"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد یازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
(ص ۳۱-۱۷)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 11, No.: 2, Summer 2022
(pp: 17-31)
DOI: 10.22092/ijsst.2022.356696.1413
Research Article

اثر پیش تیمار بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی گیاهچه کَوَر درختچه‌ای (*Capparis mucronifolia* Boiss) در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

محمود آبادهٔ[1*]، ملیحه صادقی بهمنی[2]، حامد حسن‌زاده خانکهدانی[3]، مریم یکتن خدایی[4]

۱. مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
۲، ۳، ۴. محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی اثر پیش تیمار بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی کَوَر درختچه‌ای، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی در این تحقیق عبارتند از: فاکتور اول، محیط کشت با دو سطح: آزمایشگاه و گلخانه و فاکتور دوم تیمارهای پیش‌رویشی با پنج سطح: شاهد، آبشویی (۱۲ ساعت)، تیمار تلفیقی آبشویی (۱۲ ساعت) همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک (۱۲ ساعت)، خراش‌دهی با کاغذ سنباده و تیمار تلفیقی خراش‌دهی با کاغذ سنباده همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک (۱۲ ساعت). نتایج مقایسه دو محیط نشان داد در محیط گلخانه طول ساقه‌چه (۷۸/۶)، طول ریشه‌چه (۱۰۹/۴)، وزن خشک گیاهچه (۱۰۲/۷)، ضریب آلومتری (۰/۷۲) و بنیه بذر (۹۵) نسبت به آزمایشگاه افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد داشته است. همچنین نتایج نشان داد تیمار تلفیقی آبشویی و اسید جیبرلیک منجر به افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) سرعت جوانه‌زنی (۵/۵۶)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (۱/۹)، ارزش حداکثر (۲/۴۸)، ارزش جوانه‌زنی (۶/۱)، طول ساقه‌چه (۶۱/۹) ، طول ریشه‌چه (۸۶/۱)، وزن خشک گیاهچه (۸۲/۲) و بنیه بذر (۹۴/۳) نسبت به شاهد شده است. از دیگر یافته‌های این تحقیق کاهش معنی‌دار شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی (۵/۶) بذرها تحت تأثیر این تیمار است. نتایج اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی نشان داد تیمار تلفیقی آبشویی و اسید جیبرلیک در محیط گلخانه نسبت به محیط آزمایشگاه عملکرد معنی‌داری بر کم کردن روز تا شروع جوانه‌زنی (۴/۲) داشته و منجر به افزایش معنی‌دار طول ساقه‌چه (۹۳/۰)، طول ریشه‌چه (۱۲۹/۲)، وزن خشک گیاهچه (۱۲۰/۸) و بنیه بذر (۱۲۴/۹) شده است.

کلمات کلیدی: آبشویی، اسید جیبرلیک، تیمار پیش‌رویشی، شاخص‌های جوانه‌زنی، صفات رویشی

The Effect of Seed Pre-treatments on Germination indices and vegetative traits of *Capparis mucronifolia* Boiss in Laboratory and Greenhouse

M. Abadeh[1*], M. Sadeghi Bahmani[2], H. Hasanzadeh Khankahdani[3], M. Yektankhodaei[4]

1. Research Instructor, Agriculture and Natural Resources Research and Education center of Hormozgan, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
2, 3, 4. Researcher, Agriculture and Natural Resources Research and Education center of Hormozgan, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
(Received: Nov. 13, 2021 – Accepted: Feb. 08, 2022)

Abstract

This experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design with four replications and the first factor was Culture medium with two levels: laboratory and Greenhouse, and the second factor was seed pre-treatment with five levels: Control, Leaching for 12 hours, Leaching for 12 hours and Soaking in gibberellic acid for 12 hours, Scarification with sandpaper and Scarification with sandpaper and Soaking in gibberellic acid for 12 hours. The results showed that in Greenhouse vegetative traits of plumule length (78.6 mm), radicle length (109.34 mm), seedling dry weight (102.7 mg), allometric coefficient (0.72) and seedling vigour (95) were higher than the laboratory ($p<0.05$). The results also showed that leaching and soaking in gibberellic acid pre-treatment increased indices and traits germination rate (5.56), mean daily germination (1.9), peak value (2.48), germination value (6.1), plumule length (61.9 mm), radicle length (86.1 mm), seedling dry weight (82.2 mg) and seedling vigour (94.3) ($p<0.05$). This pre-treatment also reduced day to beginning germination index (5.6) ($p<0.05$). The results of mean comparison of the interaction effect of Culture medium and Pre-treatment showed that in Greenhouse leaching and soaking in gibberellic acid pre-treatment reduced day to beginning germination index (4.2) and increased vegetative traits of plumule length (93 mm), radicle length (129.2mm), seedling dry weight (120.8 mg) and seedling vigour (124.9) ($p<0.05$).

Key words: Leaching, GA3, Pre-treatment, Germination Indices, Vegetative Traits

* Email: mahmood.abadeh@gmail.com

مقدمه

گونه کَوَر (*Capparis spinosa L*) گیاهی بوته‌ای، چند ساله و تک پایه است که در اقلیم گرم و خشک رشد می‌کند. این گیاه نه تنها به کمبود آب و حرارت بالا مقاومت قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد، بلکه به سرما نیز مقاوم می‌باشد و می‌تواند تا دمای ۸ – درجه سانتی‌گراد به حیات خود ادامه دهد (Makkizadeh Tafti, 2012). گیاه کَوَر در برخی مناطق ایران به ویژه در استان‌های غربی و جنوبی پراکنش دارد (Panico *et al*., 2005). این گیاه دارای چهار گونه لگجی (*Capparis spinosa*) ، کَوَر درختچه‌ای (*Capparis mucronifolia*)، کَوَر گوشتی (*Capparis cartilaginea*) و کَوَر گل‌ریز یا صخره‌زی (*Capparis parviflora*) می‌باشد. کَوَر درختچه‌ای، گیاهی بصورت نیمه‌افراشته و به ارتفاع حداکثر ۱۵۰ سانتی‌متر می‌باشد. برگ‌های این گیاه سرنیزه‌ای، بیضوی کشیده به‌طول ۱۰ تا ۳۵ و عرض ۴ تا ۱۷ میلی‌متر است. زمان گل‌دهی از بهار تا تابستان و میوه تخم مرغی شکل، به‌طول ۲۵ تا ۴۵ و عرض ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر می باشد (Saghafi Khadem, 1999). گیاه کَوَر با قابلیت رشد در صخره‌ها و خاک‌های فقیر، داشتن ریشه‌ای با عمق بیش از سه متر و انشعابات فراوان اندام هوایی که به‌صورت خوابیده روی زمین مساحتی بیش از ۱۰ متر مربع را پوشش می‌دهند، نقش به‌سزایی در کاهش فرسایش در نواحی خشک و بیابانی دارد (Soyler and Khawar, 2007). جنگجو بزرل‌آبادی و توکلی (Jankju Borzelabad and Tavakkoli, 2008) در تحقیقی تحت عنوان بررسی جوانه‌زنی بذر ۱۰ گونه گیاه مرتعی و بیابانی، تیمارهای جیبرلیک اسید، نیترات پتاسیم، سرمادهی، گرمادهی، خراش‌دهی با اسید، خیساندن در آب، پروپیلن گلیکول و شن‌های مرطوب را مورد آزمون قرار دادند. نتایج نشان داد که از بین تیمارهای اعمال شده، جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی ۵ گونه از جمله لگجی بیشترین تأثیرگذاری را داشته است. مکی‌زاده تفتی (Makkizadeh Tafti, 2012) در تحقیقی تحت عنوان روش‌های شکست خواب بذر در گیاه کَوَر نشان داد که بین تیمارهای شکست خواب بذور این گیاه اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد وجود دارد. بطوری که بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار آب‌شویی بذرها به همراه اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام (۹۸٪) و آب‌شویی بذرها به همراه اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی‌پی‌ام (۷۵٪) مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که آب شویی بذرهای کَوَر سبب کاهش تشکیل موسیلاژ در اطراف بذر و افزایش جوانه‌زنی بذرها شد و کاربرد اسید جیبرلیک یا نیترات پتاسیم به تنهایی وقتی می‌تواند سودمند باشد که غلظت موسیلاژ موجود در پوسته بذر به‌وسیله آبشویی به حداقل رسیده باشد.

سوزی و چیزا (Sozzi and Chiesa, 1995) بعد از انجام تحقیقی گزارش نمودند که خواب بذر گیاه کَوَر ناشی از سختی پوسته بذر و غلظت پایین اسید جیبرلیک می‌باشد و تیمار خراش‌دهی بذر با اسید سولفوریک به مدت ۹۰ دقیقه به همراه کاربرد اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام را بهترین تیمار شکست خواب بذر این گیاه عنوان نمودند. تانسر و تانسی (Toncer and Tansi, 2000) پس از انجام تحقیقی گزارش نمودند که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۵۵ درصد) بذور نوعی کَوَر (*C.ovate var palaestina*) بوسیله خراش‌دهی با کاغذ سمباده P360A و خیساندن به مدت ۲ ساعت در محلول ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید حاصل شد. کاس (Koc, 2001) بیان نمود که خراش‌دهی پوسته بذر کَوَر با اسید سولفوریک غلیظ و تیمار بذرهای خراش یافته با اسید جیبرلیک، نقش به‌سزایی در تحریک جوانه‌زنی بذر این گیاه داشت. اولمز و همکاران (Olmez *et al*., 2004) در بررسی جوانه‌زنی بذر کَوَر مشاهده نمودند که خراش‌دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک و استفاده از اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی بذور را در مقایسه با شاهد ۲۷/۴ درصد و خراش‌دهی پوسته بذر با اسید سولفوریک و استفاده از نیترات پتاسیم جوانه‌زنی

بذر را در مقایسه با شاهد ۴۹/۷درصد افزایش داد. سعادت و همکاران (Saadat *et al*., 2005) در تحقیقی اثر شوری را بر جوانه‌زنی گیاه سورگوم در دو محیط آزمایشگاه و خاک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذرها در محیط آزمایشگاه نسبت به خاک بهتر بوده به گونه‌ای که در محیط آزمایشگاه بذرها تحت تأثیر تمام تیمارهای شوری جوانه زدند اما در محیط خاک جوانه‌زنی بذرها فقط تا شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر موفقیت‌آمیز بوده است. سویلر و خاوار (Soyler and Khawar, 2007) طی تحقیقی تأثیر نفتالین استیک اسید، جیبرلیک اسید و اسید سولفوریک را بر روی جوانه‌زنی بذور نوعی کَوَر (*C.ovata var. herbacea*) مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج بیشترین نرخ جوانه‌زنی مربوط به اثر جیبرلیک اسید بود. باسبگ و همکاران (Basbag *et al*., 2009) اثر دما و زمان را در جوانه‌زنی بذور نوعی کَوَر (*C. ovata*) مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که بیشترین میانگین جوانه‌زنی بذور این گیاه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد با ۲۹/۵۲ درصد و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با ۲۷/۱۷ درصد بود. نوروزیان و همکاران (Nowruzian *et al*., 2017) در تحقیقی تحت عنوان تأثیر تیمارهای شکست خواب بر جوانه‌زنی بذر آنغوزه (*Ferula assa-foetida L*) تیمار سرمادهی مرطوب، آبشویی و اسید جیبرلیک را مؤثر بر شکست خواب بذرها گزارش می‌کنند. حمیدی‌مقدم (Hamidi Moghaddam, 2021) در تحقیقی با عنوان تأثیر تیمارهای مکانیکی و شیمیایی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر حنا (*Lawsoniainermis* L) نشان داد تیمار آب جاری به‌مدت ۴۸ ساعت به عنوان مؤثرترین تیمار جهت شکست خواب بذرهای این گونه گیاهی است. زارع و همکاران (Zare *et al*., 2021) طی بررسی و ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذر گیاه بادآورد (*Notobasis syriaca*) در پاسخ به دامنه دمایی و تنش‌های شوری و خشکی گزارش کردند گیاه بادآورد در دامنه وسیعی از دما جوانه‌زنی دارد و در پاسخ به تنش‌های محیطی، متحمل به شوری و خشکی است. فرهودی و همکارن (Farhoudi *et al*., 2021) در تحقیقی نشان دادند تیمار خراش‌دهی بذر گیاه بابا آدم (*Arctium lappa*) با آب داغ ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه و به دنبال آن خیساندن بذر در محلول ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک به مدت ۱۲ ساعت بهترین تیمار برای بهبود جوانه‌زنی و تحریک رشد گیاهچه این گونه گیاهی است. قنبری و همکاران (Ghanbari *et al*., 2021) در تحقیقی با هدف ارزیابی جوانه‌زنی و فعالیت آلفا و بتا آمیلاز بذر پنیرباد (*Withania coagulans*) در پاسخ به خراش‌دهی و نیترات پتاسیم، نشان دادند کاربرد اسموپرایمینگ نیترات پتاسیم مؤثر بر کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی، افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی است. نتایج این تحقیق نشان داد خراشدهی بذر به همراه استفاده ازغلظت‌های پایین نیترات پتاسیم در زمان‌های۱۶ الی۲۴ ساعت منجر به شکست خواب بذر گیاه پنیرباد شده است.

همانطور که گفته شد گیاه کَوَر با قابلیت رشد در خاک‌های فقیر، داشتن ریشه‌ای عمیق و انشعابات فراوان اندام هوایی، نقش به سزایی در کاهش فرسایش در نواحی خشک و بیابانی دارد، و از آنجا که سطح قابل توجهی از اراضی استان هرمزگان را اراضی خشک دارای خاک‌های فقیر همراه با فرسایش بادی در برگرفته است، استفاده از این گیاه مقاوم می‌تواند جهت تقویت پوشش گیاهی این استان مفید باشد. بنابراین سؤالی که مطرح می‌شود این است که آیا پایه‌های مادری این گونه گیاهی در استان، قابلیت تولید دارند؟ از این رو این پژوهش در استان هرمزگان با هدف ارزیابی تأثیر پیش‌تیمارهای بذری بر جوانه‌زنی گونه کَوَر درختچه‌ای در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه و گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی هرمزگان بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. در این تحقیق فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: فاکتور اول محیط کشت با دو سطح شامل: آزمایشگاه و گلخانه، فاکتور دوم تیمارهای پیش رویشی با پنج سطح شامل: شاهد، تیمار آبشویی با آب جاری به مدت ۱۲ ساعت، تیمار تلفیقی آبشویی با آب جاری به مدت ۱۲ ساعت همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۱۲ ساعت، تیمار خراش‌دهی با کاغذ سنباده و تیمار تلفیقی خراش‌دهی با کاغذ سنباده همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۱۲ ساعت.

مراحل انجام این تحقیق بدین‌گونه انجام شد که ابتدا با استفاده از فلورهای گیاه‌شناسی، رویشگاه‌های کَوَر درختچه‌ای در استان هرمزگان مشخص شد. سپس در فصل تابستان (مرداد ماه) از رویشگاه ایسین (مختصات"۱۹/۵۰ '۱۲ °۵۶ طول شرقی و "۴/۲۲ '۱۹ °۲۷ عرض شمالی) نسبت به جمع‌آوری میوه و استخراج بذر اقدام گردید. بذرهای تهیه شده با هدف ضد عفونی به مدت دو دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد قرار گرفته و بلافاصله ۲ تا ۳ مرتبه شتشو شدند (Makkizadeh Tafti, 2012). به منظور اعمال تیمارهای آبشویی، ابتدا بخشی از بذرهای ضدعفونی شده به مدت ۱۲ ساعت با آب جاری شستشو شد. سپس مقداری از بذرهای شسته شده جهت اعمال تیمار آبشویی جداسازی و بخش دیگر جهت اعمال تیمار تلفیقی آبشویی به همراه اسید جیبرلیک، به مدت ۱۲ ساعت در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام خیسانده شد. در ادامه به منظور اعمال تیمارهای خراش‌دهی، مقدار مورد نیاز از بذرهای ضد عفونی شده‌ی اولیه با کاغذ سنباده خراش‌دهی گردید. بخشی از بذرهای خراش داده شده جهت اعمال تیمار خراش‌دهی جداسازی و مابقی به منظور اعمال تیمار تلفیقی خراش‌دهی همراه با اسید جیبرلیک، به مدت ۱۲ ساعت در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام خیسانده شد. بعد از آماده‌سازی بذرها جهت انجام فاز آزمایشگاهی در محیط آزمایشگاه و به تفکیک تیمارهای پیش‌رویشی، بذرها در ۴ تکرار ۱۰۰تایی در ظروف پتری با قطر ۱۵ سانتی‌متر که حاوی یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک بودند، کشت شد، سپس ظروف پتری به اتاقک رشدی با شرایط ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شد (Makkizadeh Tafti, 2012). همزمان با انجام فاز آزمایشگاهی جهت انجام فاز گلخانه نیز بخشی از بذرهای آماده شده به تفکیک تیمارهای پیش‌رویشی در ۴ تکرار ۱۰۰تایی در محیط گلخانه و در ۲۰ باکس اژدر (متشکل از ۲۵ عدد گلدان با قطر ۵ سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر) کشت شد. بر این اساس در هر گلدان ۴ عدد بذر کشت شد. طی این پژوهش آماربرداری روزانه به مدت ۴۵ روز انجام شد و در نهایت در هر دو محیط آزمایش (آزمایشگاه و گلخانه) شاخص‌های گیاهی همچون: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، روز تا شروع جوانه‌زنی، ارزش حداکثر، ارزش جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، ضریب آلومتری (طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه) و بنیه بذر محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول ۱ شاخص‌ها و روابط مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

در این تحقیق داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و با محاسبه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (به روش LSD) تحلیل نتایج انجام شد.

جدول ۱- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 1- Equation of germination indices

شماره رابطه Equation number	شاخص Index	رابطه Equation	منبع Reference
(1)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	$GP = \frac{n}{N} \times 100$	Ranai and De Santana, 2006
(2)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	$GR = \sum \frac{ni}{ti}$	Maguire, 1962
(3)	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	$MDG = \frac{GP}{T}$	Noorhosseini, 2018
(4)	ارزش حداکثر Peak value	$PV = \frac{na}{Ta}$	Khoshkhui, 1991
(5)	ارزش جوانه‌زنی Germination value	$GV = PV \times MDG$	Khoshkhui, 1991
(6)	ضریب آلومتری Allometric Coefficient	$AC = \frac{PL}{RL}$	ISTA, 1979
(7)	بنیه بذر Seedling vigour	VI = GP × (PL+RL)/100	ISTA, 2009

n= تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره، N= تعداد بذرهای کاشته شده، T= طول کل دوره جوانه‌زنی، ni= تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص، ti= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، na= حداکثر تعداد تجمعی بذر در اوج جوانه‌زنی، Ta= تعداد روز برای رسیدن به نقطه na، PL= طول ساقچه، RL= طول ریشه‌چه.

n= Total of germinated seeds during period, N=Number of sowed seeds, T=Total germination period, ni=The number of germination seeds at an interval of distinct period, ti=The number of days after the start of germination, na=Maximum number of seeds in germination peak, Ta=The number of days to reach na point, PL= Plumule length, RL= Radicle length

نتایج

شاخص درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان داد اثر محیط کشت (در سطح ۱ درصد) و تیمار پیش‌رویشی (در سطح ۵ درصد) بر شاخص درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۳) مشخص شد در محیط آزمایشگاه شاخص درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۸۰/۵) نسبت به محیط گلخانه (با مقدار ۵۰/۸) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد بیشترین مقدار شاخص درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۷۰/۸) مربوط به بذرهای تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک است اما این افزایش با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته است. بر اساس این نتایج کمترین مقدار درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۵۴/۹) تحت تأثیر تیمار خراش‌دهی مشاهده شد و این کاهش با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی (جدول ۵) نشان داد در محیط آزمایشگاه بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (با مقدار ۸۷/۵)، تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک (با مقدار ۸۶) و تیمار آبشویی (با مقدار ۸۵) بوده است و این سه تیمار با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند. همچنین در این محیط کمترین میزان درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۶۵/۸) نیز مربوط به تیمار

خراش‌دهی است که تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) با شاهد نشان داده است. در محیط گلخانه بیشترین درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۵۶) در تیمار ترکیبی خراش‌دهی و اسید جیبرلیک دیده شد اما این تفاوت با شاهد معنی‌دار نبوده است. در این محیط کمترین مقدار درصد جوانه‌زنی (با مقدار ۴۴) مربوط به تیمار خراش‌دهی است اما تفاوت آن با سایر تیمارها معنی‌دار نبوده است.

شاخص سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد اثر محیط کشت و تیمار پیش‌رویشی و همچنین اثر متقابل آنها بر شاخص سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۳) نشان داد در محیط آزمایشگاه شاخص سرعت جوانه‌زنی (با مقدار ۷/۰۰) نسبت به محیط گلخانه (با مقدار ۱/۵۸) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است، و اما نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص سرعت جوانه‌زنی (با مقدار ۵/۵۶) شده است که این افزایش نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین مشخص شد کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی به ترتیب تحت تأثیر تیمار ترکیبی خراش‌دهی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک (با مقدار ۳/۳۵) و تیمار خراش‌دهی (با مقدار ۳/۴۸) بوده است که این کاهش در سرعت جوانه‌زنی با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی (جدول ۵) نشان داد در محیط آزمایشگاه بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی (با مقدار ۸/۵۱) مربوط به تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک بوده است اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشته است.

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی کَوَر درختچه‌ای در محیط آزمایشگاه و گلخانه

Table 2- Analysis of variance of germination indices and vegetative traits of *Capparis mucronifolia* in Laboratory and Greenhouse

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات (M.S)					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	روز تا شروع جوانه‌زنی Day to beginning germination	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	ارزش حداکثر Peak value	ارزش جوانه‌زنی Germination value
محیط (A) Culture medium	1	8820.9**	292.8**	0.10^{ns}	27/39**	51.19**	389.0**
پیش‌تیمار (B) Pre-treatment	4	339.3*	6.8**	41.29**	1.18**	1.60**	20.3**
اثرمتقابل AB Interaction AB	4	123.5^{ns}	6.4**	41.29**	0.95**	0.90**	15.0**
خطا Error	30	92.3	0.6	0.45	0.04	0.07	0.5
ضریب تغییرات C.V%		14.6	18.7	9.6	14.4	14.9	20.1

** = معنی دار در سطح ۰/۰۱ ^{ns}: غیر معنی‌دار

^{ns}: non significant** = Significant at level % 1

ادامه جدول ۲

Table 2- Continued

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات (M.S) طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	ضریب آلومتری Allometric Coefficient	بنیه بذر Seedling vigour
محیط (A) Culture medium	1	26368.2**	48720.4**	40430.5**	0.0109**	48.9**
پیش‌تیمار (B) Pre-treatment	4	491.8*	1092.1*	940.5*	0.0048*	4.7 ns
اثرمتقابل AB Interaction AB	4	831.9**	1474.2**	1362.5**	0.0035*	7.1*
خطا Error	30	154.5	299.1	292.9	0.0012	1.8
ضریب تغییرات C.V%		23.5	23.2	24.1	5.0	16.0

** = معنی دار در سطح ۰/۰۱ ns: غیر معنی‌دار

ns: non significant ** = Significant at level % 1

در این محیط کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار خراش‌دهی (با مقدار ۴/۹) و تیمار ترکیبی خراش‌دهی و اسید جیبرلیک (با مقدار ۵/۴۶) بوده است که تفاوت آن با شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. در محیط گلخانه بیشترین سرعت جوانه‌زنی (با مقدار ۲/۶۱) تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک دیده شد که این افزایش تفاوتی معنی‌دار با شاهد در سطح ۵ درصد است. کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی در محیط گلخانه در تیمار آبشویی دیده شد که تفاوت آن با شاهد معنی‌دار نبوده اما با تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک تفاوتی معنی‌دار در سطح ۵ درصد داشته است.

شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی

در خصوص شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر محیط کشت بر این شاخص معنی‌دار نبوده است اما اثر تیمار پیش‌رویشی و اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی بر آن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۳) نشان داد شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی در دو محیط آزمایشگاه و گلخانه تفاوت معنی‌داری نداشته است. اما بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک سبب کاهش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی (با مقدار ۵/۶) نسبت به شاهد (با مقدار ۱۱/۰) شده است. همچنین مشخص شد کاهش این شاخص تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک نسبت به سایر تیمارها نیز کاهش اما تفاوت معنی‌داری نداشته است.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی (جدول ۵) مشخص شد در محیط آزمایشگاه بین تیمارها از نظر مقدار شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی تفاوتی وجود ندارد اما در محیط گلخانه این شاخص (با مقدار ۴/۲) تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک نسبت به شاهد (با مقدار ۱۵/۰) کاهش قابل ملاحظه و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی کَوَر درختچه‌ای

Table 3- Mean comparison of the effect of culture medium on germination indices and vegetative traits of *Capparis mucronifolia*

	آزمایشگاه Laboratory	گلخانه Greenhouse
درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	80.5[a]	50.8[b]
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	7.00[a]	1.58[b]
روز تا شروع جوانه‌زنی Day to beginning germination	7.0[a]	6.9[a]
میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	2.2[a]	0.6[b]
ارزش حداکثر Peak value	2.96[a]	0.69[b]
ارزش جوانه‌زنی Germination value	6.68[a]	0.44[b]
طول ساقه‌چه(mm) Plumule length	27.3[b]	78.6[a]
طول ریشه‌چه(mm) Radicle length	39.6[b]	109.4[a]
وزن خشک گیاهچه(mg) Seedling dry weight	39.1[b]	102.7[a]
ضریب آلومتری Allometric Coefficient	0.688[b]	0.721[a]
بنیه بذر Seedling vigour	54.8[b]	95.0[a]

میانگین‌های که در هر ردیف دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each row fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان داد که اثر محیط کشت و تیمار پیش‌رویشی و همچنین اثر متقابل آنها بر شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) مشخص شد در محیط آزمایشگاه شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه (با مقدار ۲/۲) نسبت به محیط گلخانه (با مقدار ۰/۶) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه (با مقدار ۱/۹) شده است که این افزایش نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین مشخص شد بعد از تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک این تیمار آبشویی بوده است که منجر به افزایش شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه (با مقدار ۱/۶) و تفاوت معنی‌دار آن (در سطح ۵ درصد) با سایر تیمارها شده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۵) نشان داد در محیط آزمایشگاه شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه (با مقدار ۳/۱)

تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک نسبت به شاهد (با مقدار ۱/۹) افزایش و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. در این محیط کمترین مقدار شاخص میانگین جوانه‌زنی روزانه مربوط به تیمار خراش‌دهی (با مقدار ۱/۳) بوده است که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با شاهد است. در محیط گلخانه نیز هر چند اعمال تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک منجر به افزایش این شاخص جوانه‌زنی شده است امّا این افزایش نسبت به شاهد معنی‌دار نبوده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی کَوَر درختچه‌ای

Table 4- Mean comparison of the effect of pre-treatment on germination indices and vegetative traits of *Capparis mucronifolia*

	شاهد Control	آبشویی Leaching	آبشویی+ جیبرلیک Leaching + GA3	خراش‌دهی Scarification	خراش‌دهی+ جیبرلیک Scarification + GA3
درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	70.6^{a}	64.9^{a}	70.8^{a}	54.9^{b}	67.1^{a}
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	4.31^{b}	4.76^{ab}	5.56^{a}	3.48^{c}	3.35^{c}
روز تا شروع جوانه‌زنی Day to beginning germination	11.0^{a}	6.0^{b}	5.6^{b}	6.0^{b}	6.1^{b}
میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	1.2^{c}	1.6^{b}	1.9^{a}	1.0^{d}	1.2^{c}
ارزش حداکثر Peak value	2.04^{b}	1.43^{d}	2.48^{a}	1.72^{c}	1.44^{d}
ارزش جوانه‌زنی Germination value	3.64^{b}	3.62^{b}	6.10^{a}	2.00^{c}	2.43^{c}
طول ساقه‌چه (mm) Plumule length	40.4^{b}	54.6^{a}	61.9^{a}	52.8^{ab}	55.2^{a}
طول ریشه‌چه (mm) Radicle length	54.9^{b}	78.0^{a}	86.1^{a}	75.1^{a}	78.1^{a}
وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	53.3^{b}	74.8^{a}	82.2^{a}	69.2^{ab}	74.8^{a}
ضریب آلومتری Allometric Coefficient	0.74^{a}	0.68^{c}	0.72^{ab}	0.68^{bc}	0.70^{bc}
بنیه بذر Seedling vigour	62.6^{b}	72.9^{ab}	94.3^{a}	63.5^{b}	81.0^{ab}

میانگین‌های که در هر ردیف دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each row fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

شاخص ارزش حداکثر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) در خصوص شاخص ارزش حداکثر نشان داد که اثر محیط کشت و تیمار پیش‌رویشی و همچنین اثر متقابل آنها بر این شاخص در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۳) مشخص شد در محیط آزمایشگاه این شاخص (با مقدار ۲/۹۶) نسبت به محیط گلخانه (با مقدار ۰/۶۹) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی برشاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص

ارزش حداکثر (با مقدار ۲/۴۸) شـده اسـت که این افزایش نسبت به شاهد (با مقدار ۲/۰۴) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده اسـت. همچنین مشـخص شـد مقادیر شـاخص ارزش حداکثر سـایر تیمارها در مقایسـه با شـاهد کمتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ در صد دا شته ا ست. برا ساس نتایج مقایسـه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشـی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۵) م‌شخص شد در محیط آزمایشـگاه مقدار ارزش حداکثر تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارها نسبت به شاهد افزایش نداشته است. در این محیط کمترین مقدار شـاخص ارزش حداکثر (با مقدار ۲/۳۴) مربوط به تیمار ترکیبی خراش‌دهی و اسـید جیبرلیک می‌باشد. اما در محیط گلخانه اعمال تیمار ترکیبی آبشویی و اسـید جیبرلیک منجر به افزایش شـاخص ارزش حداکثر (با مقدار ۱/۳۸) شده است که این افزایش نسبت به شاهد (با مقدار ۰/۳۵) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی کَوَر درختچه‌ای

Table 5- Mean comparison of the interaction effect of culture medium and pre-treatment on germination indices and vegetative traits of *Capparis mucronifolia*

		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	روز تا شروع جوانه‌زنی Day to beginning germination	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	ارزش حداکثر Peak value	ارزش جوانه‌زنی Germination value	طول ساقه‌چه Plumule Length (mm)	طول ریشه‌چه Radicle Length (mm)	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight (mg)	ضریب آلومتری Allometric Coefficient	بنیه بذر Seedling vigour
آزمایشگاه Laboratory	شاهد Control	87.5^{a}	7.74^{a}	7.0^{b}	1.9^{c}	3.74^{a}	7.07^{b}	32.8^{bc}	43.8^{bc}	44.7^{bc}	0.748^{a}	67.1^{bcd}
	آبشویی Leaching	85.0^{a}	8.31^{a}	7.0^{b}	2.8^{b}	2.54^{b}	7.11^{b}	26.8^{c}	41.8^{bc}	40.3^{bc}	0.640^{c}	58.6^{bcde}
	آبشویی+ جیبرلیک Leaching + GA3	86.0^{a}	8.51^{a}	7.0^{b}	3.1^{a}	3.59^{a}	11.14^{a}	30.8^{bc}	43.0^{bc}	43.6^{bc}	0.718^{ab}	63.6^{bcd}
	خراش‌دهی Scarification	65.8^{bc}	4.95^{b}	7.0^{b}	1.3^{d}	2.57^{b}	3.48^{d}	21.0^{c}	32.2^{c}	30.3^{c}	0.650^{c}	35.4^{e}
	خراش‌دهی+ جیبرلیک Scarification + GA3	78.2^{ab}	5.46^{b}	7.0^{b}	2.0^{c}	2.34^{b}	4.59^{c}	25.2^{c}	37.0^{c}	36.6^{c}	0.685^{bc}	49.0^{de}
گلخانه Greenhouse	شاهد Control	53.8^{cd}	0.87^{d}	15.0^{a}	0.5^{ef}	0.35^{e}	0.21^{e}	48.0^{b}	66.0^{b}	62.0^{b}	0.732^{ab}	58.1^{cde}
	آبشویی Leaching	44.8^{d}	1.20^{d}	5.0c^{d}	0.4^{f}	0.32^{e}	0.14^{e}	82.5^{a}	114.2^{a}	109.4^{a}	0.722^{ab}	87.3^{abc}
	آبشویی+ جیبرلیک Leaching + GA3	55.5^{cd}	2.61^{c}	4.2^{d}	0.8^{e}	1.38^{c}	1.06^{e}	93.0^{a}	129.2^{a}	120.8^{a}	0.718^{ab}	124.9^{a}
	خراش‌دهی Scarification	44.0^{d}	2.00^{cd}	5.0^{cd}	0.6^{ef}	0.87^{d}	0.52^{e}	84.5^{a}	118.0^{a}	108.2^{a}	0.718^{ab}	91.6^{ab}
	خراش‌دهی+ جیبرلیک Scarification + GA3	56.0^{cd}	1.24^{d}	5.2^{c}	0.5^{ef}	0.54^{de}	0.27^{e}	85.2^{a}	119.2^{a}	113.0^{a}	0.715^{ab}	113.0^{a}

میانگین‌های که در هر ردیف دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

شاخص ارزش جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس شـاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشـان داد که اثر محیط کشـت و تیمار پیش‌رویشـی و همچنین اثر متقابل آنها بر شـاخص ارزش جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر این شاخص (جدول ۳) م‌شخص شد

در محیط آزمایشگاه این شاخص (با مقدار ۶/۶۸) نسبت به محیط گلخانه (با مقدار ۰/۴۴) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص ارزش جوانه‌زنی (با مقدار ۶/۱) شده است که این افزایش نسبت به شاهد (با مقدار ۳/۶۴) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین مشخص شد کمترین مقدار ارزش جوانه‌زنی به ترتیب تحت تأثیر تیمار خراش‌دهی (با مقدار ۲/۰۰) و تیمار ترکیبی خراش‌دهی و اسید جیبرلیک (با مقدار ۲/۴۳) مشاهده شد و این کاهش در شاخص ارزش جوانه‌زنی با شاهد و سایر تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۵) نشان داد در محیط آزمایشگاه شاخص ارزش جوانه‌زنی (با مقدار ۱۱/۱۴) تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک نسبت به شاهد افزایش و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. همچنین مشخص شد در این محیط کمترین مقدار شاخص ارزش جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار خراش‌دهی (با مقدار ۳/۴۸) و تیمار ترکیبی خراش‌دهی و اسید جیبرلیک (با مقدار ۴/۵۹) بوده است که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با شاهد است، و اما نتایج نشان داد در محیط گلخانه اعمال هیچ‌کدام از تیمارها منجر به افزایش معنی‌دار شاخص ارزش جوانه‌زنی نسبت به شاهد نشده است.

طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان داد که اثر محیط کشت (در سطح ۱ درصد) و تیمار پیش‌رویشی (در سطح ۵ درصد) و همچنین اثر متقابل آنها (در سطح ۱ درصد) بر صفات رویشی طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر این صفات (جدول ۳) مشخص شد در محیط گلخانه مقادیر طول ساقه‌چه (با مقدار ۷۸/۶ میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (با مقدار ۱۰۹/۴ میلی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (با مقدار ۱۰۲/۷ میلی‌گرم) نسبت به مقادیر این صفات در محیط آزمایشگاه بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای پیش‌رویشی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش صفات رویشی طول ساقه‌چه (با مقدار ۶۱/۹ میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (با مقدار ۸۶/۱ میلی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (با مقدار ۸۲/۲ میلی‌گرم) شده است که این افزایش نسبت به مقادیر شاهد این صفات در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۵) نشان داد در محیط آزمایشگاه اعمال هیچ‌کدام از تیمارها منجر به افزایش معنی‌دار صفات رویشی نسبت به شاهد نشده است. اما در محیط گلخانه تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک صفات رویشی طول ساقه‌چه (با مقدار ۹۳/۰ میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (با مقدار ۱۲۹/۲ میلی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (با مقدار ۱۲۰/۸ میلی‌گرم) نسبت به مقادیر شاهد این صفات، افزایش و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داده است.

ضریب آلومتری

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان داد که اثر محیط کشت (در سطح ۱ درصد)، اثر تیمار پیش‌رویشی و همچنین اثر متقابل محیط کشت و تیمار پیش‌رویشی بر شاخص ضریب آلومتری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر این شاخص (جدول ۳) مشخص شد در محیط گلخانه این شاخص (با مقدار ۰/۷۲۱) نسبت به محیط آزمایشگاه (با مقدار ۰/۶۸۸) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر

شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال هیچ یک از تیمارهای پیش‌رویشی سبب افزایش شاخص ضریب آلومتری نسبت به شاهد نشده است. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی (جدول ۵) نیز مشخص کرد در هر دو محیط آزمایشگاه و گلخانه اعمال هیچ کدام از تیمارها منجر به افزایش معنی‌دار شاخص ضریب آلومتری نسبت به شاهد نشده است.

بنیه بذر

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان داد که اثر محیط کشت (در سطح ۱ درصد) و همچنین اثر متقابل محیط کشت و تیمار پیش‌رویشی(در سطح ۵ درصد) بر شاخص بنیه بذر معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر محیط بر این شاخص (جدول ۳) مشخص شد در محیط گلخانه این شاخص (با مقدار ۹۵/۰) نسبت به محیط آزمایشگاه (با مقدار ۵۴/۸) بیشتر و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۴) نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص بنیه بذر (با مقدار ۹۴/۳) شده است که این افزایش نسبت به شاهد (با مقدار ۶۲/۶) در سطح ۵ در صد معنی‌دار بوده است. همچنین مشخص شد اعمال سایر تیمارها منجر به افزایش معنی‌دار این شاخص نسبت به شاهد نشده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محیط و تیمار پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۵) نشان داد در محیط گلخانه شاخص بنیه بذر (با مقدار ۱۲۴/۹) تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک نسبت به شاهد افزایش و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. همچنین مشخص شد در این محیط کمترین مقدار شاخص بنیه بذر مربوط به تیمار شاهد (با مقدار ۵۸/۱) بوده است. در ادامه معلوم شد در محیط آزمایشگاه اعمال هیچ‌کدام از تیمارها منجر به افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد نشده است.

بحث

اثر محیط کشت (آزمایشگاه و گلخانه) در این پژوهش را می‌توان از دو منظر مورد بحث و بررسی قرار داد. اثر محیط کشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی و اثر محیط کشت بر صفات رویشی بذر. بر اساس نتایج بدست آمده، در محیط گلخانه صفات رویشی طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، ضریب آلومتری و بنیه بذر نسبت به محیط آزمایشگاه افزایش و عملکرد بهتری داشته است، و اما نتایج در محیط آزمایشگاه نشان داد مقادیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش حداکثر و ارزش جوانه‌زنی در این محیط از مقادیر این شاخص‌ها در گلخانه بیشتر و معنی‌دار بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بذرهای این گونه گیاهی در محیط آزمایشگاه نسبت به گلخانه از بُعد شاخص‌های جوانه‌زنی (نه صفات رویشی) عملکرد بهتری داشته است. خوشخوی (Khoshkhui, 1991) در خصوص موانع جوانه‌زنی موجود در خاک بیان می‌کند یکی از فاکتورهای مهم در جوانه‌زنی تهویه مناسب است. به عقیده ایشان برای جوانه‌زنی سریع و یکنواخت، تبادل خوب گازها میان محیط کشت و جنین بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایشان بیان می‌کنند مقدار اکسیژن جنین با شرایطی مانند محیط خاک محدود می‌شود. هنگامی که در محیط خاک بیش از حد آب وجود دارد خلل و فرج موجود در خاک با آب پر شده و در نتیجه اکسیژن کمی برای بذرها باقی می‌ماند و این اکسیژن تحت تأثیر حلالیت کم در آب و آهستگی انتشار قرار می‌گیرد و از این رو تبادل گازی بین محیط کشت و اتمسفر به مقدار زیادی در اعماق خاک و بخصوص به وسیله سله بستن خاک کاهش می‌یابد. همچنین گازکربنیک فرآورده‌ای تنفسی است و در شرایط تهویه‌ی ضعیف انباشت می‌شود، بنابراین افزایش گازکربنیک در اعماق پایین‌تر خاک ممکن است تا حدی از جوانه‌زنی جلوگیری کند. در خصوص عملکرد بهتر بذرها در محیط آزمایشگاه می‌توان به تحقیق سعادت و همکاران (Saadat *et al*., 2005) نیز اشاره کرد.

در این تحقیق اثر شوری بر جوانه‌زنی گیاه سورگوم در دو محیط آزمایشگاه و خاک مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذرها در محیط آزمایشگاه نسبت به خاک بهتر بوده به گونه‌ای که در محیط آزمایشگاه بذرها تحت تأثیر تمام تیمارهای شوری جوانه زدند اما در محیط خاک جوانه‌زنی بذرها فقط تا شوری ۴ د سی‌زیمنس بر متر موفقیت‌آمیز بوده است.

نتایج بدست آمده از اثر تیمارهای پیش‌رویشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی نشان داد اعمال تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک منجر به افزایش معنی‌دار و یا بهبود برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی شده است به نحوی که با اعمال این تیمار پیش‌رویشی، شاخص درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد بهبود و شاخص‌ها و صفات سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش حداکثر، ارزش جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر افزایش و تفاوت معنی‌داری با شاهد داشته است. یکی دیگر از یافته های این بخش از تحقیق کاهش قابل ملاحظه و معنی‌دار شاخص روز تا شروع جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر این تیمار پیش‌رویشی است. بنابراین می‌توان به کوتاه شدن دوره جوانه‌زنی بذرهای این گونه گیاهی تحت تأثیر تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک به‌عنوان یکی دیگر از دست‌آوردهای این پژوهش اشاره کرد. مکی‌زاده تفتی (Makkizadeh Tafti, 2012) در تحقیق خود در نتیجه‌ای مشابه بیان می‌کند که آب‌شویی بذرهای کَوَر سبب کاهش تشکیل موسیلاژ در اطراف بذر و افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی شد. بعد از آبشویی و کاهش غلظت مویسلاژ موجود در پوسته بذر با کاربرد اسید جیبرلیک، نسبت جیبرلین به آبسزیک اسید در بذر افزایش یافته و این اتفاق باعث آزادسازی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و شکسته‌شدن قندها به مواد قابل استفاده رویان می‌شود که نتیجه آن می‌تواند بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی باشد. نوروزیان و همکاران (Nowruzian *et al*., 2017) نیز در تحقیقی کاربرد آبشویی و اسید جیبرلیک را مؤثر بر شکست خواب بذر آنغوزه (*Ferula assa-foetida L*) گزارش کردند. جنگجو بزرل‌آبادی و توکلی (Jankju Borzelabad and Tavakkoli, 2008) در خصوص تأثیر اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی بذر نشان دادند که از بین تیمارهای اعمال شده، اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی ۵ گونه از جمله نوعی کَوَر بیشترین تأثیرگذاری را داشته است.

نتایج نشان داد که اعمّ شاخص‌های جوانه‌زنی و صفات رویشی بذرها تحت تأثیر تیمار خراش‌دهی نسبت به شاهد افزایش نداشته است. بنابراین می‌توان گفت که عامل محدود کننده جوانه‌زنی بذر این گونه گیاهی ناشی از مقاوت مکانیکی پوسته بذر نیست. مکی‌زاده تفتی (Makkizadeh Tafti, 2012) نیز در تحقیق خود به بی‌اثر بودن تیمار خراش‌دهی در افزایش جوانه‌زنی بذرهای نوعی کَوَر اشاره می‌کند. اما نتیجه حاصل از این بخش از تحقیق در خصوص عدم تأثیر خراش‌دهی بر افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی، با تحقیقات تانسر و تانسی (Toncer and Tansi, 2000)، که خراش‌دهی با کاغذ سنباده و خیساندن در اسید جیبرلیک را عامل افزایش درصد جوانه‌زنی نوعی کَوَر (*C.ovate var palaestina*) گزارش نموده بودند مطابقت ندارد. تیمار ترکیبی آبشویی و اسید جیبرلیک در محیط گلخانه عملکرد بهتری نسبت به محیط آزمایشگاه بر کم کردن طول دوره جوانه‌زنی و افزایش قابل ملاحظه صفات رویشی داشته است از آنجا که در نهایت جهت تولید و گسترش این گیاه مفید محیط خاک مورد استفاده قرار خواهد گرفت، اثرگذاری مثبت خاک بر صفات رویشی این گیاه که از نتایج این تحقیق است، می‌تواند مهم و امید بخش باشد.

نتیجه‌گیری

بطورکلی تیمار ترکیبی آبشویی همراه با خیساندن در اسید جیبرلیک عملکرد بهتری نسبت به سایر تیمارها در

بهبود شـــاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررســـی این پژوهش داشته است. از مهمترین نتایج این پژوهش افزایش معنی‌دار صـــفات رویشـــی، ســـرعت جوانه‌زنی و کاهش معنی‌دار شـاخص روز تا شـروع جوانه‌زنی بذرهای کَوَر درختچه‌ای در گلخانه و تحت تأثیر این تیمار پیش‌رویشـــی اســـت. بنابراین می‌توان به کوتاه شدن دوره جوانه‌زنی بذرهای این گونه گیاهی در محیط خاک و در ادامه داشتن گیاهچه‌های قوی و مناســب تحت تأثیر این تیمار پیش‌رویشـی به‌عنوان یکی از مهمترین دست‌آوردهای این تحقیق امید داشت.

منابع

Reference

Basbag, M., O. Toncer, and S. Basbag. 2009. Effects of different temperatures and duration on germination of caper *(Capparis ovata)* seeds. J. Environ. Biol. 30 (4): 621-624.

Farhoudi, R., A. Modhej, and M. Motamedi. 2021. Evalution of *Arctium lappa* seed dormancy breaking methods. Iranian J. Seed Sci. Res. 8 (2): 197-212. (In Persian)

Ghanbari, M., A. Modarres-Sanavy, and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2021. Assessment of Germination Characteristics and α and β Amylase Activity of Indian Cheese Maker (*Withania coagulans*) Seed in Response to Scarification and Potassium Nitrate. Iranian J. Seed Res. 8 (1): 73-89. (In Persian)

Hamidi Moghaddam, A. 2021. Effect of mechanical and chemical treatments on germination characteristic, total phenolic compound and enzyme activity of henna seeds (*Lawsonia inermis* L). Iranian J. Seed Sci. Res. 8 (4): 387-401. (In Persian)

ISTA. 1979. The germination test. International Seed Testing Association. Seed Sci. Technol. 4: 23-28.

ISTA. 2009. International rules for seed testing. Annexes. Seed Sci. Technol. 49, 86-41.

Jankju Borzelabad, M, and M. Tavakkoli. 2008. Investigating seed germination of 10 arid-land plant species. Iranian J. Range. Desert Res. 15 (2): 215-226. (In Persian)

Khoshkhui, M. 1991. Plant Propagation, Principles and Practices. Shiraz University, Shiraz, Iran. (In Persian)

Koc, H. 2001. Germination of Caper *(Capparis spinosa L.)* seeds. Beletinul Universitatii de Stiinte Agricolr Seria Medicina Veterinara Cluj-Napoca. Seria Agric. 55/56: 292-296.

Maguire, J.D. 1962. Seed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. J. Crop Sci. 2: 176-177.

Makkizadeh Tafti, M., M. Farhoudi., M. Rastifar, and K. Sadat Asilan. 2012. Methods of breaking seed dormancy in Caper *(Capparis spinosa L.)*. Iranian J. Range. Desert Res. 18 (4): 569-577. (In Persian)

Noorhosseini, S.A., M.N. Safarzadeh, and S.M. Sadeghi. 2018. Effect of Production Region and Seed Size on Germination Indices and Heterotrophic Growth Components of Peanut Seedling *(Arachishypogaea)*. Iranian J. Seed Res. 4 (2): 57-77. (In Persian)

Nowruzian, A., M. Masoumian., M. Ebrahimi, and Gh. Bakhshi khaniki. 2017. Effect of Breaking Dormancy Treatments on Germination of Ferula assa-foetida L. Seed. Iranian J. Seed Res. 3 (2): 155-169. (In Persian)

Olmez, Z., Z. Yahyaglu, and A. Omer. 2004. Effect of H2So4, GA3 and KNo3 treatment on germination of Caper seeds. Pakestanian J. Biol Sci. 7 (6): 879-882.

Panico, A.M., V. Cardile., F. Garufi., C. Puglia., F. Bonina, and G. Ronsisvalle. 2005. Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. Life Sci. 77: 2479–2488.

Ranai, M.A, and D.G. De Santana. 2006. How and why it measure the germination process. Revista Brasileira de Botanica. 29: 1-11.

Saadat, S., M. Homaee, and A. Liaghat. 2005. Effect of Soil Solution Salinity on the Germination and Seedling Growth of Sorghum Plant. Iranian J. Soil Water Sci. 19 (2): 243-254. (In Persian)

Saghafi Khadem, F. 1999. Capparidaceae. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. (In Persian)

Soyler, D, and K.M. Khawar. 2007. Seed Germination of Caper *(Capparis ovata var. Herbacea)* Using α Naphthalene Acetic Acid and Gibberellic Acid. Int. J. Agric. Biol. 9 (1): 35-38.

Sozzi, G, and A. Chiesa. 1995. Improvement of caper *(Capparis spinosa L.)* seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. J. Hortic. Sci. 62: 255-261.

Toncer, O.G, and S. Tansi. 2000. The caper *(Capparis ovata)* culture in Turkey. Pakestanian J. Biol Sci. 3: 568-570.

Zare, A., F. Deris, and Z. Karimi. 2021. Determination of Cardinal Temperature and Evaluation of Germination Characteristics of Syrian Thistle (*Notobasis syriaca*) in Response to Temperature Range and Salinity and Drought Stresses. Iranian J. Seed Res. 8 (1): 91-104. (In Persian)