Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2252-0961

The effects of osmo and hydropriming with interruption of irrigation at flowering stage on germination indices of lentil (*Lense culinaris* L.)

Raham Mohtashami[1*]

[1]Instructor of Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Kohgiluyeh and Boyerahmad, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Yasooj, Iran, Email: rahammohtashami01@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-6-30
Revised: 2022-9-6
Accepted: 2022-9-7

Keywords:
Drought stress
KNO3
ZnSO4

ABSTRACT

In order to investigate the effect of hydropriming and osmopriming on emergence parameters and its interaction with interruption of irrigation at the flowering stage of lentil, experiments were performed in a factorial from completely randomized design with seven concentrations of KNO_3, $ZnSO_4$ and pure water was conducted as split plot in randomized complete block design with three replications at farm experiment, in 2017. The main irrigation factor included complete irrigation and interruption of irrigation at flowering stage and the secondary factor included seed priming with potassium nitrate solution and zinc sulfate was each with concentrations of 0.2. and 0.3 percentage distilled water for six hours and control. Seed Priming with potassium nitrate decreased 9.91 and 7.89 percentage mean germination related to control and hydropriming. Coefficient unique emergence increased compared to non-priming with priming levels.

Cite this article: Mohtashami, R. (2022). The effects of osmo and hydropriming with interruption of irrigation at flowering stage on germination indices of lentil (*Lense culinaris* L.). *Journal of Seed Research*, 12 (1), 24-34.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2022.1962137.1237

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۲۵۲

تأثیر اسمو و هیدروپرایمینگ و قطع آبیاری در مرحله گلدهی بر شاخص‌های جوانه‌زنی عدس (*Lense culinaris* L.)

رهام محتشمی[1*]

[1]مربی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران، رایانامه: rahammohtashami01@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶

واژه‌های کلیدی:
تنش خشکی
سولفات روی
نیترات پتاسیم

چکیده

به‌منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر شاخص‌های سبزشدن و برهم‌کنش آن با قطع آبیاری در مرحله گلدهی عدس (رقم گچساران) دو آزمایش جداگانه، سال ۹۷-۱۳۹۶ در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی یاسوج اجرا شد. آزمایش اول به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل (۱- شش غلظت نیترات پتاسیم و سولفات روی و آب خالص، مجموعاً هفت سطح و ۲- پنج سطح زمانی خیساندن در آب) انجام شد. آزمایش دوم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی یاسوج، به‌صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد، به‌طوری‌که عامل اصلی آبیاری با دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گلدهی) و عامل فرعی پرایمینگ بذر با چهار سطح (پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۲ در صد، سولفات روی با غلظت ۰/۳ در صد، آب مقطر و عدم پرایمینگ) بود. نتایج نشان داد پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم باعث کاهش ۹/۹۱ و ۷/۸۹ درصدی میانگین زمان سبزشدن نسبت به شاهد و هیدروپرایمینگ گردید. تأثیر خیسانده شدن بذور به‌مدت ۶ ساعت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی، بهتر از سایر تیمارهای زمانی بود.

استناد: محتشمی، ر. (۱۴۰۱). تأثیر اسمو و هیدروپرایمینگ و قطع آبیاری در مرحله گلدهی برشاخص‌های جوانه‌زنی عدس (*Lense culinaris* L.). *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۱)، ۳۴-۲۴.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/jsr.2022.1962137.1237

مقدمه

عدس (*Lense culinaris* L.) از تیره لگوم یک محصول غذایی با حدود ۲۵-۲۴ درصد پروتئین است که به‌دلیل توانایی تثبیت نیتروژن نقش مهمی در تناوب زراعی و افزایش کیفیت خاک دارد. این محصول زراعی، یکی از قدیمی‌ترین منابع غذایی بشر است که به‌دلیل سهولت هضم و محتوای پروتئین بالا، در بین حبوبات دارای اهمیت خاص می‌باشد (Asgarian, 1998). عدس لاین ILL6212 از توده بین‌المللی بذر مرکز ایکاردا وارد آزمایشات ایستگاه تحقیقات گچساران شد و به‌علت دارا بودن خصوصیات مناسب زراعی و تحمل بهتر نسبت به تنش‌های محیطی و بیماری‌ها در سال ۱۳۷۸ تحت عنوان رقم عدس گچساران انتخاب و معرفی شد. این رقم زودرس بوده و به‌صورت پاییزه و بهاره قابل کشت است (Safikhani, 2002).

یکی از مهم‌ترین مشکلات کشت عدس در مناطق نیمه‌خشک به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه استقرار ضعیف گیاهچه به‌دلیل خشکی و فقدان آبیاری کافی است (Hoseini and Nasiri Mahallati, 2006). از تکنیک‌هایی که بنیه بذر و در نتیجه استقرار گیاهچه در مزرعه را بهبود می‌بخشد، پرایمینگ بذر می‌باشد (Gupta et al., 2008). اسموپرایمینگ کاربرد مواد اسمزی مانند پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG)، نیترات پتاسیم (KNO_3)، کلرید پتاسیم (KCL) و استفاده از مواد ماتریکس جامد به‌منظور بهبود بنیه بذر است (Copeland and McDonald, 2001).

پرایمینگ با مواد مغذی یک روش جدید می‌باشد که به‌طور همزمان اثرات مثبت پرایمینگ و افزایش سطح عناصر غذایی در بذر را به همراه دارد. بذور پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر و یکنواخت‌تر سبز می‌شوند (Harris et al., 2007). حدود نیمی از مردم دنیا از کمبود عنصر روی رنج می‌برند (Cakmak et al., 2008). در بیشتر خاک‌های زراعی دنیا به‌ویژه در خاک‌های آهکی کمبود روی یک مشکل شایع می‌باشد (Alloway, 2008). روی در محدوده و سیعی از فرایندهای سلولی از قبیل دفاع در برابر رادیکال‌های آزاد، انتقال الکترون، بیوسنتز پروتئین و اکسین، تکثیر سلولی و رشد زایشی شرکت می‌کند (Xu et al., 2014). نتایج برر سی‌های صورت گرفته بر روی نیاز باقلا (*Vicia faba*)، نخود (*Cicer arietinum*)، گندم (*Triticum aestivum*) و عدس به عنصر روی نشان داد که نیاز عدس به این عنصر بیش از گیاهان دیگر مورد مطالعه قرار گرفته است (Brennan et al., 2001).

نتایج هیدروپریمینگ و اسموپرایمینگ بذر ارقام کلزا با آب معمولی و سولفات روی نشان داد، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی از اثر متقابل رقم و مدت زمان هیدروپریمینگ در هیدروپرایم ۱۰ ساعت به‌دست آمد. همچنین بهترین سرعت جوانه‌زنی در هیدروپرایم ۱۰ ساعت مشاهده شد. همین‌طور بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه و شاخص وزنی بنیه بذر در غلظت ۰/۰۳۵ گرم در لیتر سولفات روی و در مدت زمان ۱۰ ساعت حاصل شد (Nazari et al., 2001).

پرایمینگ بذر گیاه سیاهدانه با سولفات روی ۰/۵ درصد و نیترات پتاسیم ۲ درصد باعث بیشترین سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذرگردید (Malekzade et al., 2016). استفاده از هورمون اسید جیبر یک، پلی‌اتیلن‌گلایکول و هیدروپرایمینگ تأثیری بر بهبود پارامترهای جوانه زنی سیاهدانه نداشت. پرایمینگ مزرعه‌ای ذرت هیبرید با سولفات روی ۰/۰۳ درصد به‌مدت ۱۶ ساعت در مقایسه با پرایم با آب معمولی در افزایش سرعت سبز شدن، ارتفاع بوته، قطر و طول بلال، کارایی مصرف آب گیاه و درصد پروتئین دانه موثرتر بود. ولی ارتفاع تشکیل بلال تنها در ذرت پرایم شده با محلول سولفات روی افزایش معنی‌دار داشت

(Dadrasi and Aboutalebian, 2015). پرایمینگ بذر عدس نشان داد که علاوه بر عملکرد دانه، سایر اجزای عملکرد نیز افزایش یافت (Toklu, 2015). از فواید پرایمینگ بذر گیاهان تیره لگوم افزایش درصد جوانه‌زنی، تعداد بوته استقرار یافته در هنگام برداشت، تعداد غلاف در گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد بذر در هر غلاف گزارش شده است (Manig et al., 2007). هیدروپرایمینگ سبب بهبود جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه عدس تحت تنش کمبود آب شد (Saglam et al., 2010). پرایمینگ با استفاده از نیترات پتاسیم جوانه‌زنی بذر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و رشد گیاهچه آن تحت تنش خشکی را افزایش داد (Kaya et al., 2006).

اسموپرایمینگ بذر برنج با غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم سبب بهبود جذب آب، افزایش سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی شد، همچنین پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم یک درصد با تسریع فاز دو جذب آب، جوانه‌زنی و بنیه بذر برنج (*Oryza sativa*) را بهبود بخشید (Ruttanaruangboworn et al., 2017). اسموپرایمینگ سبب توسعه ریشه، افزایش رشد، ماده خشک و نیتروژن دانه برنج شد (Pereira et al., 2021). نتایج یک پژوهش نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و گیاهچه) با افزیش تنش آبی کاهش یافت و پرایمنگ بذر با آب و نیترات پتاسیم در مقایسه با بذور پرایم نشده شاخص‌های جوانه‌زنی را در تمامی تیمارهای تنش خشکی افزایش داد (Yan, 2015).

اسموپرایمینگ بذر ماش (*Vigna radiate*) با دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات (KH_2PO_4)، مانیتول ($C_6H_{14}O_6$)، پلی‌اتیلن گلایکول ($C_{2n}H_{4n+2}O_{n+1}$) و مولیبدات سدیم ($Na_2MO_4.2H_2O$) نشان داد که پرایمینگ با دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات اثر معنی‌داری بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و همین‌طور شاخص بنیه گیاهچه داشت (Umair et al., 2010). با انجام اسموپرایمینگ بذور دو رقم گندم سرداری و آذر ۲ با محلول دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه و وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت (Yari et al., 2010).

نتیجه تحقیق هیدرو و اسموپرایمینگ محققان روی نخود فرنگی (*Pisum sativum*) نشان داد که تیمار بذور با مانیتول ٤ درصد به مدت ٢٤ ساعت موجب تولید گیاهچه‌های با ریشه و ساقه بزرگ‌تر در مقایسه با بذور پرایم نشده گردید (Kaurs et al., 2002). اسموپرایمینگ بذر سویا با نیترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت ٦ گرم در لیتر، درصد جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه را افزایش داد (Ahmadvand et al., 2012). اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم درصد جوانه زنی گیاه ذرت (Afkari, 2018) و تعداد گل در بوته گیاه همیشه‌بهار (Kaviani and Sedaghathoor, 2020)را نیز افزایش داد. هدف از انجام تحقیق، بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بذور با محلول های سولفات روی و نیترات پتاسیم بر خصوصیات جوانه‌زنی عدس رقم گچساران بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و برهم‌کنش آن با قطع آبیاری در مرحله گلدهی عدس (رقم گچساران)، دو آزمایش جداگانه در آزمایشگاه و در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی یاسوج اجرا شد. آزمایش نخست، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، شش غلظت از نیترات پتاسیم (۰/۱ ، ۰/۲ و ۰/۳) و سولفات روی (۰/۱ ، ۰/۲ و ۰/۳) و آب خالص و پنج سطح زمانی خیساندن در

آب به‌مدت ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ ساعت بود. آزمایش دوم در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات یاسوج با ارتفاع ۱۸۳٦ از سطح دریا و طول جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ٤٦ درجه و ۳۰ دقیقه در پاییز سال زراعی ۹٦- ۱۳۹۵ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی (تنش خشکی) در دو سطح شامل آبیاری کامل در تمام مراحل رشد گیاه و قطع آبیاری در مرحله گلدهی و فاکتور فرعی (پرایمینگ بذر) در چهار سطح شامل پرایمینگ با محلول سولفات روی، نیترات پتاسیم، آب خالص و عدم پرایمینگ بودند.

برای تعیین غلظت مناسب محلول‌ها و مدت زمان پرایمینگ، ابتدا بذور در آزمایشگاه با محلول سولفات روی ($ZnSO4.7H2O$) و نیترات پتاسیم ($KNO3$) تهیه شده از شرکت آرمان سبز آدینه با نام تجاری Van Iperen محصول کشور هلند هر کدام در سه غلظت ۰/۱ ، ۰/۲ و ۰/۳ درصد آغشته شده و در پنج زمان ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ ساعت، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در لابلای کاغذ صافی مرطوب شده با آب خالص خیسانده شدند. سپس بذور در دمای اتاق و در سایه به مدت ۷۲ ساعت خشک گردیدند. هوادهی و خشک کردن بذور تا حدی ادامه یافت که وزن آنها به وزن اولیه (قبل از اعمال تیمار پرایمینگ) رسید. از هر تیمار ۲۵ عدد بذر شمارش شده و درون پتری‌دیش بین دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. به هر پتری‌دیش حاوی بذر ۱۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر افزوده شده و پتری‌دیش به ژرمیناتور با رطوبت ٤۲ درصد و دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. برای کاهش تلفات آب ناشی از تبخیر محلول درون ظروف پتری‌دیش، اطراف هر ظرف به وسیله پارافیلم بسته شد و به منظور فراهم نمودن نفوذ هوای لازم برای جوانه‌زنی بذرها تعدادی منفذ کوچک در روی پارافیلم ایجاد شد. جهت اعمال تیمار هیدروپرایمینگ، بذور به مدت ۲٤ ساعت در تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد درون آب مقطر قرار داده شدند. معیار جوانه‌زنی بذرها خروج و رؤیت ریشه چه به اندازه دو میلی‌متر بود (ISTA., 2008). با مقایسه درصد جوانه‌زنی در بذور پرایم شده و پرایم نشده (شاهد) غلظت مطلوب هر محلول و مدت زمان مناسب پرایمینگ تعیین شد. براساس نتایج آزمایش مذکور، محلول‌های سولفات روی و نیترات پتاسیم به‌ترتیب با غلظت ۲٪ و ۳٪ درصد و مدت زمان پرایمینگ ٦ ساعت تعیین گردیدند (جدول ۲ و ۳).

پس از مشخص شدن غلظت‌های مناسب مواد پرایمینگ، بر مولفه های جوانه‌زنی در آزمایشگاه، به‌منظور بررسی اثر آنها در شرایط تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات با پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام گردید.

زمین محل اجرای پژوهش در اول مهرماه شخم و سپس دیسک زده شد و براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم به آن اضافه شد. کشت در ۱۵ آبان ماه در دو طرف پشته‌هایی به عرض ٦۰ سانتی‌متر با تراکم ۲۱۰ بوته در متر مربع انجام گرفت. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول ۳ متر بود. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری انجام شد، و پس از پایان بارندگی‌ها، از ۱۷ فروردین‌ماه آبیاری به فاصله هر ۷ روز یکبار انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز در طول فصل رشد وجین در دو مرحله و با دست انجام شد.

اعمال تنش خشکی هنگام شروع گلدهی (هشتم اردیبهشت ماه) در کرت‌های مربوطه به‌صورت قطع آبیاری به مدت سه هفته انجام شد. در انتهای فصل رشد (اول خردادماه)، جهت تعیین عملکرد با رعایت اثر حاشیه از هر واحد ۲ متر مربع (معادل چهار خط

کاشت) برداشت گردید. دو خط کناری از هر واحد آزمایشی و همچنین ۵۰ سانتی‌متر از دو انتهای هر ردیف کاشت به‌عنوان حاشیه لحاظ گردید. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.3 استفاده گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	ازت کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	اسیدیته کل	هدایت الکتریکی
۰-۳۰	٤٢	٣٦	٢٢	۰/۱۰	۰/۹٥٦	٤۰٥	۹/۷	۷/۲	۰/۷٦

برای محاسبه مدت زمان ۵۰ درصد سبز شدن از رابطه زیر استفاده گردید (Farooq et al., 2005).

$$E50 = ti + \frac{(N/2 - ni)(tj - ji)}{nj - ni}$$

ti: اولین روز پس از کاشت

N: تعداد کل بذور سبزشده در آخرین روز

tj : آخرین روز شمارش

ni : تعداد بذور سبزشده در شمارش اولیه

nj : تعداد تجمعی بذور سبزشده در پایان شمارش

برای محاسبه میانگین زمان سبزشدن از فرمول ارائه شده توسط الیس و همکاران (Ellis et al., 1981) استفاده شد.

$$MET = \frac{\sum nidi}{\sum ni}$$

ni و di، به‌ترتیب تعداد بذور سبزشده و تعداد روز سبزشدن در شمارش i ام

ضریب یکنواختی سبزشدن به روش بوولی و بلاک (Bewley and Black, 2013) و با استفاده از رابطه مقابل به دست آمد $CUE = \frac{\sum n}{\sum[(MET - t)^2 \times n]}$

t: تعداد روزهای پس از کاشت

n: تعداد بذور سبزشده در روز t

درصد نهایی ظهور گیاهچه Final Percent Seed Emergenc (FPSE)

از تقسیم درصد بذور سبز شده بر تعداد بذور کشت شده در یک خط کاشت محاسبه گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج این پژوهش تأثیر زمان، مواد پرایمینگ و همچنین اثر متقابل آن ها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس معنی‌دار شد (جدول ۲)، که با نتایج گو و همکاران (Guo et al., 2012) که گزارش داد ند پرایمینگ با نیترات پتاسیم برخی مؤلفه‌های جوانه‌زنی مانند سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی را افزایش و میانگین زمان جوانه‌زنی را کاهش داد، مطابقت دارد. اگرچه بسرا و همکاران (Basra et al., 2012) عنوان نمود ند که با افزایش پتانسیل اسمزی محلول‌های پرایمینگ با نمک نیترات پتاسیم بنیه گیاهچه و میزان جوانه‌زنی بذر برنج کاهش یافت که این امر ممکن است بر اثر ایجاد تنش و سمیت در محلول‌های مورد استفاده باشد.

علت تسریع در سرعت و درصد جوانه‌زنی را می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مانند الفا آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها نسبت داد (Shivankar et al., 2003). به نظر می‌رسد پرایمینگ با کوتاه کردن زمان بین جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در مزرعه سبب زودرسی و فرار از خشکی شده و مفید واقع می‌شود.

جدول ۲: تجزیه واریانس تأثیر پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس در آزمایش اول

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
تکرار	۲	۱/۵۱۷ ns	۰/۲۰۳ ns
زمان	٤	۱۷/٤۷۳**	۸۱/۲٦٤**
مواد پرایمینگ	٦	۸/۷۹۲*	۲۵/٤۰۸**
مواد پرایمینگ× زمان	۲٤	۹/۲۵۷*	۱۱/۰۷۵*
خطا	٦۸	۰/۲۰۱	۱/۲۳۸
ضریب تغییرات(٪)		٦/۹۱	۸/۳۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

برا ساس نتایج جدول ۳، تأثیر تیمار T3 (خیسانده شدن بذور به‌مدت ٦ ساعت) بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس در شرایط آزمایشگاهی، بهتر از سایر تیمارهای زمانی بود. به‌طوری که درصد جوانه‌زنی را نسبت به تیمار T1 (خیسانده شدن بذور به‌مدت ۲ ساعت) و تیمار T5 (خیسانده شدن بذور به‌مدت ۱۰ ساعت) به‌ترتیب به‌میزان ۳/٤۹ و ۲/٦۸ درصد افزایش داد. همچنین سرعت جوانه‌زنی را نسبت به تیمارهای مذکور به‌ترتیب به‌میزان ۱۳/۹۵ و ۱٦/۷۱ درصد افزایش داد.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر زمان و پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس در آزمایش اول

تیمارها	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
سطوح زمانی خیساندن در آب (ساعت)		
T1=۲	۸۹/٤۱ c	۱۸/۱۳ b
T2=٤	۹۰/۹۳ ab	۱٦/۸٦ c
T3=٦	۹۲/٦٤ a	۲۱/۰۷ a
T4=۸	۹۱/۰۹ ab	۲۰/۲٤ ab
T5=۱۰	۹۰/۱٦ b	۱۷/۵۵ bc
سطوح پرایمینگ		
$ZnSO_4$ ۰/۱%	۸۹/۳۸ c	۱۸/۵۸ b
$ZnSO_4$ ۰/۲%	۹۲/۱۸ a	۲۰/۸۱ a
$ZnSO_4$ 0.۰/۳%	۹۱/۵۱ ab	۱۹/۸٤ ab
$KNO_3$۰/۱%	۹۰/۵٦ b	۱۷/٦۷ bc
$KNO_3$۰/۲%	۹۲/۲۷ a	۱۹/۷۳ ab
$KNO_3$۰/۳%	۹۱/۱۱ ab	۱۸/٤۵ b
H_20	۹۰/۳۳ b	۱٦/۹۲ c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

اگرچه بین دو غلظت ۰/۲ و ۰/۳ درصد هر کدام از محلول‌های سولفات روی و نیترات پتاسیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، ولی بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس مربوط به این دو غلظت بود (جدول ۳). که با نتایج (Ruttanaruangboworn et al., 2017) در برنج که

اظهار داشتند پرایم بذر برنج با غلظت ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم سرعت و درصد جوانه‌زنی افزایش یافت مطابقت، و با نتایج (Saglam et al., 2010) که بیان کردند با هیدرو پرایمینگ میانگین جوانه‌زنی بذور عدس کاهش یافت مغایرت دارد. به‌نظر می‌رسد افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای آماده‌سازی بذر یا سولفات روی و نیترات پتاسیم به‌دلیل افزایش سرعت فعال سازی آنزیم‌های کربونیک انهیدراز، مالیک دهیدروژناز، گلوتامات دهیدروژناز، الکل دهیدروژناز و انبساط سلولی باشد (Fageria et al., 2017). اثر متقابل غلظت مواد و زمان پرایمینگ معنی‌دار شد.

مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پرایمینگ قرار گرفت (جدول ٤). مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم با میانگین۷/٦۰۷ روز، کاهش ۲۵/۷۹ و ۸/٦٤ درصدی مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن را به ترتیب نسبت به شاهد (عدم پرایمینگ) و هیدروپرایمینگ داشت (جدول ۵). همین‌طور هیدروپرایمینگ مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن را نسبت به شاهد به‌میزان ۸/٦۸ درصدکاهش داد.

کاهش مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن بذور گندم به‌میزان ۱۲/٤ درصد، در اثر هیدروپرایمینگ نیز گزارش شده است (Basra et al., 2003). فاروق و همکاران (Farooq et al., 2006) نیز اظهار داشتند که هیدروپرایمینگ بذور برنج به مدت ۲٤ ساعت، مدت زمان تا ۵۰ درصد سبزشدن را نسبت به عدم پرایمینگ ۱٤/۵۷ درصد کاهش داد. سبزشدن سریع‌تر بذور پرایم شده، می‌تواند به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده ذخایر بذری مانند آلفا آمیلاز و همچنین بهبود عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Heydecker and Coolbear, 1978).

جدول ٤: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی عدس در آزمایش اول

منابع تغییر	درجه آزادی	مدت زمان ۵۰ درصد سبزشدن	میانگین زمان سبزشدن	ضریب یکنواختی سبزشدن	درصد نهایی ظهور گیاهچه
تکرار	۲	۰/۰۹۱^{ns}	۰/۰۳٤^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۹/۳۱۷^{ns}
پرایمینگ	۳	۲/۲٦۹**	٦/۱٤۸**	۰/۱۲۱**	۱۱/٤٦۵**
خطا	۸	۰/۷۰۳	۰/۰۸٦	^{ns}۰/۰۰۳	۸/۱٦۵
ضریب تغییرات(٪)		٦/۷۹	۲/۰۵	۷/۰۹	۹/۵۱

ns ، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

میانگین زمان سبزشدن: نتایج نشان داد که میانگین زمان سبزشدن بذور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۵). پرایمینگ بذور باعث کاهش میانگین زمان سبزشدن‌گردید. تیمار پرایمینگ بذور با نیترات پتاسیم با میانگین ۱۱/۸۰۳ روز، کمترین و تیمار عدم پرایمینگ با میانگین ۱۳/۱۰۱ روز، بیش‌ترین زمان برای سبزشدن را به خود اختصاص دادند، به‌طوری که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم، کاهش ۹/۹۱ و ۷/۸۹ درصدی این صفت را به‌ترتیب نسبت به شاهد و هیدروپرایمینگ نشان داد. همچنین هیدروپرایمینگ میانگین زمان سبزشدن را نسبت به شاهد به‌میزان ۲/۹۱ در صدکاهش داد (جدول ۵). کاهش ۸/۵٤ درصدی میانگین زمان سبزشدن به‌واسطه

هیدروپرایمینگ نسبت به عدم پرایمینگ در گندم نیز گزارش شده است (Basra et al., 2003). همچنین علت تسریع سبزشدن بذور برنج، پس از هیدروپرایمینگ را افزایش تقسیم سلولی در راس ریشه دانسته‌اند (Basra et al., 2005).

ضریب یکنواختی سبز شدن: تأثیر پرایمینگ بذور بر ضریب یکنواختی سبز شدن نیز معنی‌دار شد (جدول ٤). اگرچه مقایسه میانگین نشان داد که همه تیمارهای پرایمینگ این صفت را نسبت به عدم پرایمینگ بذر افزایش دادند (جدول ۵)، ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر مشاهده نشد. تیمارهای پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم، سولفات روی و هیدروپرایمینگ ضریب یکنواختی سبزشدن را نسبت به عدم پرایمینگ به‌ترتیب ۲۸ ، ۲۳ و ۱۷ درصد افزایش دادند. (جدول ۵). فاروق و همکاران (Farooq et al., 2008) نیز گزارش دادند که هیدروپرایمینگ بذورگندم نسبت به عدم پرایمینگ ضریب یکنواختی سبز شدن را ٢٤ در صد افزایش داد. براساس گزارش رز (Rowse, 1995)، شتاب بیشتر در متابولیسم بذور پرایم شده باعث جوانه‌زنی بیشتر و کاهش غیریکنواختی فیزیولوژیکی و ذاتی جوانه‌زنی می‌شود.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر صفات سبزشدن عدس آزمایش اول

تیمارها	مدت زمان ۵۰ درصد سبزشدن	میانگین زمان سبزشدن	ضریب یکنواختی سبزشدن	درصد نهایی ظهور گیاهچه
عدم پرایمینگ	۱۰/۲۵۱ a	۱۳/۱۰۱ a	۰/۰۸۹ b	۸۷/۲ a
هیدروپرایمینگ	۹/۳٦۵ b	۱۲/۷۲۸b	۰/۱۰۵a	۸۲/۷ a
نیترات پتاسیم	۷/۷۰٦c	۱۱/۸۰۳c	۰/۱۱٤a	۸۵/۱ a
سولفات روی	۸/٤۵۹ bc	۱۲/٦۱۳b	۰/۱۱۰a	۸۳/۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که نه تنها نوع پرایمینگ بلکه مدت زمان آن بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی مؤثر بود. خصوصیات جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی کاهش یافت و پرایمنگ بذر با آب، نیترات پتاسیم و سولفات روی شاخص‌های بذری را در تیمارهای تنش خشکی بهبود بخشید. کاربرد تیمار پرایمینگ ممکن است از طریق ترمیم دیواره سلولی بذر و پروتئین‌های ضروری دخیل در جوانه‌زنی و افزایش فعالیت آنزیم های مؤثر در تنش خشکی موجب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، پرایمینگ بذر با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ درصد به‌ترتیب با نیترات پتاسیم و سولفات روی و خیسانده شدن بذور به‌مدت ٦ ساعت مناسب‌ترین تیمار در راستای بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی عدس معرفی می‌شود.

References

Afkari, A. 2018. Effect of osmo and hydro-periming on germination characteristics and seedling growth of corn under drought stress condition. Journal of Seed Research. 7(4): 35-45.

Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition (2th Ed.). Published by IZA and IFA. Brussels, Belgium and Paris. France. 139.

Asgarian, M. 1998. Morphology, Agronomy of Lentil. Seed and plant improvement Institute of Karaj. Legumes part. Karaj. (In Persian with English Summary).

Basra, S.M.A., Farooq, M. and Khaliq, A. 2003. Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Life and Social Sciences. 1(1):.21-25.

Basra, S.M.A., Pannu, I.A. and Afzal, I.R.F.A.N. 2005. Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int. J. Agric. Biol*. 5(2):121-123.

Bewley, J.D. and Black, M. 2013. Seeds: physiology of development and germination. Springer Science & Business Media.

Brennan, R.F., Bolland, M.D.A. and Siddique, K.H.M. 2001. Responses of cool-season grain legumes and wheat to soil-applied zinc. Journal of Plant Nutrition. 24(5): 727-741.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? Plant and soil. 30(1): 1-17.

Copeland, L.O. and McDonald, M.F. 2012. Principles of seed science and technology. Springer Science & Business Media.

Dadrasi, V.A. and Aboutalebian, M.A. 2015. Effect of seed priming on morphological traits, seed protein and water use efficiency of two mid maturing maize hybrids in farm conditions. Applied Field Crops Research. 28(107):.82-90.

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology (Netherlands).

Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 2017. Mineral nutrition of field crops. Growth and CRC Press.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N. and Hafeez, K. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. Journal of Integrative Plant Biology. 47(2): pp.187-193.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Khalid, M., Tabassum, R. and Mahmood, T. 2006. Nutrient homeostasis, metabolism of reserves, and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. Botany. 84(8):.1196-1202.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Rehman, H. and Saleem, B.A. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science. 194(1):.55-60.

Guo, S.J., Wang, Y.C. and Wang, W.S. 2012. Effects of priming treatments on germination and biochemical characteristics of Pinus bungeana seeds. Forestry Studies in China. 14(3):.200-204.

Gupta, A., Dadlani, M., Arun Kumar, M.B., Roy, M., Naseem, M., Choudhary, V.K. and Maiti, R.K. 2008. Seed Priming: the aftermath. International Journal of Agricultural Environment and Biotechnolgy, 1:.199-209.

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution—A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Research. 102(2):.119-127.

Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatment for improved performance survey and attempted prognosis. Seed Science and Technology. 5: 353-427.

Hoseini, J., and Nasiri Mahallati, M. 2006. Effect of seed pretreatment on germination of lentil genotypes. Iranian Journal of Agricultural Research. 4: 35-47. (In Persian).

International Seed Testing Association. 2010. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. 24:155-202.

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2002. Effect of osmo-and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant growth regulation. 7(1): 17-22.

Kaviani and Sedaghathoor. 2020. Effect of osmopriming, hydropriming and salinity stress treatments on germination seeds and some morphological and physiological features of marigolds Journal of Seed Research. 10(34): 61-71.

Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y. and Kolsarıcı, Ö, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European journal of agronomy. 24(4):.291-295.

Malekzade, S., Fallah, S. and Azari, A. 2017. The role of zinc sulfate and potassium nitrate on seed germination parameters improvement of Black Cumin *(Nigella sativa)* medicinal plant. Journal of Plant Production Technology. 8(2): 135–151. (In Persian with English Summary).

Manig, P.C., Ghosh, J., Virk, D.S. and Prasad, S. C. 2007. Effect of Seed Priming on germination, growth and yield of horsegram cultivars Journal of Arid Legumes. 4:56-58.

Nazari, S., Aboutalbian, M.A. and Golzardi, F.A.R.I.D. 2016. Investigation of hydropriming and osmopriming with ZnSo4 effects on characteristics germination of three winter rapeseed cultivars. Iranian Journal of Seed Research. 3(1): 39-58. (In Persian)

Pereira, E.G., Amaral, M.B., Bucher, C.A., Santos, L.A., Fernandes, M.S. and Rossetto, C.A.V., 2021. Proline osmopriming improves the root architecture, nitrogen content and growth of rice seedlings. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 33, p.101998.

Rowse, H. R. 1996. Drum priming - A non-osmotic method of priming seeds. Seed Science and Technology. 24: 281-294.

Ruttanaruangboworn, A., Chanprasert, W., Tobunluepop, P. and Onwimol, D. 2017. Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Integrative Agriculture. 16(3): 605-613.

Safikhani, M. 2002. Gachsaran, the introduced lentil cultivar for tropical and cold of Iran. Articles abstract 7th Agrobreed. Iran. Karaj.

Saglam, S., Sibel, D.A.Y., Gamze, K.A.Y.A. and Gürbüz, A. 2010. Hydropriming increases germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under water stress. Notulae Scientia Biologicae, 2(2):.103-106.

Shivankar, R.S., Deore, D.B., and Zode, N.G. 2003. Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of sunflower. Journal of Oilseeds Research. 20: 299-300.

Toklu, F. 2015. Effects of different priming treatments on seed germination properties, yield components and grain yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 43(1):.153-158.

Umair, A., Ali, S., Bashir, K. and Hussain, S. 2010. Evaluation of different seed priming techniques in mung bean (*Vigna radiata*). Soil and Environment. 29(2):.181-186.

Xu, L.H., Wang, W.Y., Guo, J.J., Qin, J., Shi, D.Q., Li, Y.L. and Xu, J. 2014. Zinc improves salt tolerance by increasing reactive oxygen species scavenging and reducing Na+ accumulation in wheat seedlings. Biologia Plantarum. 58(4): 751-757.

Yari, L., M. Aghaalikhani. and F. Khazaei. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 5(1):1-6.

Yan, M. 2010. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. South African Journal of Botany. 99: 88–92.