N} \times 100$$

رابطه ۲ $$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{n_i}{D_i}$$

GP = درصد جوانه زنی

n = تعداد بذر جوانه زده تا پایان آزمایش

N = تعداد کل بذر

GR = سرعت جوانه زنی

ni = تعداد بذور جوانه زده در روز iام

Di = تعداد روز از زمان کاشت

شاخص بنیه بذر پس از اندازه گیری دقیق طول ریشه چه و طول ساقه چه خروجی، از طریق رابطه ۳ محاسبه گردید:

رابطه ۳ $$VI = (RL + SL) \times GP$$ (Abdul-baki and Anderson, 1973)

VI = شاخص بنیه بذر

RL = طول ریشه چه

SL = طول ساقه چه

برای اندازه گیری ضریب یکنواختی جوانه زنی و ضریب سرعت جوانه زنی از فرمول رانال و سانتانا (Ranal and Santana, 2006) استفاده شد.

رابطه ۴ $$CUG = \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i}{\sum_{n=1}(CVG - D_i)^2 \, n_i}$$

رابطه ۵ $$CVG = \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i}{\sum_{i=1}^{n} n_i D_i}$$

CUG = ضریب یکنواختی جوانه زنی

CVG = ضریب سرعت جوانه دزنی

خصوصیات مورفولوژیکی و رشدی همچون طول و عرض برگ، تعداد برگ، طول ریشه چه و ساقه چه، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی در گلخانه تعیین شدند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام شد. رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel تعیین شد.

بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی با روش DPPH

نیم گرم برگ از گیاهچه ها جدا نموده و در هاون چینی با ازت مایع پودر شد.۱ میلی لیتر متانول خالص به پودر افزوده و ترکیب را به اپندروف ۱۵ میلی لیتری منتقل شد. نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک نگهداری شد. سپس مخلوط عصاره ها به مدت ۱۵ دقیقه و با دورrpm ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. محلول رویی را با سمپلر برداشته و در فریزر جهت سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی نگهداری شد. در این بررسی از روس ساها و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد. مخلوط هر واکنش پس از گذشت ۳۰ دقیقه، در دمای اتاق و در تاریکی جذب آنها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر UV/Vis در برابر بلانک حاوی متانول خوانده شد. در این روش از هیدروکسی تولوئن بوتیله (BHT) و ویتامین سی (Vit C) به عنوان کنترل مثبت استفاده شد. با توجه به مکانیسم ذکر شده هر چه قدرت آنتی اکسیدانی نمونه بیشتر باشد رنگ محلول حاصل زردتر خواهد بود (Saha *et al*., 2004).

درصد مهار اکسیداسیون هر نمونه از معادله زیر محاسبه شد .

رابطه ۵: AI=(A-A0/A0)*100

AI : درصد مهار اکسیداسیون

A0 : جذب محلول کنترل

A : جذب محلول حاوی مهار کننده ی اکسیداسیون

نتایج و بحث

در گونه *P.edulis*، طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بین تیمارها در تمامی صفات در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار دیده شد. براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) در *P.cearulea*، بین تیمارها در صفات درصد و سرعت جوانه زنی در سطح احتمال ۵ درصد و در بقیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد.

سرعت و درصد جوانه زنی

نتایج آزمایش نشان می دهد تیمارهای نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید، شیر گاو و آب ۳۵ درجه سانتی گراد افزایش قابل توجهی در سرعت و درصد جوانه زنی دو گونه *P.edulis* و *P.cearulea* از خود نشان دادند. تیمار نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید دارای اثر معنی دار در سرعت و درصد جوانه در دو گونه گل ساعتی بودند، به گونه ای که درصد جوانه زنی را در گونه *P.edulis*، به ترتیب ۸۱/۴ و ۷۹/۵ درصد افزایش داد، این مقادیر برای سرعت جوانه زنی نیز به ترتیب ۷۵ و ۷۲/۵ درصد بود (شکل ۱). در گونه *P.cearulea* نیز تیمارهای نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید به ترتیب ۸۲/۲۸ و ۶۳/۳۳ درصد باعث افزایش درصد جوانه زنی شدند و در این گونه سرعت جوانه زنی نیز طی اعمال این تیمارها به ترتیب ۶۲/۱۴ و ۱۱/۶۶ درصد افزایش یافت (شکل ۲). در تحقیقی که کاردیناز و همکاران (Cardenas *et al.*, 2013) روی جوانه زنی برخی از گونه های گل ساعتی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که نیترات پتاسیم تاثیر معنی داری روی سطح برگ و درصد و سرعت جوانه زنی داشت. گزارش شده جیبرلین سنتز آنزیم های هیدرولیتیکی را که در زیر لایه آلورون قرار دارند افزایش می دهد، سپس آنزیم های سنتز شده به آندوسپرم انتقال می یابد و سبب تجزیه مواد ذخیره ای و تامین انرژی لازم برای جوانه زنی می شوند (Cirak *et al.*, 2004). براساس مطالعه ماروستگا و همکاران (Marostega *et al.*, 2017) اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر روی خواب بسیاری از گونه های گل ساعتی همچون *P. suberosa* و *P. morifolia* تاثیر بسزایی دارد. از طرفی آنها دریافتند که نیترات پتاسیم یک درصد روی گونه ای از گل ساعتی به نام *P. eichleriana* و همچنین خراش دهی مکانیکی روی گونه *P. micropetala* باعث افزایش جوانه زنی شد. می توان گفت بذور تیمار شده با نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز با سنتز آنزیم های هیدرولیتیکی و تحریک فعالیت های فیزیولوژیکی در بذر و همچنین تاثیر مستقیم بر رشد و تقسیم سلولی سبب شکستن خواب بذر، افزایش خصوصیات جوانه زنی همچون سرعت و درصد جوانه زنی شدند. جیبرلین علاوه بر تامین نیاز نوری می تواند با تحریک آنزیم های دخیل در جوانه زنی مثل آلفا آمیلاز و لیپاز سبب آغاز جوانه زنی و غلبه بر خواب بذر شود (Bell *et al.*,1995). از سوی دیگر افزایش جوانه زنی تحت تاثیر نیترات پتاسیم احتمالا دلیلی بر نیاز نوری این بذور برای جوانه زنی است. بسیاری از بذور حساس به نور نیز به نیترات پتاسیم حساس هستند، زیرا این ترکیب حساسیت به نور را افزایش می دهد (Copeland, 1995). KaveGar *et al* (2013) احتمال می دهند که افزایش میزان جوانه زنی بذرها در اثر اعمال تیمارهای آب داغ به دلیل رهایی از محدودیت فیزیکی بذر است و آب داغ، با نفوذپذیر کردن پوسته بذر، امکان نفوذ آب به بذر را فراهم می کند و از طریق نرم کردن پوسته، امکان متورم شدن بذر و رشد جنین را فراهم می کند. اولیویرا و همکاران (Oliveiria *et al.*, 2010) بهترین نتیجه برای غلبه بر خواب بذر نوعی گونه خانواده گل ساعتی به نام *P.cincinnata* L. را پس از خیساندن در آب گرم ۵۰ درجه سانتی گراد پیشنهاد کردند. تحقیقات جدیدی که روی نوعی تمبر هندی *Tamarindus indica* انجام گرفته نشان داده که منابع طبیعی هورمونی همچون شیر گاو تاثیر قابل

توجهی روی شکستن خواب بذر و همچنین درصد جوانه زنی این گیاه داشته است (Adelani and Maisamari, 2016 ; Adelani and Bello, 2016). عملکرد عالی شیر تازه گاو در شکستن خواب در بذور می‌تواند به علت وجود هورمون هایی مانند Indole Acetic Acid (IAA) و Abscissic Acid (ABA) باشد (Adelani and Maisamari 2016).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای گونه *P.edulis*

Table 1: Variance analysis of studied traits for *P.edulis* species

منابع تغییر Sources of change	درجه آزادی degree of freedom	میانگین مربعات mean square: درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	شاخص بنیه بذر Seed germination index	ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination speed coefficient	ضریب یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity coefficient	طول ساقه (cm) Stem length (cm)	طول ریشه (cm) root length (cm)	قطر ساقه (cm) Stem diameter (cm)
تیمارها Treatments	۹	۱۳۲۳/۳**	۱۲۶/۸**	۷۸۷۴/۹**	۰/۰۰۲۳**	۰/۰۰۰۱**	۷/۱۱**	۵/۶۴**	۰/۰۱۱**
خطا error	۲۰	۱۴۴/۱	۱۴/۹۱	۷۱۱/۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۳۱۴	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات(٪CV) coefficient of variation		۲۴/۲۹	۲۲/۶۶	۲۹/۳۲	۸/۶۳	۱۳/۵۷	۴/۹۳	۲/۸۳	۹/۴۴

ادامه جدول: ۱

منابع تغییر Sources of change	درجه آزادی degree of freedom	میانگین مربعات mean square: طول برگ (cm) Leaf length (cm)	عرض برگ (cm) leaf width (cm)	تعداد برگ number of leaves	سطح برگ (cm^2) leaf area (cm2)	وزن تر اندام هوایی (gr) aerial body fresh weight (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr) Dry weight of shoot (gr)	وزن تر ریشه (gr) root fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه (gr) root dry weight (gr)
تیمارها Treatments	۹	۳/۸۲**	۱/۱۴**	۲/۰۹**	۳۲۳/۹**	۱/۷۰**	۰/۰۲۶**	۰/۰۳۷**	۰/۰۰۰۷**
خطا error	۲۰	۰/۰۸۸	۰/۰۲۷	۰/۵۳۳	۷/۳۶	۰/۰۳۲۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۵
ضریب تغییرات(٪CV) coefficient of variation		۳/۳۸	۳/۷۴	۹/۷۴	۷/۱۰	۵/۸۱	۶/۴۲	۶/۳۴	۴/۴۵

n.s، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

n.s., * and ** are non-significant, significance at five percent and one percent probability level, respectively

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای گونه *P.caerulea*

Table 2: Variance analysis of studied traits for *P.caerulea* species

منابع تغییر Sources of change	درجه آزادی degree of freedom	میانگین مربعات mean square: درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination speed	شاخص بنیه بذر Seed germination index	ضریب سرعت جوانه زنی Germination speed coefficient	ضریب یکنواختی جوانه زنی Germination uniformity coefficient	طول ساقه (cm) Stem length (cm)	طول ریشه (cm) root length (cm)	قطر ساقه (cm) Stem diameter (cm)
تیمارها Treatments	۹	۴۶۲/۷*	۳۳/۳۲*	۱۵۱۶/۵۸**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۳**	۸/۷۲**	/۷۵** ۶	۰/۰۱۳**
خطا error	۲۰	۱۵۲/۸	۱۰/۳۰	۱۸۶/۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۲	۰/۱۲	/۰۴۵ ۰	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات(٪CV) coefficient of variation		۵۵/۶۹	۳۶/۶۶	۴۶/۶۰	۱۵/۱۵	۲۳/۶۸	۲/۸۸	۲/۴۴	۸/۸۱

ادامه جدول ۲

منابع تغییر Sources of change	درجه آزادی degree of freedom	میانگین مربعات mean square							
		طول برگ (cm) Leaf length (cm)	عرض برگ (cm) leaf width (cm)	تعداد برگ number of leaves	سطح برگ (cm^2) leaf area (cm2)	وزن تر اندام هوایی (gr) aerial body fresh weight (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr) Dry weight of shoot (gr)	وزن تر ریشه (gr) root fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه (gr) root dry weight (gr)
تیمارها Treatments	۹	۴/۸۸**	۱/۱**	۳/۶۹**	۳۵۰/۷**	۱/۰۸**	۲/۰۳**	۰/۰۳۶**	۰/۰۰۰۷**
خطا error	۲۰	۰/۰۵۲	۰/۰۱۵	۰/۳۳	۲/۳۸	۰/۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات(٪CV) coefficient of variation		۲/۷۵	۲/۷۰	۸/۳۳	۴/۱۵	۵/۱۰	۳/۵۶	۶/۱۲	۳/۲۲

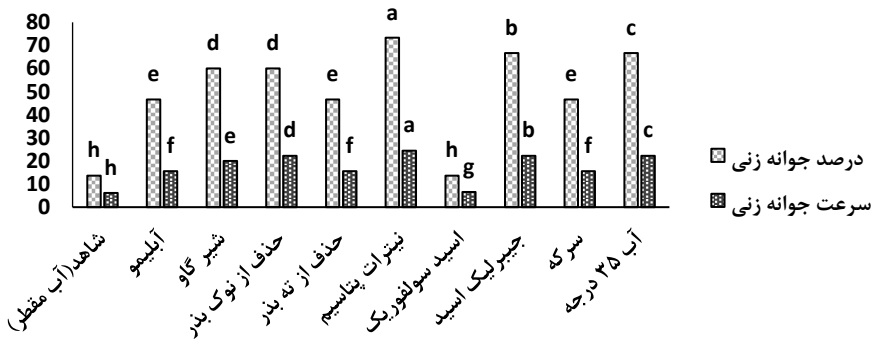
n.s، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

n.s., * and ** are non-significant, significance at five percent and one percent probability level, respectively

سرعت و درصد جوانه زنی

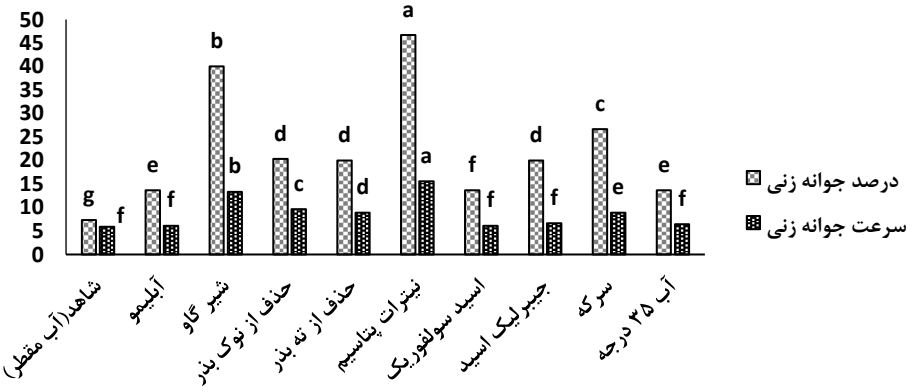
نتایج آزمایش نشان می دهد تیمارهای نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید، شیر گاو و آب ۳۵ درجه سانتی گراد افزایش قابل توجهی در سرعت و درصد جوانه زنی دو گونه *P.edulis* و *P.cearulea* از خود نشان دادند. تیمار نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید دارای اثر معنی دار در سرعت و درصد جوانه در دو گونه گل ساعتی بودند، به گونه ای که درصد جوانه زنی را در گونه *P.edulis*، به ترتیب ۸۱/۴ و ۷۹/۵ درصد افزایش داد، این مقادیر برای سرعت جوانه زنی نیز به ترتیب ۷۵ و ۷۲/۵ درصد بود (شکل ۱). در گونه *P.cearulea* نیز تیمارهای نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید به ترتیب ۸۲/۲۸ و ۶۳/۳۳ درصد باعث افزایش درصد جوانه زنی شدند و در این گونه سرعت جوانه زنی نیز طی اعمال این تیمارها به ترتیب ۶۲/۱۴ و ۱۱/۶۶ درصد افزایش یافت (شکل ۲). در تحقیقی که کاردیناز و همکاران (Cardenas *et al.*, 2013) روی جوانه زنی برخی از گونه های گل ساعتی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که نیترات پتاسیم تاثیر معنی داری روی سطح برگ و درصد و سرعت جوانه زنی داشت. گزارش شده جیبرلین سنتز آنزیم های هیدرولیتیکی را که در زیر لایه آلورون قرار دارند افزایش می دهد، سپس آنزیم های سنتز شده به آندوسپرم انتقال می یابد و سبب تجزیه مواد ذخیره ای و تامین انرژی لازم برای جوانه زنی می شوند (Cirak *et al.*, 2004). براساس مطالعه ماروستگا و همکاران (Marostega *et al.*, 2017) اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر روی خواب بسیاری از گونه های گل ساعتی همچون *P. suberosa* و *P. morifolia* تاثیر بسزایی دارد. از طرفی آنها دریافتند که نیترات پتاسیم یک درصد روی گونه ای از گل ساعتی به نام *P. eichleriana* و همچنین خراش دهی مکانیکی روی گونه *P. micropetala* باعث افزایش جوانه زنی شد. می توان گفت بذور تیمار شده با نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز با سنتز آنزیم های هیدرولیتیکی و تحریک فعالیت های فیزیولوژیکی در بذر و همچنین تاثیر مستقیم بر رشد و تقسیم سلولی سبب شکستن خواب بذر، افزایش خصوصیات جوانه زنی همچون سرعت و درصد جوانه زنی شدند. جیبرلین علاوه بر تامین نیاز نوری می تواند با تحریک آنزیم های دخیل در جوانه زنی مثل آلفا آمیلاز و لیپاز سبب آغاز

جوانه زنی و غلبه بر خواب بذر شود (Bell *et al.*,1995). از سوی دیگر افزایش جوانه زنی تحت تاثیر نیترات پتاسیم احتمالا دلیلی بر نیاز نوری این بذور برای جوانه زنی است. بسیاری از بذور حساس به نور نیز به نیترات پتاسیم حساس هستند، زیرا این ترکیب حساسیت به نور را افزایش می دهد (Copeland, 1995). کاوه گر و همکاران (2013) احتمال می دهند که افزایش میزان جوانه زنی بذرها در اثر اعمال تیمارهای آب داغ به دلیل رهایی از محدودیت فیزیکی بذر است و آب داغ، با نفوذپذیر کردن پوسته بذر، امکان نفوذ آب به بذر را فراهم می کند و از طریق نرم کردن پوسته، امکان متورم شدن بذر و رشد جنین را فراهم می کند. اولیویرا و همکاران (Oliveiria *et al.*, 2010) بهترین نتیجه برای غلبه بر خواب بذر نوعی گونه خانواده گل ساعتی به نام *P.cincinnata* L. را پس از خیساندن در آب گرم ۵۰ درجه سانتی گراد پیشنهاد کردند. تحقیقات جدیدی که روی نوعی تمبر هندی *Tamarindus indica* انجام گرفته نشان داده که منابع طبیعی هورمونی همچون شیر گاو تاثیر قابل توجهی روی شکستن خواب بذر و همچنین درصد جوانه زنی این گیاه داشته است (Adelani and Maisamari, 2016 ; Adelani and Bello, 2016). عملکرد عالی شیر تازه گاو در شکستن خواب در بذور می تواند به علت وجود هورمون هایی مانند Indole Acetic Acid (IAA) و Abscissic Acid (ABA) باشد (Adelani and Maisamari 2016).



شکل ۱: تغییرات درصد و سرعت جوانه زنی طی اعمال تیمارها در گونه *P.edulis*

Figure 1- Changes in germination percentage and speed during the application of treatments in *P.edulis* species

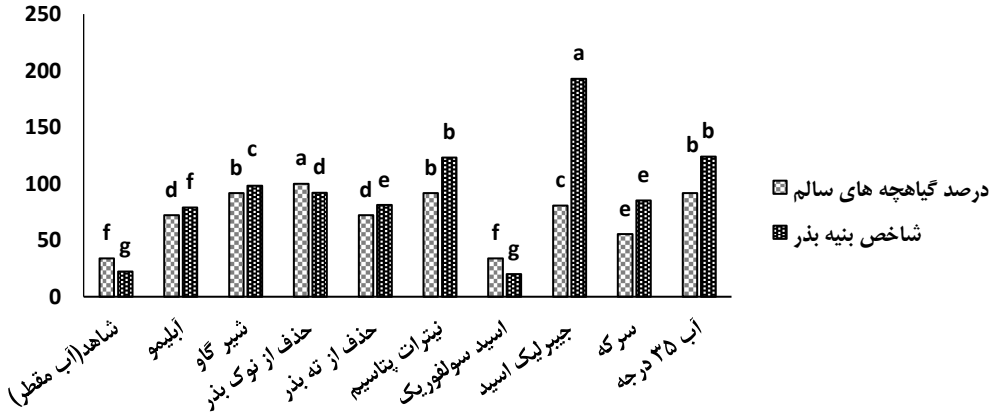


شکل ۲: تغییرات درصد و سرعت جوانه زنی طی اعمال تیمار در گونه *P.caerulea*

Figure 2: Changes in germination percentage and speed during treatment in *P.caerulea* species

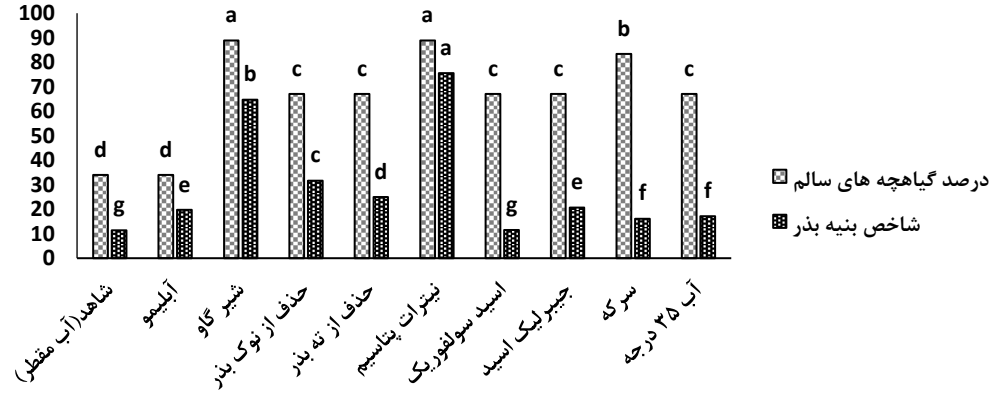
درصد گیاهچه های سالم و شاخص بنیه بذر

طبق جدول تجزیه واریانس داده ها درصد گیاهچه های سالم و شاخص بنیه بذر تحت تاثیر تیمارهای مختلف شیمیایی و فیزیکی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با شاهد داشتند. مقایسه میانگین صفات نشان داد که در گونه *P.edulis* تیمارهای جیبرلیک اسید، نیترات پتاسیم و آب ۳۵ درجه سانتی گراد و در گونه *P.caerulea* نیترات پتاسیم، شیر و حذف از نوک بذر اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشتند و درصد گیاهچه های سالم و شاخص بنیه بذر بالایی داشتند. طی اعمال تیمارهایی همچون نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید در گونه *P.edulis* شاخص بنیه بذر ۸۱/۹۰ و ۸۸/۴ درصد افزایش یافت. بنیه بذر به توان تولید گیاهچه های نرمال در کمترین زمان ممکن گفته می شود که این صفت مهمترین عامل موثر بر استقرار و سبز شدن بذر و به دنبال آن رشد گیاه می باشد. بالاترین شاخص بنیه بذر مربوط به تیمارهای نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید بود که دلیل آن را می توان به بهبود درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه نسبت داد (Sharma *et al*., 2014).



شکل ۳: تغییرات درصد گیاهچه های سالم و شاخص بنیه بذر طی اعمال تیمارها در گونه *P.edulis*

Figure 3: Changes in percentage of healthy seedlings and seed germination index during treatments in *P.edulis*

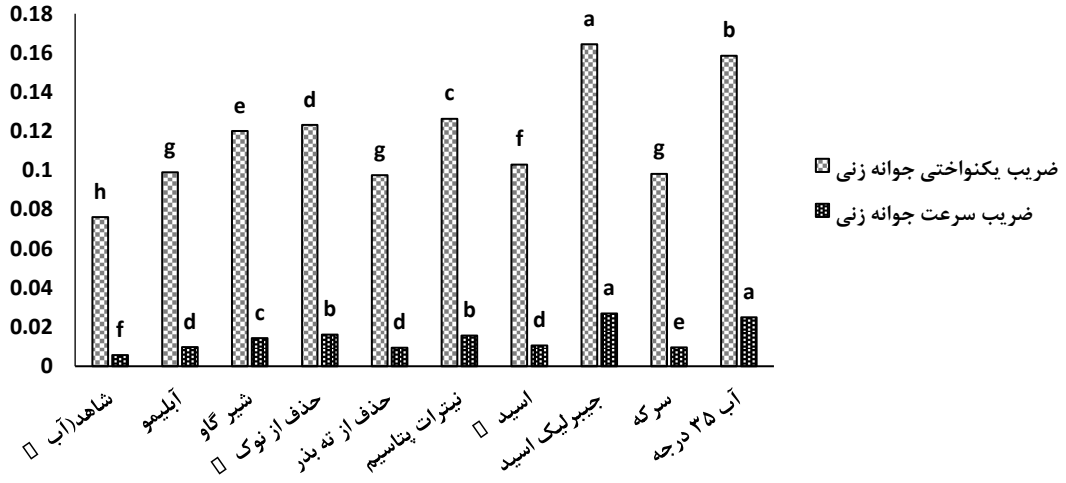


شکل ۴: تغییرات درصد گیاهچه های سالم و شاخص بنیه بذر طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 4: Changes in the percentage of healthy seedlings and seed germination index during the application of treatments in *P.caerulea*

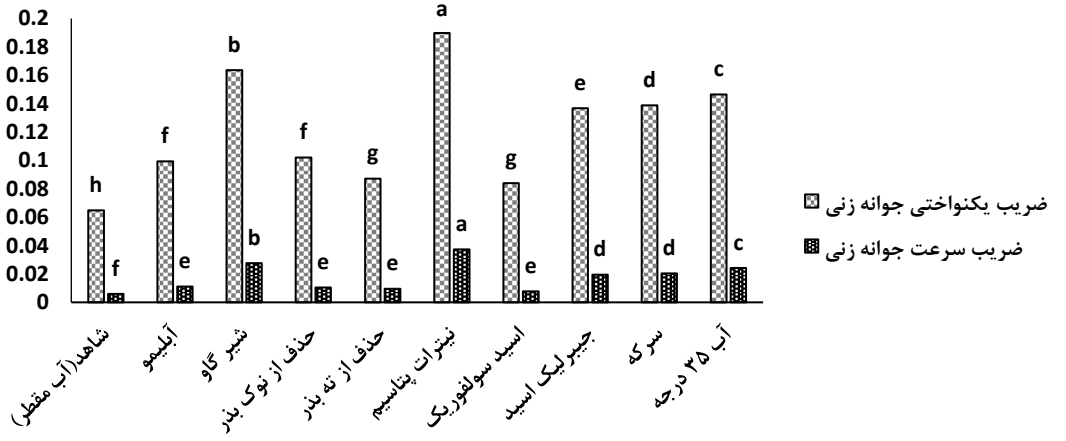
ضریب سرعت جوانه زنی و ضریب یکنواختی جوانه زنی

ضریب سرعت و ضریب یکنواختی جوانه زنی طی اعمال تیمارهای جیبرلیک اسید، نیترات پتاسیم، حذف از نوک بذر و آب ۳۵ درجه سانتی گراد در گونه *P.edulis* (شکل ۵) و تیمارهای نیترات پتاسیم، شیر گاو و آب ۳۵ درجه سانتی گراد در گونه *P.caerulea* افزایش معنی داری از خود نشان دادند (شکل ۶). این ضرایب در واقع جوانه زنی بذور را در یک محدوده زمانی مشخص می کنند. در واقع هر چه مقدار این ضرایب بالاتر باشد میانگین زمان جوانه زنی کمتر است (Ranal and Santana, 2006). افزایش سرعت جوانه زنی بذور تیمار شده، ممکن است از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز باعث تسریع جوانه زنی شده و به دنبال آن به کاهش میانگین زمان جوانه زنی منجر شود (Baskin and Baskin, 2004) و از این طریق باعث افزایش ضریب سرعت و یکنواختی جوانه زنی گردد.



شکل ۵: تغییرات ضریب سرعت جوانه زنی و ضریب یکنواختی جوانه زنی طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 5: Variations in germination speed coefficient and germination uniformity coefficient during the application of treatments in *P. edulis*

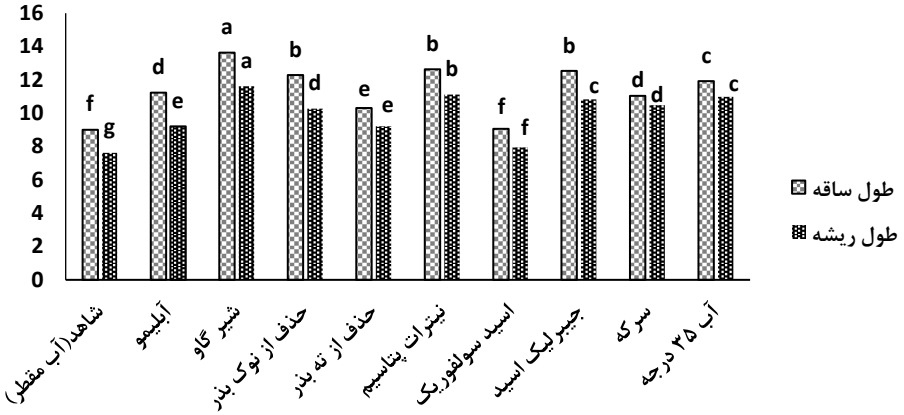


شکل ۶: تغییرات ضریب سرعت جوانه زنی و ضریب یکنواختی جوانه زنی طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 6: Variations in germination speed coefficient and germination uniformity coefficient during the application of treatments in *P.caerulea* species

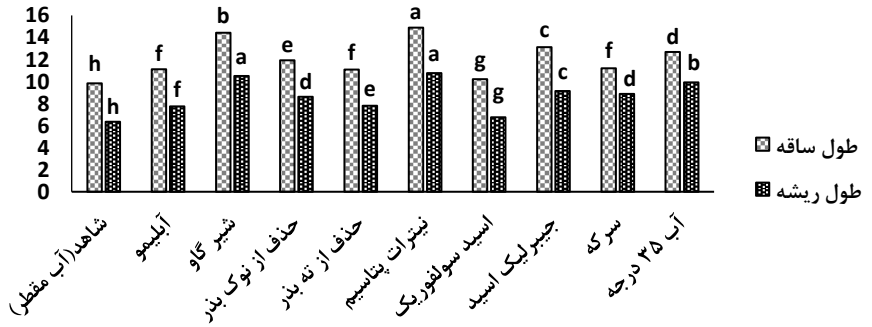
طول ساقه و طول ریشه

طبق نتایج بدست آمده تیمارهای شیر گاو، حذف از نوک بذر، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید در گونه *P. edulis* (شکل۷) و تیمارهای شیر گاو، نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و آب ۳۵ درجه سانتی گراد در گونه *P.caerulea* (شکل ۸) افزایش قابل توجهی در طول ساقه و طول ریشه نسبت به شاهد از خود نشان دادند و دارای اثر معنی دار در مقایسه با سایر تیمارها بودند. در گونه *P.edulis* تیمارهای شیر، حذف از نوک بذر، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید به ترتیب ۳۳/۸۶، ۲۶/۷۰، ۲۸/۶۴ و ۲۸/۰۹ درصد طول ساقه را افزایش داد. این مقادیر برای طول ریشه به ترتیب ۳۴/۳۶، ۲۵/۷۱، ۳۱/۴۱ و ۲۹/۵۹ درصد بود. در گونه *P.caerulea* نیز تیمار شیر گاو ۳۱/۸۰ درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۳۴/۰۱ درصد، تیمار جیبرلیک اسید ۲۵/۰۱ درصد و آب ۳۵ درجه سانتی گراد ۲۲/۵۳ درصد صفت طول ساقه را بهبود بخشید. برای صفت طول ریشه نیز این مقادیر برای تیمار نیترات پتاسیم ۴۰/۹۷ درصد، تیمار شیر ۳۹/۶۵ درصد، تیمار آب ۳۵ درجه سانتی گراد ۳۶/۰۶ درصد و جیبرلیک اسید ۳۰/۴۸ درصد بود. نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و بسیاری از هورمون های گیاهی دیگر از طریق تاثیر مستقیم بر رشد و تقسیم سلولی و تحریک تقسیم و طویل شدن سلولی که نتیجه افزایش جذب آب و تورژسانس است، سبب افزایش خصوصیات رشدی می شوند، این امر باعث تسریع در سبز شدن و استقرار گیاهچه ها خواهد شد (Marostega *et al.*, 2017: Shim *et al.*, 2008).



شکل ۷: تغییرات طول ساقه و طول ریشه طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 7: Changes in stem length and root length during treatments in *P. edulis* species

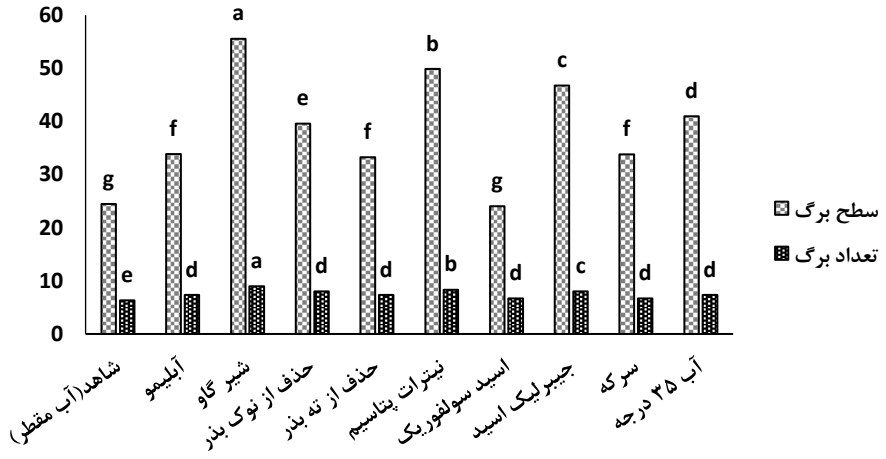


شکل ۸: تغییرات طول ساقه و طول ریشه طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 8: Changes in stem length and root length during treatments in *P.caerulea* species

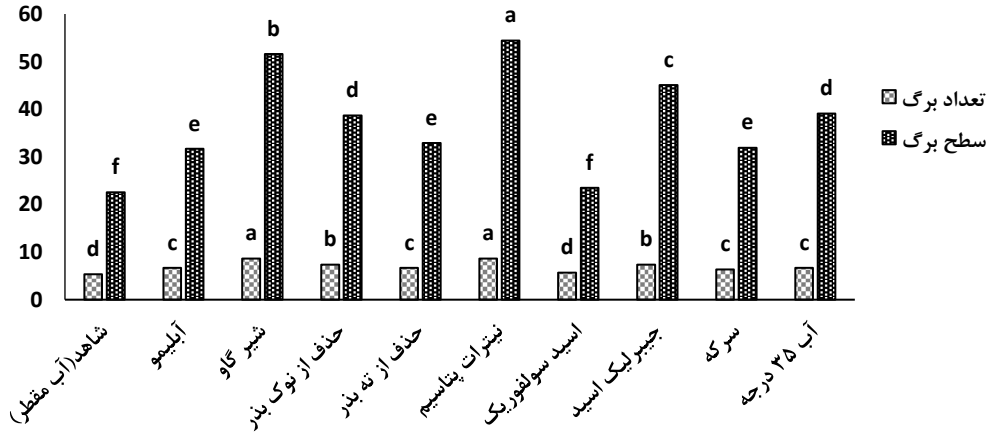
سطح برگ و تعداد برگ

طبق نتایج بدست آمده صفات سطح برگ و تعداد برگ نیز طی اعمال تیمارهای شیر گاو، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید افزایش معنی داری در هر دو گونه *P. edulis* و *P.caerulea* داشتند. تیمار شیر در گونه *P. edulis*، ۵۶ درصد و تیمار نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید به ترتیب ۵۱ و ۴۷/۶۸ درصد سبب افزایش سطح برگ شدند (شکل ۹). در گونه *P.caerulea* تیمار شیر ۵۶/۲۵ درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۵۸/۵۵ درصد و تیمار جیبرلیک اسید ۴۹/۹۵ درصد سطح برگ را افزایش داد (شکل ۱۰). تاثیر مثبت نیترات پتاسیم به عنوان یک عامل مهم در تحریک جذب اکسیژن و همچنین یک عامل همراه فیتوکرومی جهت تامین نیاز نوری (Khan *et al*., 1999) و جیبرلیک اسید به عنوان عامل مهم در تسریع فتوسنتز از طریق افزایش فعالیت آنزیم های ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و روبیسکو (ریبولوز بی فسفات اکسیژناز)، باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد برگ ها و افزایش سطح برگ می شوند (Cardenas *et al*., 2013؛ Marostega *et al*., 2017).



شکل ۹: تغییرات سطح برگ و تعداد برگ طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 9: Changes in leaf surface and number of leaves during treatments in *P. edulis* species

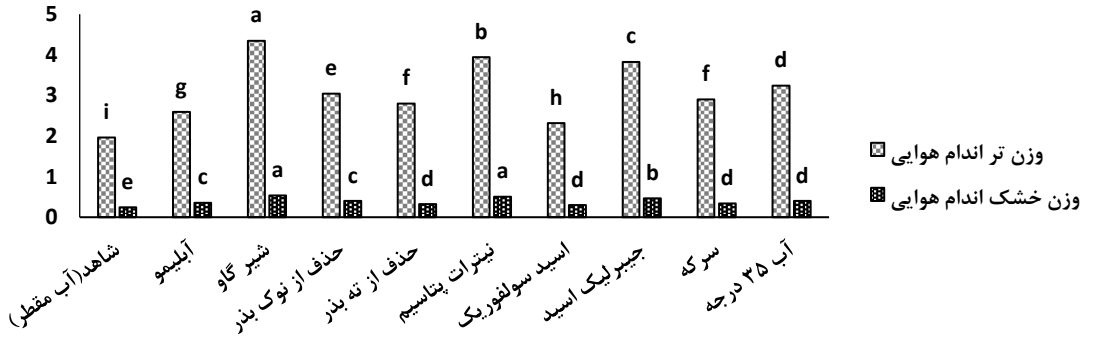


شکل ۱۰: تغییرات سطح برگ و تعداد برگ طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 10: Changes in leaf surface and number of leaves during treatments in *P.caerulea* species

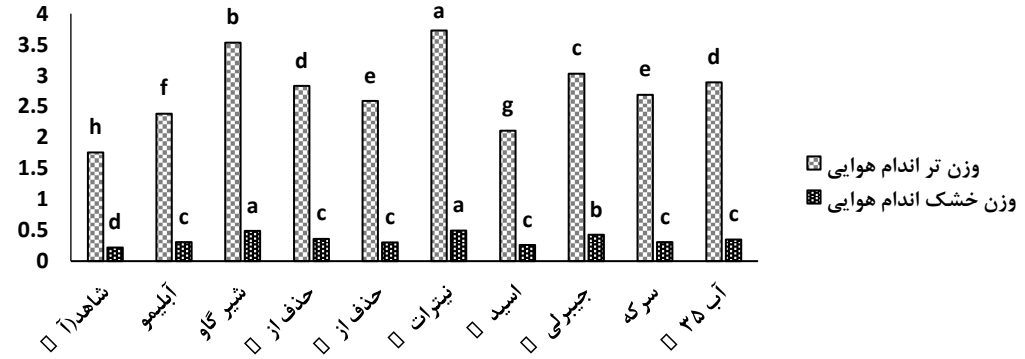
وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که صفات وزن تر و خشک اندام هوایی نیز طی اعمال تیمارهای شیر گاو، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید افزایش معنی داری در هر دو گونه *P. edulis* و *P.caerulea* داشتند. در گونه *P. edulis*، تیمار شیر ۵۴/۷۵ درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۳۵/۳۸ درصد و تیمار جیبرلیک اسید ۵۰/۱ درصد وزن تر اندام هوایی را افزایش داد (شکل ۱۱)، این مقادیر برای گونه *P.caerulea* به ترتیب ۵۰/۲۳، ۵۲/۹۰ و ۴۲/۰۲ درصد بود (شکل۱۲). برای وزن خشک اندام هوایی در گونه *P. edulis*، تیمار شیر ۵۵/۲۹ درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۳۹/۵ درصد و تیمار جیبرلیک اسید ۵۲/۱۷ درصد باعث بهبود شد. در گونه *P.caerulea* نیز تیمار شیر ۵۵/۴۸ درصد، نیترات پتاسیم ۵۵/۸۵ درصد و جیبرلیک اسید ۴۸/۶۴ درصد وزن خشک اندام هوایی را افزایش داد. نتایج محققان روی خواب و جوانه زنی بذر باریجه و زیره سبز (Alvandian *et al.*, 2013) نشان داد که کمترین طول ساقه چه و وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد بود، که با نتایج این بررسی کاملا مطابقت داشت. افزایش سرعت جوانه زنی طی اعمال تیمارهایی چون نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید خود باعث شروع رشد و افزایش شاخصه های رشدی می شود و از طرفی دیگر تعدیل هورمونی ایجاد شده طی اعمال این تیمارها و سنتز آنزیم های هیدرولیز کننده مانند آلفا آمیلاز، باعث افزایش طول و وزن گیاهچه می گردد (Stout, 1998).



شکل ۱۱: تغییرات وزن تر و وزن خشک اندام هوایی طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 11: Changes in fresh weight and dry weight of aerial parts during treatments in *P. edulis* species

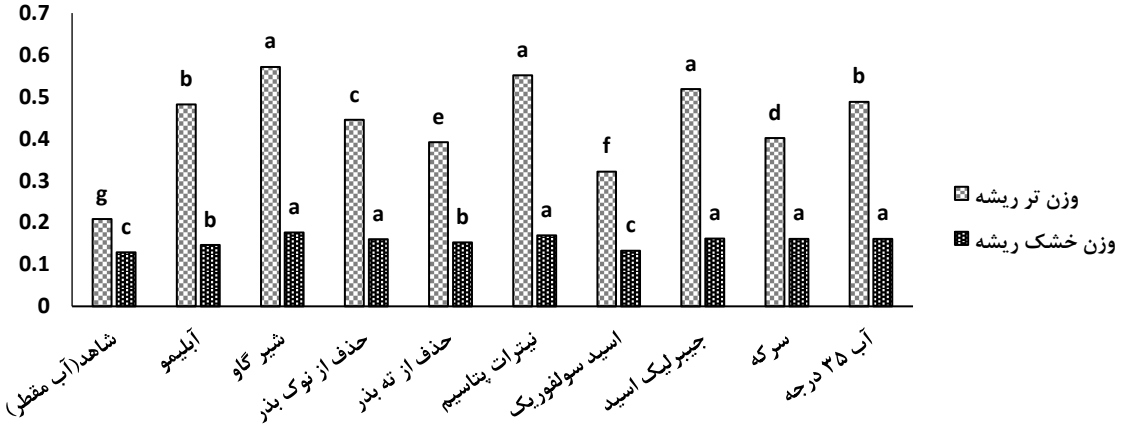


شکل ۱۲: تغییرات وزن تر و وزن خشک اندام هوایی طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 12- Changes in fresh weight and dry weight of aerial parts during treatments in *P.caerulea* species

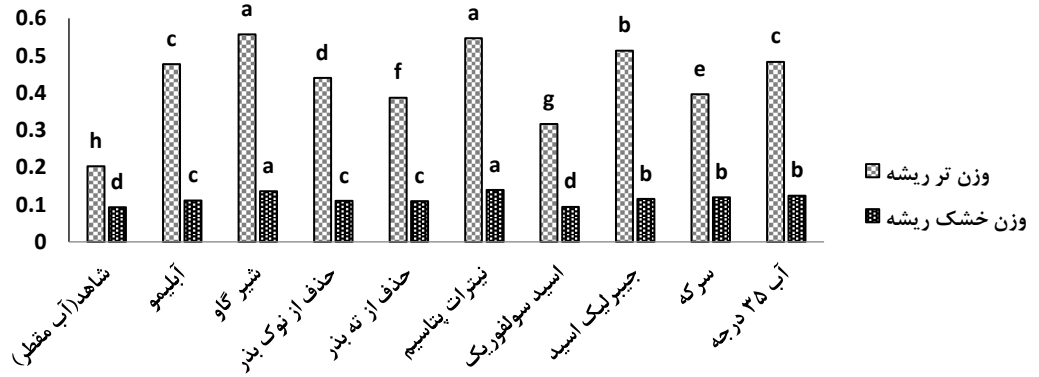
وزن تر و خشک ریشه

صفت وزن تر ریشه طی اعمال تیمارهای شیر گاو ۶۳/۵۶ درصد، نیترات پتاسیم ۶۲/۲۴ درصد و جیبرلیک اسید ۵۹/۸۱ درصد در گونه *P. edulis* (شکل ۱۳) و در گونه *P.caerulea* طی اعمال تیمار شیر ۶۳/۴۸ درصد، نیترات پتاسیم ۶۲/۸۱ درصد و جیبرلیک اسید ۶۰/۳۹ درصد (شکل ۱۴) افزایش معنی دار نشان داد. وزن خشک ریشه نیز طی اعمال تیمار های شیر، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید در گونه *P. edulis* به ترتیب ۲۶/۶۷، ۶۲/۲۴ و ۵۹/۸۱ درصد و در گونه *P.caerulea* به ترتیب ۳۱/۶۲، ۳۳/۰۴ و ۱۹/۲۳ درصد افزایش یافت. نتایج آزمایشی که بوتولا و بادولا (Butola and Badola, 2004) روی اثر پیش تیمار مواد شیمیایی ترکیبات نیتروژن دار روی جوانه زنی بذور و ویژگی های گیاهچه ای گیاه دارویی سنبل خطایی (*Angelica glauca*) انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که نیترات پتاسیم علاوه بر افزایش سرعت و درصد جوانه زنی باعث افزایش ویژگی‌های مورفولوژیکی همچون طول ساقه، طول ریشه و وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه می شود. افزایش جذب آب توسط نیترات پتاسیم و در نتیجه افزایش فشار تورژسانس و تورم سلول های ریشه به دلیل ورود یون پتاسیم به سلول می تواند دلیل مهمی بر افزایش وزن تر ریشه چه باشد (Shim *et al*., 2008).



شکل ۱۳: تغییرات وزن تر و وزن خشک ریشه طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 13: Changes in fresh weight and dry weight of roots during treatments in *P. edulis* species



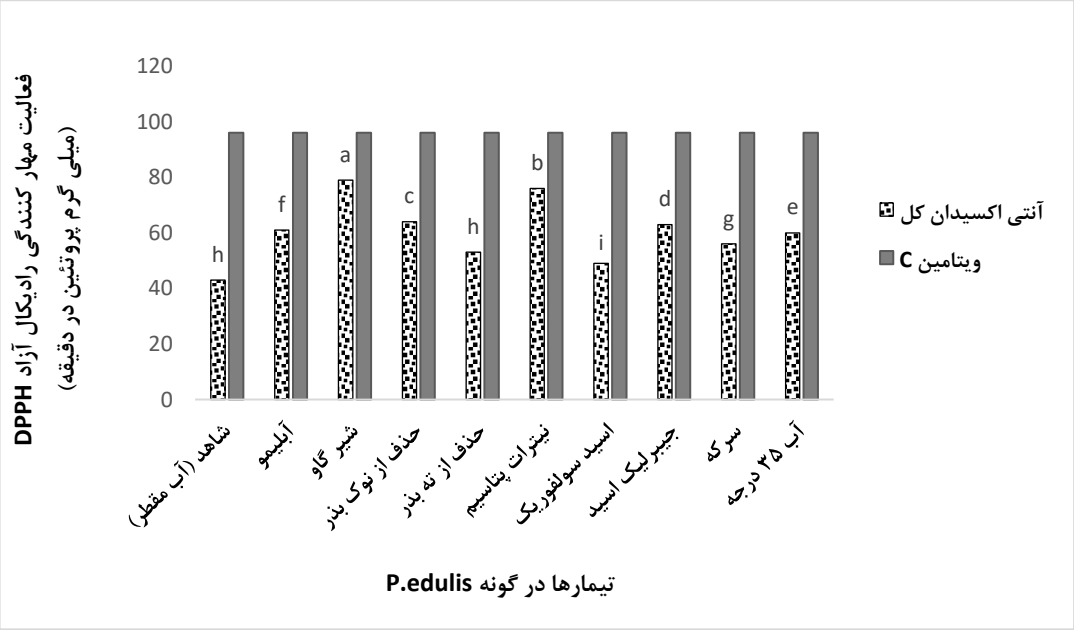
شکل ۱۴: تغییرات وزن تر و وزن خشک ریشه طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 14: Changes in fresh weight and dry weight of roots during treatments in *P.caerulea* species

میزان آنتی اکسیدان کل

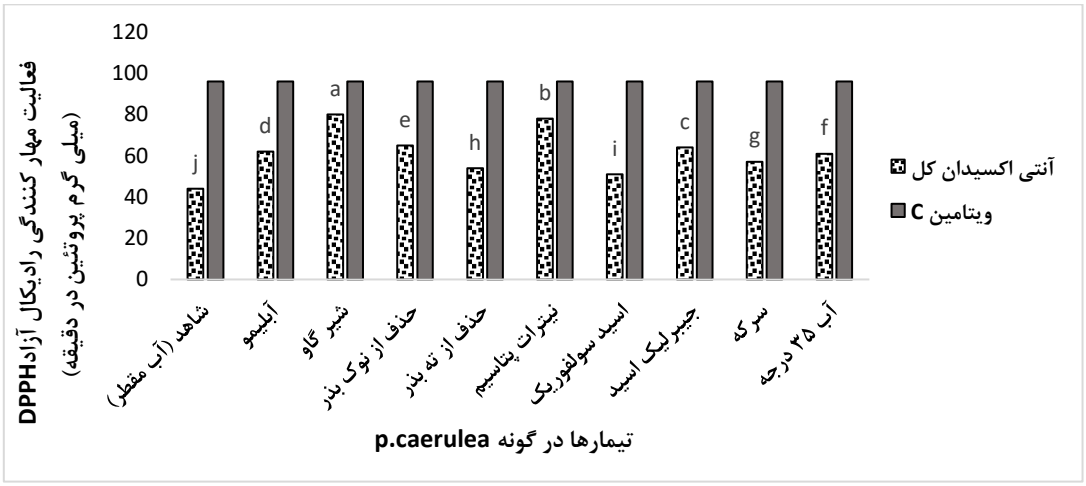
نتایج نشان داد که محتوای انتی اکسیدان در تیمارهای شیر گاو، نیترات پتاسیم، حذف از نوک بذر و جیبرلیک اسید افزایش معنی داری در هر دو گونه *P. edulis* و *P.caerulea* داشتند. در گونه *P. edulis*، تیمار شیر ۷۹درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۷۶ درصد، تیمار حذف از نوک بذر ۶۴ درصد و تیمار جیبرلیک اسید ۶۳ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱۵)، این مقادیر برای گونه *P.caerulea* به ترتیب ۸۰، ۷۸ و ۶۴ و ۶۳ درصد بود (شکل۱۶). در توجیه این پدیده اینگونه استنباط می شود که شیر گاو حاوی مواد مغذی فراوانی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی است که می‌تواند به عنوان یک منبع غذایی غنی برای بذرها عمل کند. این مواد مغذی می‌توانند فرآیندهای متابولیکی بذر را تحریک کرده و رشد گیاهچه‌ها را تقویت کنند. علاوه بر این، برخی ترکیبات موجود در شیر مانند آمینو اسیدها و ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانی (مانند ویتامین C و E) می‌توانند تولید آنتی‌اکسیدان‌های داخلی را افزایش داده و دفاع گیاهچه را در برابر استرس اکسیداتیو تقویت کنند. شیر به دلیل دارا بودن مواد مغذی و ویتامین‌ها می‌تواند به طور غیرمستقیم بر بهبود رشد و افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی تأثیر بگذارد. هرچند تحقیقات کمتری به طور خاص به پرایمینگ با شیر پرداخته‌اند، در یک مطالعه روی گیاهان گوجه‌فرنگی، استفاده از شیر گاو به عنوان یک ماده تیمار شد که به بهبود رشد گیاه و افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی آن کمک کرد. ترکیبات تغذیه‌ای موجود در شیر مانند ویتامین‌های C و E و پروتئین‌ها، باعث تقویت رشد و افزایش مقاومت گیاه در برابر استرس‌های محیطی شد. در نتیجه، گیاهچه‌ها با محتوای آنتی‌اکسیدانی بیشتری مواجه شدند (Campos and Eiras, 2004). نیترات پتاسیم (KNO_3) یک منبع مهم از نیتروژن و پتاسیم است. نیتروژن باعث تحریک سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود. این آنزیم‌ها در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد نقش اساسی دارند. پتاسیم نیز نقش کلیدی در تنظیم آب گیاه و تعادل یونی دارد که باعث تقویت مقاومت گیاهچه‌ها به استرس‌های محیطی و در نتیجه افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی می‌شود. تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم می‌تواند بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاهچه‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را به همراه داشته باشد (Ruan and Tylkowska, 2002). مطالعه‌ای که توسط Egli و همکاران (۱۹۹۹) انجام شد، نشان داد که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم منجر به بهبود سرعت جوانه‌زنی و همچنین افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها در گیاهچه‌ها شد. این تحقیق نشان داد که نیترات پتاسیم به دلیل تأمین نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی در سنتز پروتئین‌های آنزیمی، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاهچه‌ها می‌شود (Egli et al., 1990). حذف نوک بذر به عنوان نوعی استرس مکانیکی تلقی می‌شود. گیاهان معمولاً در پاسخ به استرس‌های مکانیکی (مانند بریدگی، خراش یا آسیب‌های دیگر) مسیرهای دفاعی خود را فعال می‌کنند. این استرس‌ها می‌توانند باعث افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها شوند، حذف نوک بذر باعث می‌شود گیاه واکنش جبرانی نشان داده و تقسیم سلولی در مناطق دیگر گیاه را افزایش دهد تا رشد و ترمیم را جبران کند. این فرآیندها به مواد مغذی و انرژی بیشتری نیاز دارند که ممکن است باعث افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها شود، زیرا این ترکیبات

برای محافظت از سلول‌ها در طول رشد و تقسیم سلولی ضروری هستند. مطالعه‌ای که توسط (Brosché et al., 2005) انجام شد، نشان داد که گیاهان در پاسخ به آسیب‌های مکانیکی مانند بریدن یا حذف بخشی از گیاه (مانند نوک بذر)، مسیرهای دفاعی خود را فعال می‌کنند. در این مطالعه، پس از آسیب مکانیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاه *Arabidopsis thaliana* افزایش یافت. گیاه برای مقابله با تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) ناشی از آسیب، میزان آنتی‌اکسیدان‌های خود را افزایش داد(Brosché et al., 2005) . مطالعه دیگری در گوجه‌فرنگی نشان داد پس از حذف بخشی از بافت گیاه (مانند نوک بذر یا برگ)، تولید پروتئین‌های دفاعی مانند پروتئین‌های مربوط به آنتی‌اکسیدان‌ها افزایش می‌یابد. (Orozco-Cardenas and Ryan, 1999). جیبرلیک اسید (GA3) یک هورمون گیاهی است که نقش مهمی در تنظیم رشد و جوانه‌زنی بذرها دارد. این هورمون از طریق فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولیتیک و افزایش تقسیم و تمایز سلولی، رشد سریع گیاهچه‌ها را تحریک می‌کند (Sharma and Bhardwaj, 2007). افزایش رشد و تمایز سلولی می‌تواند به تولید بیشتر آنتی اکسیدان‌ها و آنزیم‌های دفاعی منجر شود که با استرس‌های اکسیداتیو مقابله می‌کنند. در یک مطالعه تاثیر جیبرلیک اسید بر افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی در گیاهچه‌های *Brassica juncea* بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار گیاهچه‌ها با جیبرلیک اسید باعث افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی شد که به بهبود مقاومت گیاهچه‌ها در برابر استرس اکسیداتیو کمک کرد (Sharma and Bhardwaj, 2007)،



شکل ۱۵: تغییرات محتوای انتی اکسیدان کل طی اعمال تیمارها در گونه *P. edulis*

Figure 15: Total antioxidant changes during treatments in *P. edulis* species



شکل ۱۶: تغییرات محتوای انتی اکسیدان کل طی اعمال تیمارها در گونه *P.caerulea*

Figure 16: Changes in total antioxidant content during treatments in *P.caerulea* species

نتیجه گیری کلی

درک نیازهای جوانه زنی بذر برای رشد موفقیت آمیز گیاهان از بذر، بسیار مهم است. قبل از شروع، باید به نیازمندی های گیاه توجه کرد. مطالعات نشان داده است که پرایمینگ در کاهش اثرات منفی و بازدارندگی تنش های محیطی، پر بار شدن محصولات، افزایش بنیه بذر، افزایش شاخص های جوانه زنی نقش مهمی ایفا می کند. بدین ترتیب درصد بیشتری از بذرها جوانه زده و رشد می کنند. جوانه زنی در بذرهای مختلف همزمان انجام نمی شوند. لذا استفاده از محلولهای مختلف برای تحریک بذر و افزایش جوانه زدن مورد نیاز است. به منظور حفظ محیط زیست و کشاورزی سبز، استفاده از مواد طبیعی و ارگانیک توصیه می شود. در نهایت در این بررسی بهترین تیمار برای درصد و سرعت جوانه زنی در هر دو گونه تیمار نیترات پتاسیم بود. در مورد درصد گیاهچه های سالم بهترین تیمارها شامل حذف از نوک بذر در گونه *P. edulis* و شیر گاو و نیترات پتاسیم در گونه *P.caerulea* بود. در صفت شاخص بنیه بذر، تیمار جیبرلیک اسید در گونه *P. edulis* و نیترات پتاسیم در گونه *P.caerulea* بهترین گزینه بودند. جیبرلیک اسید در گونه *P. edulis* در مورد هر دو صفت ضریب یکنواختی جوانه زنی و ضریب سرعت جوانه زنی مناسبترین تیمار بود. در حالی که در گونه *P.caerulea* تیمار نیترات پتاسیم در هر دو صفت بهترین عملکرد را داشت. در مورد تغییرات طول ساقه و طول ریشه تیمار شیر گاو در گونه *P. edulis* و تیمار نیترات پتاسیم در گونه *P.caerulea* بهترین گزینه بود. تیمار شیر گاو برای هر دو صفت سطح برگ و تعداد برگ در گونه *P. edulis* و تیمار نیترات پتاسیم برای دو صفت فوق مناسب بودند. شیر گاو بیشترین افزایش مقدار در وزن تر و وزن خشک اندام هوایی در گونه *P. edulis* و تیمار نیترات پتاسیم بیشترین افزایش را در وزن تر و خشک اندام هوایی گونه *P.caerulea* داشت. تیمار شیر گاو، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید باعث تحریک و بهبود رشد گیاهچه‌ها، فعال‌سازی مسیرهای بیوسنتزی آنتی‌اکسیدان‌ها و افزایش تولید آنزیم‌های دفاعی می‌شود. این عوامل به افزایش محتوای آنتی‌اکسیدانی گیاهچه‌ها کمک می‌کنند و گیاهچه‌ها را

در برابر استرس‌های محیطی مقاوم‌تر می‌کنند. در کل از میان تمامی تیمارها سه تیمار شیر گاو، نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید بیشترین تغییرات مثبت را در بین تمامی صفات جوانه زنی و رشد بذرهای دو گونه گل ساعتی از خود نشان دادند. لذا به کار گیری این تیمارها در تحقیقات آتی سایر محققان در رابطه با گونه های گل ساعتی پیشنهاد می گردد.

منابع

Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J. D. 1973. Vigor determination in soybean Seed by multiple, Criteria. Crop Science, 13: 630 - 633.

Adelani, D. O. 2009. Germination Potential and Seedling Vigour of African star apple (*Chrysophyllum albidum G.Don*).M.F Dissertation, Department of Forestry and Wildlife Management. Federal University of Agriculture, Abeokuta, 148 pp.

Adelani, D.O and Maisamari, I. J. 2016. Effect of fresh cow milk and coconut milk on the germination of baobab (*Adansonia digitata*) seeds. Biological and Environmental Sciences Journal for the Tropics, 8(4):7-16.

Ahmad, P., and Prasad, M. N. V. (Eds.). (2012). Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change. Springer Science & Business Media.

Alvandian, S., Vahedi, A., and Taghizade, R. 2013. The study of effect ultrasound and chilling on germination of Myrtus medicinal plant (*Myrtus communis* L.). Seed Research Journal, 3(3): 21-31. [In Persian with English Summary].

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

Bell, D. T., Rokich, D. P., McChesney, C. J. and Plummer, J. A., 1995. Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. Journal of Vegetation Science, 6: 797-806.

Brosché, M., Schuler, M. A., and Kalbina, I. V. (2005). Gene expression and metabolite responses in Arabidopsis after mechanical wounding and insect feeding. Plant Physiology, 138(1), 790-805.

Butola, J. S. and Badola, H. K. 2004. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in *Angelica glauca*, a threatened medicinal herb. G.B. Pant Institute of Himalayan Environment and Development, Himachal Unit, Mohal- Kullu 175 126, India.

Campos, C. N., and Eiras, M. (2004). Organic fertilizers and tomato seed priming: Influence on plant growth and productivity. Brazilian Journal of Plant Nutrition, 30(1), 123-130.

Cárdenas, J., Carranza, C., Miranda, D. and Magnitskiy, S. 2013. Effect of GA3, KNO3, and removing of basal Point of seeds on germination of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) and yellow Passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). Revista Brasileira de Fruiticultura, 35(3): 853-859.

Chimichi, S., Mercati, V., Moneti, G., Raffaelli, A. and Toja, E. 1998. Isolation and characterization of an unknown flavonoid in dry extracts from *P. incarnata*. Nat Prod Lett, 11: 32 - 225.

Chisha-kasumu, E., Woodward, S. and Price, A. 2007. Comparison of the effect of mechanical scarification and gibberellic acid treatments on seed germination in *Pterocarpus angolensis*. Southern Hemisphere Forestry Journal, 69: 63 - 70.

Cirak, C., Ayan, A.K. and Kevseroglu, K. 2004. The effects of light and some presoaking on germination rate of St. John Worth (*Hypericum perforatum* L.) seeds. – Pakistan J. Biol. Sci., 7: 182-186.

Copeland, L. O., 1995. Principles of seed science and technology. Springer. Norwell, USA, P. 411.

Delanoy, M., Van damme, P., Scheldeman, X. and Beltran, J. 2006. Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth) L.H.Bailey, *Passiflora tricuspis* Mast. and *Passiflora nov* sp. Seeds. Scientia Horticulturae, Amsterdam, 110: 198 - 203.

Egli, D. B., Tekrony, D. M., and Phillips, A. D. (1990). Seedbed conditions and seed priming effects on soybean seed germination and vigor. Agronomy Journal, 82(3), 559-563.

Ghasemi Ghasare, m. and Kafi, M. 2010. Scientific and practical floristry (first volume). Sixth edition. Razavi Publishing House, 310 pages.

Hamidi, A. and Naderi Arefi, A. 2013 Growth, dormancy and seed germination. First edition. Tehran University Publications. 452 pages.

Jokar, and V. 2012 Seeds of horticultural plants (fruit trees, vegetables, greenhouses, ornamental plants and their maintenance). First edition. Serva Publications, Voice of Christ. 630 pages.

Kavegar, M., Hosseini, M.V. and Rashedmorsal, M.H. 2013. Effect of different treatments on breaking dormancy and germination of seeds of Phalairs minor Retz. –J. Plant Prot. 27: 128 -131.

Khan, J., M. Rauf, Z. Ali, H. Rashid and Khattack, M.S. 1999. Different stratification techniques effects on seed germination of Pistachio. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2: 1412 - 1414.

Leon, J., Rojo, E., and Sanchez-Serrano, J. J. (2001). Wound signaling in plants. Journal of Experimental Botany, 52(354), 1-9.

Marostega. T.N., Luz, P.B.D., Tavares, A.R., Neves, L.G. and Sobrinho, S.D.P. 2017. Methods of breaking seed dormancy for ornamental passion fruit species. Scientific Article, 23(1): 72 - 78.

Oliveiria, Jr M.X., Sao Jose A.R., Reboucas, T.N.H., Morais, O.M. and Dourado, F.W.N. 2010. Overcoming seed dormancy of passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.). Revista Brasileira de Fruiticultura, 32: 584-590.

Orozco-Cardenas, M., and Ryan, C. A. (1999). Hydrogen peroxide is generated systemically in plant leaves by wounding and systemin via the octadecanoid pathway. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96(11), 6553-6557.

Ożarowski, A. 1982. Ziołolecznictwo. Poradnik dla lekarzy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 198 - 9.

Perez, J.O., Restepo, M., Jarvis, A., Solazar, M. and Caetano, C. 2007. Diversity of Colombian *Passifloraceae* biogeography and an updated list for conservation. Biota Colomb, 8(1): 1 - 45.

Ranal, M.A., and Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Brazilian Journal of Botany, 29(1): 1 - 11.

Reginatto, F.H., Kauffmann, C., Shripsema, J., Guillaume, D., Gosmann, G. and Schenkel, E. 2001. Steroidal and triterpenoidal glucosides from *Passilfora alata*. J Braz Chem Soc, 12: 6 – 32.

Ruan, S., Xue, Q., and Tylkowska, K. (2002). The influence of priming on germination of rice seeds and seedling emergence and performance in flooded soils. Field Crops Research, 76(2), 75-85.

Saha, K., Lajis, N. H., Israf, D. A., Hamzah, A. S., Khozirah, S., Khamis, S., & Syahida, A. (2004). Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, *92*(2-3), 263-267.

Sharma, A.D., Rathore, S.V.S., Srinivasan, K. and Tyagi, R.Y. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Scientia Horticulturae, 165: 75-81.

Sharma, P., and Bhardwaj, R. (2007). Effects of 24-epibrassinolide and gibberellic acid on antioxidant enzymes in Brassica juncea L. Biologia Plantarum, 51(1), 183-186.

Shim, S.L., Cheol, M.J., Jang, Ch.S., Paul, R., and Wook, K. 2008. Effect of potassium Nitrate priming on seed Germination of *seashore paspalum*. Horticultural Science, PP: 2259-2262.

Stout, D. 1998. Rapid and synchronous germination of *Cicer milkvetch* seed following diurnal temperature priming. – Crop Sci. 181: 263-266.

Wang, J.H., Baskin, C.C., Chen, W., and Du, G.Z. 2010. Variation in seed germination between populations of five sub-alpine woody species from eastern Qinghai-Tibet Plateau following dry storage at low temperatures. Ecology Research, 25(1): 195 - 203.

Wiart, C. 2006. Medicinal plants classified in the family *Passifloraceae*. In: Medicinal plants of Asia and the Pacific. Taylor and Francis CRC, Boca Raton, London, New York. 101 - 106.