"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
(ص ۷۱-۶۳)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 2, Summer 2021
(pp: 63-71)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.128801.1316
Research Article

اثر تیمارهای مختلف بر شکست رکود بذر و رشد اولیه گیاهچه تمرهندی (*Tamarindus indica* L.)

مریم بروجردنیا[1*]، حامد حسن‌زاده خانکهدانی[2]

۱. استادیار پژوهشکده خرما ومیوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، اهواز ، ایران.
۲. محقق بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۶)

چکیده

در این مطالعه روش‌های مختلف شکستن رکود بذر در تمرهندی (*Tamarindus indica* L.) مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل آب مقطر (۲۴ ساعت)، آب گرم ۸۰ درجه سانتی‌گراد (۵ دقیقه)، نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ (۲۴ ساعت)، اسید سولفوریک ۵۰ ٪ (۱۰ دقیقه)، اسید سولفوریک ۹۸٪ (۵ دقیقه) و شاهد (بدون تیمار) بودند. نتایج نشان داد اثر تیمارهای مختلف روی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال تمرهندی معنی‌دار بود. بیشترین درصد (۸۱/۶۶٪) و سرعت جوانه‌زنی (۱/۶۱ بذر در روز) در تیمار اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۵ دقیقه مشاهده شد. کمترین میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی در تیمار بذرها با اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۵ دقیقه (۱۶/۶۲ روز) و پس از آن نیترات پتاسیم ۱٪ به مدت ۲۴ ساعت بدست آمد. بیشترین شاخص قدرت بذر در تیمار بذرها با اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۲۴ ساعت مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اسید سولفوریک ۵۰٪ برای ۱۰ دقیقه و نیترات پتاسیم (۱ و ۲٪) برای ۲۴ ساعت نداشت. پیش تیمار آب مقطر و آب گرم در بهبود جوانه‌زنی بذر تمرهندی کارآیی چندانی نداشتند. بیشترین تعداد برگ، طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه در تیمار نیترات پتاسیم ۱٪ و پس از آن نیترات پتاسیم ۲٪ به مدت ۲۴ ساعت مشاهده شد. بنابراین نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با نیترات پتاسیم ۱٪ به مدت ۲۴ ساعت مؤثرترین روش برای بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه دانهال بذر تمرهندی محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی: جوانه‌زنی بذر، تمرهندی، شکستن رکود بذر، استقرار گیاهچه.

The effect of different treatments on seed dormancy breaking and early seedling growth of tamarind (*Tamarindus indica* L.)

M. Boroujerdnia[1*], H. Hassanzade khankahdani[2]

1. Research Assistant Professor, Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Rsearch Education and Extention Organization (AREEO), Ahwaz, Iran.
2. Researcher, Horticultural Crops Research Department, Natural Resources Research and Education Center of Hormozgan, AREEO, Bandar Abbas, Iran.
(Received: Dec. 17, 2019 – Accepted: Apr. 25, 2020)

Abstract

This study evaluated different methods of improving seed germination in tamarind (*Tamarindus indica* L.). The experiment was laid out in a completely randomized design and each treatment was replicated four times. Treatments were consisting of distilled water for 24 h at ambient temperature, hot water 80 Ċ for 5 min, potassium nitrate (KNO_3) at 1 and 2% for 24 h, sulphuric acid (98% H_2SO_4) for 5 min, sulphuric acid (50% H_2SO_4) for 10 min and control (seeds were not treated). Results showed that the effect of treatments on seed germination indices and early seedling growth of tamarind was significant. The greatest percentage and speed germination and was observed in treatment of sulphuric acid (98% H2SO4) for 5 min. The lowest Mean time to germination was obtained in sulphuric acid (98% H_2SO_4) for 5 min followed by potassium nitrate at 1%. Maximum seed vigor index was observed in sulphuric acid (98% H_2SO_4) for 5 min that had no had no significant difference with sulphuric acid (50% H_2SO_4) for 10 min and potassium nitrate (1 and 2%) for 24h. pre-treatment of distilled water and hot water were not effective in improving seed germination of tamarind. The highest number leaf, length of shoot and root, fresh and dry weight of stem and root was observed in potassium nitrate at 1% for 24h followed by potassium nitrate at 2%. Therefore, the results showed that pre-treatment of seed with potassium nitrate 1% for 24h is effective way to improve seed germination and early growth of tamarind.

Keyword: Seed germination, Tamarind, Breaking seed dormancy, Seedling establishment

* Email: boroujerdnia@gmail.com

مقدمه

تمرهندی با نام علمی *Tamarindus indica* L. یکی از مهمترین گونه‌های درختی خانواده لوبیاسانان[1] می‌باشد. تمرهندی گیاهی چند منظوره است که مهمترین بخش قابل استفاده آن میوه‌ها می‌باشند. قسمت‌های مختلف درخت در تهیه غذا، صنایع شیمیایی، دارویی، نساجی یا به عنوان سوخت، چوب کاربرد دارد (Rao and Mathew, 2001). تمرهندی توزیع جغرافیایی گسترده‌ای دارد و در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری متعددی کشت می‌گردد. مناطق جغرافیایی مختلفی مانند هند و آفریقا به عنوان منشأ تمرهندی معرفی شده است (Sharma and Bhardwaj, 1997).

تمرهندی درختی همیشه سبز و بزرگ می‌باشد، ممکن است ارتفاع آن به ۱۰ تا ۲۰ متر و قطر تنه آن به ۱/۵ تا ۲ متر برسد (El-Siddig et al., 2006). بیشترین و کمترین درجه حرارت سالانه‌ای که تمرهندی می‌تواند تحمل کند به ترتیب ۳۷-۳۳ درجه سانتی‌گراد و ۲۰-۹/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گل‌ها در تمرهندی دوجنسی، پروتوژنی و اغلب دگرگرده‌افشان هستند (Rao and Mathew, 2001). هر میوه بین ۱ تا ۱۲ بذر دارد، که توسط گوشتی ترش مزه، خمیر مانند و قیبردار احاطه شده است. تمرهندی دارای بذرهای بزرگی با قطر متوسط ۱۱ تا ۱۲/۵ میلی‌متر می‌باشد. رنگ آن‌ها قهوه‌ای مایل به زرد تا قهوه‌ای پررنگ با پوشش بذری سخت و غیر قابل نفوذ می‌باشد. کوتیلدون‌ها بیشترین حجم و وزن بذرها را تشکیل می‌دهند و به عنوان تنها اندام ذخیره مواد غذایی به‌شمار می‌روند (Rao and Mathew, 2001).

تکثیر جنسی با بذر ارزان‌ترین روش تکثیر تمرهندی می‌باشد که باعث تولید تعداد زیادی گیاه جدید می‌گردد. همچنین به منظور تولید دانهال‌های بذری که به عنوان پایه گیاهان پیوندی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تکثیر از طریق بذر ضروری می‌باشد. از معایب اصلی تکثیر از طریق بذر، تفرقه صفات و زمان طولانی برای تولید گیاهان نسبت به تکثیر غیر جنسی می‌باشد (El-siddig et al, 2001). بذرهای تمرهندی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷ تا ۱۵٪ می‌توانند برای چندین سال نگهداری شوند (El-Siddig et al., 2006). به‌طور متوسط، بذرهای تمرهندی حدود ۱۳ روز بعد از کاشت جوانه می‌زنند، اما گاهی جوانه‌زنی بذر ۱ ماه به طول می‌کشد (Coronel, 1991). الگوی جوانه‌زنی آن مشابه سایر گونه‌های لوبیاسانان می‌باشد که در آن‌ها پوشش سخت بذر از جذب آب و اکسیژن ممانعت می‌کند، بنابراین جوانه‌زنی بذر محدود می‌گردد. ظرفیت جوانه‌زنی بذرهای تمرهندی تازه یا بذرهایی که در شرایط مطلوب انبار شده‌اند، در حدود ۶۵ تا ۷۵٪ می‌باشد. جوانه‌زنی بذر تمرهندی به میزان رطوبت بذرها در زمان برداشت و محتوای رطوبت آن‌ها قبل از آزمون جوانه‌زنی بسیار وابسته می‌باشد (Coronel, 1991).

روش‌های مختلفی برای شکستن رکود بذر و بهبود جوانه‌زنی در گونه‌های گیاهی مختلف با توجه به نوع رکود وجود دارد که مهمترین آن‌ها استفاده از خراش‌دهی مکانیکی و شیمیایی، غوطه‌وری در آب سرد و آب گرم، استفاده از محرک‌های شیمیایی جوانه‌زنی مانند جیبرلین، نیترات پتاسیم، تناوب دمایی و نوری است (Baskin and Baskin, 2004). برای تسریع در جوانه‌زنی بذر تمرهندی و غلبه بر سختی پوشش بذر از اسید یا خراش‌دهی مکانیکی و خیساندن در آب گرم استفاده شده است. تحقیقات محمد و آموسا (Muhammad and Amusa, 2003) بر روی جوانه‌زنی بذر تمرهندی نشان دادند که بیشترین درصد جوانه‌زنی تمرهندی در تیمار اسیدسولفویک ۵۰ ٪ برای ۶۰ دقیقه بدست آمد و خیساندن بذرها در آب گرم باعث غلبه بر خواب ناشی از پوشش سخت بذر و تحریک جوانه‌زنی

1. Leguminosae (Fabaceae)

می‌گردد. بیلو و گادا (Bello and Gada, 2015) در بررسی اثر پیش تیمار بذر تمرهندی در اسیدسولفوریک غلیظ به مدت ۳۰ دقیقه، آب جوش به مدت ۱ ساعت و آب در دمای اتاق به مدت ۱۲ ساعت مشاهده کردند، بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار بذر با اسید سولفوریک (۹۵٪) و تیمار آب جوش (۸۰٪) بدست آمد. ال صدیق و همکاران (El-siddig et al, 2001) گزارش کردند، که غوطه‌وری بذرهای تمرهندی در اسیدسولفوریک ۹۸٪ برای حداقل ۴۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، روش مؤثری برای افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر می‌باشد. مکدونالد و همکاران (MacDonald et al, 2002) نشان دادند که بیشترین درصد جوانه‌زنی و رشد بعدی آن در بذرهای تیمار شده با متانول به مدت ۱۰ دقیقه بدست آمد. بذرهای غوطه‌ور شده در متانول، اتانول و اسید سولفوریک به مدت ۱۰ دقیقه، دانهال های قوی‌تری تولید نمودند. خراش‌دهی مکانیکی نیز برای غلبه بر خواب پوششی بذر مؤثر می‌باشد. موزومدر و همکاران (Mozumder et al., 2018) در بررسی اثر پیش تیمارهای مختلف بر روی بذرهای تمرهندی مشاهده کردند، بیشترین درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در تیمار اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۳ دقیقه بدست آمد. همچنین بیشترین طول شاخه و ریشه و تعداد برگ در تیمار اسید و خراشدهی مکانیکی حاصل شد.

جوانه‌زنی بذر یکی از مرحل بحرانی استقرار گیاهچه است که تحت تأثیر کیفیت بذر و عوامل درونی مانند رکود بذر قرار می‌گیرد. تأخیر و استقرار نامناسب گیاهچه از معضلات مهم در نواحی است که گیاهان با تنش‌های محیطی مواجه هستند (Meyer and Pendleton, 2000). پیش تیمار بذر یک تکنیک قبل از کاشت است که بر بهبود جوانه‌زنی بذر و بهبود استقرار و توسعه گیاهچه‌ها اثر می‌گذارد. این مطالعه به منظور بررسی کارآیی روش‌های مختلف بهبود دهنده جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه تمرهندی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی به منظور تعیین روش‌های مناسب شکست خواب بذر تمرهندی اجرا شد. بذرها از درختان تمرهندی (با منشأ بذری) شهرستان میناب استان هرمزگان در سال ۱۳۹۷ تهیه شده بودند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد نظر بر روی بذرها به شرح زیر اعمال گردید:

- شاهد (کشت مستقیم بذرها)
- غوطه‌وری بذرها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت
- غوطه‌وری بذرها در آب گرم ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه و سپس خنک سازی با آب سرد
- غوطه‌وری بذرها در نیترات پتاسیم ۱٪ به مدت ۲۴ ساعت
- غوطه‌وری بذرها در نیترات پتاسیم ۲٪ به مدت ۲۴ ساعت
- غوطه‌وری بذرها در اسید سولفوریک ۱۰۰٪ به مدت ۵ دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر
- غوطه‌وری بذرها در اسید سولفوریک ۵۰٪ به مدت ۱۰ دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر

کلیه وسایل از جمله پتری‌ها، کاغذ صافی و پنس در آون در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت استریل شدند. برای ضدعفونی کردن بذرها از محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ ٪ به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد، سپس بذرها سه بار با آب مقطر به مدت ۳ دقیقه شستشو شدند تا تمامی آثار محلول از بین رود. برای هر تیمار، در داخل هر پتری با قطر ۱۲ سانتی‌متر کاغذ صافی واتمن شماره یک به همراه ۱۵ عدد بذر با پراکنش یکنواخت قرار داده شد و به هر یک از پتری ها، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. در تمام طول آزمایش، کاغذ صافی‌ها مرطوب نگه داشته شدند. جهت جوانه‌زنی پتری‌ها در انکوباتور با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. دمای مناسب برای جوانه‌زنی بذرها بر اساس آزمایش آجی بوی (Ajiboye, 2010) انتخاب شد. بعد از جوانه‌زنی به طور

روزانه بذرها شـــمارش شـــدند، که معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشـه چه به طول ۲ میلی‌متر از بذر بود. شـمارش تا زمانی ادامه یافت که افزایشـــی در تعداد بذور جوانه زده مشـاهده نشـد و این حالت به مدت سـه روز متوالی ثابت ماند. پس از انجام شـــمارش نهایی تعداد بذور جوانه زده، در هر تیمار درصـــد و ســـرعت جوانه‌زنی، میانگین روز جوانه‌زنی طبق روابط زیر محاسبه شد:

درصد جوانه‌زنی

$$GP=\frac{n}{N}\times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

n: تعـداد کـل بـذرهـای جوانـه زده در طی دوره و N: تعداد کل بذرهای کشت شده

میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی بذرها (MGT[1]): به عنوان شـاخصـی از سـرعت و شـتاب جوانه‌زنی محسـوب می‌گردد و بر اســـاس فرمول زیر محـاســـبـه می‌شـــود (Ellis and Robert., 1981):

$$MGT=\frac{\Sigma(n_i t_i)}{\Sigma(n_i)} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

n_i: تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصـــله زمانی مشـــخص (t_i) روز پس از شـــروع آزمایش و Σ ni: برابر با مجموع بذرهای جوانه زده

سرعت جوانه‌زنی(GR)

$$GR=\sum(\frac{n_i}{t_i}) \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

ti: تعداد روز، n_i: تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص (t_i)

به منظور بررســـی امکان اســـتقرار گیاهچه‌ها، به طور تصـــادفی از بذرهای جوانه‌زده حاصـــل از تیمارها، ۱۵ گیاهچه عادی به گلدان منتقل شـــدند. معیار نشـــخیص گیاهچه‌های عادی و غیر عادی بر اســـاس الگوهای ارائه شـده توسـط انجمن بین المللی آزمون بذر[2] بود، بر اسـاس این الگو گیاهچه‌هایی غیرعادی بودند که ویژگی‌هایی از قبیل فقدان یک ساختار ضروری از جمله ریشه‌چه، محور بالای لپه و لپه، شـــکل غیر عادی و تاب خورده، کاهش بسیار زیاد در رشد و کاهش قدرت گیاهچه را نشان دهند (Anonymous, 2013). دو هفته پس از انتقال، درصـــد استقرار گیاهچه‌ها در هر تیمار محاسبه شد و ۵ دانهال از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب شد و تیمار طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (۴۸ ساعت در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد) با ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شـده و از میانگین آن‌ها در محاسبات استفاده شد. محاسبات آماری به وسیله نرم افزار SAS (نســـخه ۹/۲) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن و رســـم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج

شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر

نتایج تجزیه واریانس نشـــان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشـترین میزان درصـد جوانه‌زنی در تمرهندی (۸۱/۶۶٪) تحت تیمار اسـید سـولفوریک ۱۰۰٪ به مدت ۵ دقیقه بدسـت آمد و پس از آن به ترتیب تیمار اسید سولفوریک ۵۰٪ به مدت ۱۰ ساعت (۷۹/۸۷)، نیترات پتاسـیم ۱٪ به مدت ۲۴ سـاعت (۷۹/۶) و نیترات پتاسیم ۲٪ به مدت ۲۴ ساعت (۷۵/۸۹) قرار گرفته است که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.کمترین درصد جوانه‌زنی (۴۵/۱) در شاهد (کشت مستقیم بذر) و پس از آن تیمار غوطه وری بذر در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت (۵۰/۳۳) مشاهده شد (جدول ۲).

تیمارهای غوطه‌وری بذر در نیترات پتاسـیم ۱٪ (۱/۶۱ بذر در روز) و اسید سولفوریک ۱۰۰٪ (۱/۶۱ بذر در روز) بیشترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

1. Mean time to germination
2. International Seed Testing Association(ISTA)

جدول۱- تجزیه واریانس اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه دانهال تمرهندی

Table 1-Analysis variance the effect of different pre- treatments on germination indices of seed and seedling growth of tamarind

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)									
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی Mean time to germination	طول اندام هوایی دانهال Shoot length	طول ریشه‌چه Primary root length	تعداد برگ Leaf number	وزن تر اندام هوایی دانهال Fresh weight of shoot	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of primary root	وزن خشک اندام هوایی shoot Dry weight of	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of Primary root	شاخص قدرت بذر Seed vigour index
تیمار Treatment	6	940.73**	0.052**	66.3**	2.65**	4.09**	3.37**	0.5**	0.45**	0.19**	0.12**	99036672.8**
خطا Error	21	10.38	0.007	2.07	0.047	0.02	0.05	0.035	0.025	0.007	0.008	8888062.5
درصد ضریب تغییرات CV%		4.76	5.58	7.67	4.63	4.05	3.8	5.93	4.3	4.96	4.83	5.31

**، *، ns: معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار

**,* and ns: significant at 1% and 5% probability level and non-significant, respectively.

کمترین سرعت جوانه‌زنی به میزان ۱/۳۴ بذر در روز مربوط به تیمار شاهد و پس از آن تیمار آب مقطر در دمای اتاق (۱/۳۷ بذر در روز) بود (جدول ۲).

کمترین میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی در تیمارهای غوطه‌وری بذر در اسید سولفوریک ۱۰۰ ٪ (۱۶/۶ روز) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای اسید سولفوریک ۵۰ ٪ و نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ نداشت (جدول ۲). بیشترین میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر در تیمارهای شاهد (۲۳/۶۲ روز)، آب مقطر (۲۲/۱۶ روز) و آب گرم (۲۲/۵۸ روز) بدست آمد.

در بین تیمارها، غوطه‌وری بذر در اسید سولفوریک ۱۰۰٪ به مدت ۵ دقیقه (۲۲۴۲۲/۵) بیشترین شاخص قدرت بذر را به خود اختصاص داد و که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ و اسید سولفوریک ۵۰ ٪ نداشت. کمترین میزان قدرت بذر در شاهد (۱۰۶۹۴/۳) و تیمار آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت (۱۲۰۸۹/۳) مشاهده شد (جدول ۲).

صفات مربوط به دانهال

در بین تیمارهای مختلف، بیشترین درصد دانهال‌ها (۸۷٪) در تیمار نیترات پتاسیم ۱ ٪ و کمترین آن در تیمار شاهد (۶۶٪) و سپس آب گرم ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه (۷۰٪) مشاهده شد. تیمارهای غوطه‌وری در نیترات پتاسیم ۲ ٪ به مدت ۲۴ ساعت، اسید سولفوریک ۵۰ ٪ به مدت ۱۰ دقیقه و اسید سولفوریک ۱۰۰ ٪ به مدت ۵ دقیقه به ترتیب ۸۵/۷، ۸۰/۷۵ و ۷۸/۳ ٪ دانهال تولید شده از بذرهای جوانه‌زده را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین تیمارهای مختلف از نظر طول ریشه‌چه، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه چه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۱). کمترین و طول اندام هوایی دانهال در تیمار شاهد (۱۳/۵۷ سانتی‌متر) و بیشترین آن در

تیمارهای نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ (۱۵/۲۷ سانتی‌متر) مشاهده شد. بین تیمارهای غوطه‌وری در آب مقطر در دمای اتاق (۱۳/۹۷ سانتی‌متر) و آب جوش ۸۰ درجه سانتی گراد (۱۴/۴ سانتی‌متر) از نظر ارتفاع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

جدول۲- مقایسه میانگین اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه دانهال تمرهندی

Table 2- Mean comparison of different pretreatments on germination indices of seed and seedling growth of tamarind

تیمار Treatment	مقایسه میانگین Mean comparison										
	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination speed(Seed number per day)	میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز) Mean time to germination (day)	طول اندام هوایی دانهال (سانتی متر) Shoot length (cm)	طول ریشه چه (سانتی متر) Primary root length (cm)	تعداد برگ Leaf number	وزن تر اندام هوایی دانهال (گرم) Fresh weight of Shoot (g)	وزن تر ریشه‌چه(گرم) Fresh weight of primary root(g)	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Dry weight of Shoot (g)	وزن خشک ریشه چه (گرم) Dry weight of Primary root (g)	شاخص قدرت بذر Seed vigour index
شاهد Control	45.06c	1.34c	23.62a	13.57c	10.12e	4.9c	2.52c	3.24c	1.33d	1.66d	10694.3c
آب مقطر (۲۴ ساعت) Distilled water (24 h)	50.33c	1. 37c	22.16a	13.97bc	10.05e	4.9c	2.9b	3.29c	1.54c	1.66d	12089.3c
آب گرم ۸۰ درجه سانتی گراد (۵ دقیقه) Hot water (5 min)	60.97b	1.4bc	22.58a	14.4bc	10.52de	5.3bc	3.05b	3.45bc	1.62bc	1.75cd	15196.4b
نیترات پتاسیم ۱ ٪ (۲۴ ساعت) Potassium nitrate 1% (24 h)	79.6a	1.61a	17.37b	15.27ab	12.6a	6.97a	3.5a	4.08a	1.93a	2.09a	22184.4a
نیترات پتاسیم ۲٪ (۲۴ ساعت) Potassium nitrate 2% (24 h)	75.89a	1.57ab	17.9b	15.27ab	12.25ab	6.87a	3.47a	4.02a	1.92a	2.04ab	200897.2a
اسید سولفوریک ۱۰۰٪ (۵ دقیقه) Sulfuric acid 100% (3 min)	81.66a	1.61a	16.62b	14.8abc	11.57bc	6.42ab	3.27ab	3.76ab	1.78ab	1.92ab	22422.5a
اسید سولفوریک ۵۰٪ (۱۰ دقیقه) Sulfuric acid 50% (3 min)	79.87a	1.57ab	17.52b	15.07b	11.12cd	6.6a	3.22ab	3.64b	1.79ab	1.86bc	20717.7a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability levels using Duncan test.

در بین تیمارها، بیشترین تعداد برگ به ترتیب در نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ (۶/۹) و اسیدسولفوریک ۵۰ ٪ (۶/۶) وجود داشت که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین میزان تعداد برگ در تیمار غوطه‌وری در آب مقطر و شاهد (۴/۹) بدست آمد. بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب به میزان ۳/۵ و ۱/۹۳ گرم در تیمار نیترات پتاسیم ۱ ٪ و پس از آن در تیمار نیترات پتاسیم ۲ ٪ به مدت ۲۴ ساعت مشاهده شد، کمترین وزن تر (۲/۵ گرم) و خشک اندام هوایی (۱/۳ گرم) در شاهد بدست آمد. تیمار شاهد و غوطه‌وری در آب مقطر کمترین میزان

وزن تر (۳/۲ گرم) وخشک ریشه (۱/۶ گرم) و تیمارهای نیترات پتاسیم ۱ و ۲ ٪ بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. تیمارهای نیترات پتاسیم ۱ ٪ (۱۲/۶ سانتی‌متر) و ۲ ٪ (۱۲/۲۵ سانتی‌متر) به ترتیب، بیشترین طول ریشه را داشتند و تیمار بذرها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت (۱۰/۰۵) به همراه شاهد (۱۰/۱۲) دارای طول ریشه کمتری بوده و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت(جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین مکانیسم‌های زنده‌مانی در گیاهان، توانایی تأخیر جوانه‌زنی برخی بذرها بعد از بلوغ می‌باشد. رکود در بذرهای درختان جنگلی یکی از مزایای بیولوژیکی برای استقرار درختان می‌باشد. رکود بذر به عنوان مکانیسمی تعریف می‌شود که تا زمان فراهم شدن شرایط محیطی مناسب برای جوانه‌زنی و استقرار دانهال، اجازه جوانه‌زنی بذر را نمی‌دهد. رکود بذر انواع مختلفی دارد و شامل رکود ناشی از پوشش سخت بذر یا عدم نفوذپذیری پوسته، رکود ناشی از بازدارنده‌های رشد، رکود به دلیل شرایط نوری و رکود ناشی از نارس بودن جنین می‌باشد (Eira and Caldas, 2000). تحقیقات نشان داده است رکود ناشی از سختی پوشش بذر و نارس بودن جنین در بذرهای تمرهندی یافت شده است. در شرایط طبیعی بذر تمرهندی جوانه‌زنی کند و غیریکنواختی داشته و درصد جوانه‌زنی آن پائینی است، بنابراین به زمان طولانی‌تری برای خاتمه دوره رکود نیاز دارد (Ajiboye, 2006).

نتایج این تحقیق نشان داد پیش تیمار بذرهای تمرهندی بر شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی و رشد دانهال اثر دارد. از بین تیمارهای مختلف، تیمار بذر با نیترات پتاسیم و اسید سولفوریک به‌طور مؤثری باعث بهبود جوانه‌زنی بذر تمرهندی شد. با استفاده از این روش، آبدهی کنترل شده در بذرها سبب بهبود یکنواختی و تسریع جوانه‌زنی، افزایش درصد جوانه‌زنی، کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی بذر و استقرار مناسب گیاهچه می‌گردد.

در بین تیمارهای نیترات پتاسیم، بیشترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱ ٪ به مدت ۲۴ ساعت ایجاد شد. تحقیقات نشان داده است پیش تیمار بذرها با محلول نمک‌های معدنی با پتانسیل اسمزی پائین مانند نیترات پتاسیم سبب تحریک فعالیت‌های متابولیکی در بذر گونه‌های مختلف می‌گردد. یکی از اثرات مثبت محرک‌های شیمیایی مانند نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های گیاهی احتمالا مربوط به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش مواد بازدارنده‌های رشد نظیر آبسزیک همراه با افزایش جیبرلین می‌باشد (Farhadi et al., 2006). این نتایج با نتایج سیتومورانگ و همکاران (Situmorang et al., 2015) بر روی تمرهندی و پادما و ردی (Padma and Reddy, 1998) و اتلا و همکاران (Attla et al., 2014) بر روی انبه مطابقت دارد. همچنین نیشنا و همکاران (Nishina et al., 2004) بر روی بذور پاپایا به نتایج مشابهی دست یافتند و تیمار نیترات‌پتاسیم سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و قدرت دانهال و خصوصیات مورفولوژیکی گیاهچه شد. کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار نیترات پتاسیم را می‌توان به علت افزایش سرعت تقسیم سلولی در بذرهای تیمار شده دانست. استفاده از پیش تیمار نیترات پتاسیم سبب افزایش سنتز DNA، RNA، پروتئین و تکمیل سازی بسیاری از مراحل جوانه‌زنی خواهد شد که بذر را آماده برای جوانه‌زنی می‌کند، بنابراین اثر مثبت در بهبود جوانه‌زنی ایفا می‌کند (Basra et al., 2005).

همچنین پیش تیمار بذرها با اسید سولفوریک باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. تیمار اسید سولفوریک ۱۰۰٪ به مدت ۵ دقیقه نسبت به غلظت ۵۰ ٪ به مدت ۱۰ دقیقه در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی مؤثرتر بود. پیش تیمار بذر تمرهندی با اسید سولفوریک باعث نرم شدن

پوشش بذر و افزایش نفوذپذیری گازها و آب می‌گردد. همچنین ممکن اسید به درون پوشش بذر نفوذ کرده و از ترکیبات شیمیایی که باعث رکود می‌شوند جلوگیری کند. بنابراین تیمار بذرها با اسید سبب بهبود جوانه‌زنی بذر و رشد دانهال می‌شود. این نتایج با نتایج موزومدر و همکاران (Mozumder et al., 2018)، بیلو و گادا (Bello and Gada, 2015) و محمد و آموسا (Muhammad and Amusa, 2003) مطابقت دارد که پیش تیمار تمرهندی با اسید سولفوریک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تمرهندی می‌گردد.

در این مطالعه استفاده از آب گرم در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد نسبت به شاهد باعث بهبود در صد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای تمرهندی شد اما این تیمار در مقایسه با تیمار اسید و نیترات پتاسیم اثر کمتری داشت. موارد مختلفی وجود دارد که از دمای بالا برای از بین بردن رکود بذر استفاده شده است (Ajiboye, 2006). در تیمارهای دمایی، درجه حرارت مورد استفاده و مدت زمان تیمار اهمیت بسزایی دارد. دمای بالا باعث تغییراتی در ساختار پوشش بذر می‌شود و نفوذپذیری بذر به آب و گازها و در نتیجه جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (Fasidi, et al., 2000). نتایج آزمایشات ابوبکر و محمد (Abubakar and Muhammad, 2013) و محمد و آموسا (Muhammad and Amusa, 2003) نیز مشخص کرد که خیساندن بذرها در آب گرم باعث غلبه بر خواب ناشی از پوشش سخت بذر و تحریک جوانه‌زنی می‌گردد.

غوطه‌وری بذرها در آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، تیمار مؤثری برای بین بردن رکود و بهبود جوانه‌زنی بذر تمرهندی نبود. شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی دانهال در این تیمار با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. تحقیقات نشان می‌دهد که پیش تیمار بذر با آب به علت حذف کوتیکول و نرم شدن پوشش بذر باعث جذب آب توسط بذر و حل شدن بازدارنده‌های شیمیایی پوشش بذر می‌گردد. به دلیل پوشش سخت بذر تمرهندی، احتمالا مدت زمان لازم برای نرم شدن پوسته بذر کافی نبوده است.

افزایش میانگین وزن تر اندام هوایی، ریشه‌چه و تعداد برگ در بذرهای تیمار شده با نیترات پتاسیم، اسید سولفوریک و آب گرم در مقایسه با شاهد را میتوان به دلیل افزایش سرعت جوانه‌زنی و کاهش میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی و تسهیل رشد جنین دانست. افزایش وزن خشک گیاهچه در بذرهای تیمار شده می‌تواند به علت افزایش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک و به دنبال آن افزایش پویایی ذخایر بذر و افزایش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد. این نتایج با یافته های بیلو و گادا (Bello and Gada, 2015) و موزومدر و همکاران (Mozumder et al., 2018) مطابقت دارد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد استفاده از اسید سولفوریک و نیترات پتاسیم می‌تواند در از بین بردن رکود و بهبود جوانه‌زنی بذر تمرهندی و پارامترهای رشد اولیه گیاهچه آن مؤثر باشد. در صورتی که تیمار غوطه وری در آب گرم و آب در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نسبت به شاهد کارآیی مناسبی نداشتند. همچنین بین تیمار بذر با اسید سولفوریک و نیترات پتاسیم از نظر بسیاری از شاخص‌های جوانه‌زنی تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت. باید توجه داشت که کار با اسید سولفوریک خطرناک بوده و نیاز به مهارت و دقت دارد. همچنین، در صورت عدم رعایت زمان، احتمال آسیب رسیدن به جنین زیاد می‌باشد. بنابراین می‌توان در عمل استفاده از نیترات پتاسیم را به عنوان جایگزین بهتری برای بهبود جوانه‌زنی بذر و برنامه‌های تولید دانهال تمرهندی توصیه کرد.

Reference

منابع

Abubakar, Z., and A. Muhammad. 2013. Breaking seed dormancy in Tamarind (*Tamarindus indica*) a case study of gombe local government area. J. Appl. Environ. Manage. 17(1): 83–87.

Ajiboye, A. A. 2006. Seed Germination and Seedling Physiology of to Multi-Purpose Savanna Tree Species. M.Sc. Thesis. University of Agriculture, Abeokuta, Ogun State of Nigeria.

Ajiboye, A. A. 2010. Dormancy and seed germination of *Tamarindus indica* (L). The Pacific J. Sci. Technol. 11(2)*:* 463–470.

Anonymous. 2013. Handbook for seedling evaluation (3rd ed). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Baskin, J. M., and C. C. Baskin. 2004. Classification system for seed dormancy. Seed Sci. Res. 14:1-16.

Aatla, H. B., and D. Srihari. 2014. Effect of pre-sowing treatments on germination, growth and vigor of mango (*Mangifera indica* Linn.) cv. Totapuri. Environ. and eco. 32 (4A): 1588-1591.

Coronel, R. E. 1991. *Tamarindus indica* L. Pp 298-301. *In* E.W.M. Verheij, and R.E. Coronel (Eds.). Plant Resources of South East Asia, Wageningen, Pudoc. No.2. Edible fruits and nuts. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia.

Eira, M. T. S., and L. S. Caldas. 2000. Seed Dormancy and Germination as Concurrent Proceses. Brazilian J. Plant Physiol. 12:85-103.

Ellis, R. H., and E. H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci.Technol. 9: 377-409.

El-Siddig, K. G. Ebert, and P. Ludders. 2001. A comparison of pretreatment methods for scarification and germination of *Tamarindus indica* L. seeds. Seed Sci. Technol. 29(1): 271-274.

El-Siddig, K., H. P. M. Gunasena, B. A. Prasad, D. K. N. G. Pushpakumara, K. V. R. Ramana, P. Vijayanand, and J. T. Williams. 2006. Tamarind, *Tamarindus indica*. Southampton Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK.

Farhadi, M., M. Sharifani, H. Heydari, and A. Kouhrokhei. 2006. Effect of seed testa and period of moist chilling on seed germination of Acer velutinum. J. Agric. Sci. Nat. Resour. 13(2): 44-49.

Fasidi, I. O., T. Tsamani, M. Karidi, and D. A. Agboola. 2000. Dormancy Types and Water Uptake in Seeds of *Parkia biglobossa* (Jaca). J. Nat. Appl. Sci.1(1):14-20.

Hunter, E. A., C. A. Glasbey, and R. A. L. Naylor. 1984. The analysis for data from germination tests. J. Agri. Sci. Cambrudge, 102: 207-213.

Meyer, S. E., and R. L. Pendleton. 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentata* (Rosaceae). Ann. Bot. 85: 521-529.

Mozumder, S., B. M. Khan, and M. R. Rahman. 2018. Pre-sowing Treatments for Improved Germination and Growth Performance of *Tamarindus indica* L. in Bangladesh. Asian J. Biol. Sci. 11:120-129.

Muhammad, S. and N. A. Amusa. 2003. Effects of sulphuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind (*Tamarindus indica* L.). Afri. J. Biotechnol, 2(9): 295–300.

Nishina, M. S., M. A. Nagao, and S. C. Furutani. 2004. Optimizing germination of papaya seeds. Fruits and Nuts, F&N-8.

Rao, Y. S., and M. K. Mathew, 2001. Tamarind. Vol. 1. Pp 287–296. *In* K.V. Peter (ed.). Handbook of Herbs and Spices. Woodhead, Cambridge.

Situmorang, E. M, M. Riniarti, and D. Duryat. 2015. Tamarind (*Tamarindus indica*) seed germination response to potassium nitrate (KNO3) in various concentrations, J. Sylva. Lestari. 3(1):1-8.

Sharma, S., and R. Bhardwaj. 1997. Tamarind – a suitable fruit crop for dry arid regions, Proceedings of National Symposium on *Tamarindus indica* L. 27–28 June, Tirupathi (A.P.), organized by Forest Department of Andhra Pradesh. 4–6.