# اثر پرایمینگ بذور با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و کیفیت فیزیولوژیک بذر و گیاهچه عدس (*Lens culinaris* L.)

محسن آذرنیا [۱]، عباس بیابانی [۲،*]، حمیدرضا عیسوند [۳]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری [۴]، سعید صفی‌خانی [۵]

[۵،۱] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس
[۴،۲] دانشیار و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس
[۳] دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان
[*]پست الکترونیک نویسنده مسئول: abbas.biabani@wsu.edu

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶)

**چکیده**

**پرایمینگ بذر به‌عنوان یک راهکار مهم جهت افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، افزایش کیفیت گیاهچه‌های تولیدی و استقرار مطلوب گیاه مطرح است. به‌منظور ارزیابی عکس‌العمل بذر عدس به مدت زمان پرایمینگ و غلظت مواد به‌کاررفته در پرایمینگ، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس اجرا شد. فاکتورها شامل مدت زمان پرایمینگ (۴، ۸ و ۱۲ ساعت) و غلظت‌های مختلف پرایمینگ (هیدروپرایمینگ، پرایمینگ هورمونی با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام هورمون‌های اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک و بذور پرایم نشده) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل مدت زمان و غلظت پرایمینگ بر تمامی صفات مورد مطالعه به‌استثنای صفات بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. کمترین زمان تا ۵، ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۲/۷۲، ۵/۴۳ و ۱۸/۱۷ ساعت) از تیمار هیدروپرایمینگ در مدت زمان ۱۲ ساعت پرایمینگ به‌دست آمد. بیشترین وزن‌تر ریشه‌چه از تیمار هیدروپرایمینگ در هر سه مدت زمان بود. بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۲/۱۴ گیاهچه در روز) از تیمار جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت به‌دست آمد. بیشترین درصد جوانه‌زنی نیز از تیمار جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. در این مطالعه بیشترین طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و سرعت رشد نسبی مربوط به تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت پرایمینگ بود. به‌طور کلی، تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام اثر افزایشی بر اغلب صفات مورد اندازه‌گیری عدس داشت؛ بنابراین می‌توان به‌عنوان بهترین ترکیب تیماری در مطالعه حاضر معرفی شود.**

**واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، پرایمینگ، جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی**

**مقدمه**

عدس[1] با میزان پروتئین تقریبی ۲۸ درصد، از حبوبات عمده است که در مناطق مختلف ایران، به‌خصوص مناطق خشک و نیمه‌خشک که بارش باران کم و یا متغیر است کشت می‌شود. در این مناطق تنش‌های غیرزنده همچون تنش خشکی اول یا آخر فصل و تنش شوری به‌تنهایی و یا با هم بر جوانه‌زنی، سبز شدن، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد تأثیر منفی زیادی بر جای می‌گذارند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه دو مرحله بسیار مهم و

[1] *Lens culinaris* L.

حساس در چرخه زندگی گیاه محسوب می‌شوند و تعیین‌کننده تراکم، یکنواختی و عملکرد نهایی محصول می‌باشد (چنگ و بردفورد[1]، ۱۹۹۹). در مناطق خشک و نیمه‌خشک و به‌خصوص در کشت دیم، آب مورد نیاز برای جوانه‌زنی فقط در مدت زمان محدودی در دسترس است؛ در نتیجه موفقیت استقرار گیاه نه‌تنها به‌سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذر بستگی دارد بلکه به توانایی جوانه‌زنی بذور در شرایط کمبود آب نیز بستگی دارد (فیشر و تورنر[2]، ۱۹۷۸)؛ بنابراین اگر اثر تنش در مرحله جوانه‌زنی کم باشد شانس موفقیت زیاد است و یک گیاه با عملکرد اقتصادی مطلوب تولید می‌شود (اشرف و رئوف[3]، ۲۰۰۱). نتایج محققان حاکی از این است که افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی اهمیت زیادی در بهبود استقرار و عملکرد گیاهان زراعی دارد. یکی از راه‌حل‌های مناسب جهت افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، کیفیت گیاهچه‌های تولیدی و در نهایت رشد و عملکرد گیاهان زراعی در محیط‌هایی با وجود تنش، پرایمینگ می‌باشد. پرایمینگ یک راه‌حل ساده و مفید جهت غلبه بر تنش‌های محیطی است که سبب افزایش رشد گیاهچه، افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و عملکرد گیاه می‌شود (تیلور و هارمن[4]، ۱۹۹۰). پرایمینگ، قرار دادن بذر در یک محلول با پتانسیل آبی مشخص جهت جذب آب و انجام بعضی از مراحل جوانه‌زنی قبل از کاشت می‌باشد (مک دونالد[5]، ۲۰۰۰). پرایمینگ می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، افزایش تحمل گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی، گلدهی زودتر و افزایش کمی و کیفی عملکرد شود (مک‌دونالد، ۲۰۰۰؛ آذرنیا و عیسوند، ۱۳۹۲ ب). در روش پرایمینگ می‌توان از هورمون‌های گیاهی همچون اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک استفاده کرد. اسید سالیسیلیک، قابل‌حل در آب و یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی است و ازجمله هورمون‌های گیاهی به شمار می‌رود (رعفت و رادوان[6]، ۲۰۱۱). این هورمون، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از قبیل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت مورد نظر، گونه گیاه، دوره رشدی و شرایط محیطی ایفا می‌کند (اقبال و اشرف[7]، ۲۰۰۶). این ماده همچنین به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (سناراتنا[8] و همکاران، ۲۰۰۰). اسید جیبرلیک یکی از مهم‌ترین جیبرلین‌ها می‌باشد که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان نظیر فعالیت تقسیم سلولی مناطق مریستم، افزایش طولی سلول‌ها (خوشخوی و همکاران، ۱۳۷۷)، افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، افزایش رشد گیاهچه‌ای در شرایط مزرعه (عیسوند و همکاران، ۱۳۹۰)، زودرسی، گلدهی و عملکرد دخالت دارد (کوئر[9] (کوئر[9] و همکاران، ۲۰۰۵). اثرات مفید پرایمینگ در گیاهان زراعی زیادی همچون هویج (عیسوند[10] و همکاران، ۲۰۱۵)، آفتابگردان (کایا[11] و همکاران، ۲۰۰۶)، گندم (اقبال و اشرف، ۲۰۰۶)، لوبیا چیتی (عیسوند و همکاران، ۲۰۱۵)، عدس (قاسمی‌گلعذانی[12] و همکاران، ۲۰۰۸ الف و ب) و نخود زراعی (آذرنیا و عیسوند، ۱۳۹۲ الف) به اثبات رسیده است.

به گزارش فائو[13] (۲۰۱۳) متوسط عملکرد عدس در ایران (۶۰۸ کیلوگرم در هکتار) از متوسط جهانی (۱۱۳۹ کیلوگرم در هکتار) خیلی کمتر است که بخشی از این امر ناشی از کیفیت پایین گیاهچه‌های تولیدی، ظرفیت پایین جوانه‌زنی و سبز شدن، تنش‌های زنده و غیرزنده و استقرار نامطلوب گیاهچه، می‌باشد که به‌ناچار باید به دنبال راهی برای ارتقاء این مؤلفه‌ها باشیم. ازجمله راه‌های بهبود کیفیت فیزیولوژیک بذر و گیاهچه، پرایمینگ بذر عدس می‌باشد؛ بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی اثر پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک و اسید

[1] Cheng and Bradford
[2] Fischer and Turner
[3] Ashraf and Rauf
[4] Taylor and Harman
[5] McDonald
[6] Raafat and Radwan
[7] Iqbal and Ashraf
[8] Senaratna
[9] Kaur
[10] Eisvand
[11] Kaya
[12] Ghassemi-Golezani
[13] FAO

سالیسیلیک در غلظت و مدت زمان‌های متفاوت بر بهبود کیفیت فیزیولوژیک بذر و گیاهچه عدس انجام شد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه‌های زراعت و فیزیولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. عامل اول شامل مدت زمان پرایمینگ در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ ساعت و عامل دوم ترکیب و غلظت پرایمینگ شامل پرایمینگ با هورمون‌های اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام، هیدروپرایمینگ با آب مقطر و بذور خشک (پرایم نشده) نیز به‌عنوان شاهد استفاده شد. بذرهای عدس رقم کیمیا قبل از اعمال تیمارهای پرایمینگ، با محلول دو درصد هیپوکلریت سدیم به مدت دو دقیقه ضدعفونی، سپس کاملاً با آب مقطر شسته شده و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت زمان و غلظت مورد نظر در آزمایشگاه پرایم شدند. از پمپ آکواریوم و سنگ هوا به‌منظور تأمین اکسیژن طی فرایند پرایمینگ استفاده شد. بذرها پس از خارج شدن از محلول‌های پرایمینگ، در دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد (کنترل دما با استفاده از اسپلیت و دماسنج انجام شد) به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به رطوبت اولیه خشک شدند. سپس ۳۰ عدد بذر درون هر پتری‌دیش شیشه‌ای ضدعفونی‌شده و با قطر ۹ سانتی‌متر کشت شدند و پس از این مرحله پتری‌دیش‌های حاوی بذور به دستگاه ژرمیناتور منتقل و تحت دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و به مدت ۱۰ روز به‌صورت روزانه بازدید شدند (کوئر و همکاران، ۲۰۰۵).

سرعت و درصد جوانه‌زنی (مطابق روابط ۱ و ۲)، یکنواختی جوانه‌زنی[1] (GU)، زمان تا ۵ درصد جوانه‌زنی جوانه‌زنی (D05)، زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (D10)، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D50)، زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی (D90)، زمان تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی (D95) از طریق برنامه Germin به‌صورت درون‌یابی[2] منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان (سلطانی و مداح، ۱۳۸۹)، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه بذر از طریق داده‌های به‌دست‌آمده و با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

رابطه (۱): سرعت جوانه‌زدن $GR = \sum(n/t)$

n = تعداد بذرهایی که جدیداً در زمان t جوانه‌زده

t = تعداد روز بعد از کشت بذور (مگویری[3]، ۱۹۶۲)

رابطه (۲): شاخص بنیه بذر[4]: (اگروال[5]، ۲۰۰۴).

شاخص بنیه بذر= درصد جوانه‌زنی × میانگین طول گیاهچه/۱۰۰

رابطه (۳): سرعت متوسط رشد محصول[6]

$$SGR = (W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)$$

SGR = سرعت متوسط رشد گیاهچه (میلی‌گرم بر گیاهچه در روز)، $W_1$ = وزن خشک گیاهچه در نمونه‌برداری اول (روز چهارم)؛ $W_2$ = وزن خشک گیاهچه در نمونه‌برداری دوم (روز دهم)، $T_1$ و $T_2$ به ترتیب زمان اول و دوم نمونه‌برداری برای SGR و RGR بودند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸).

رابطه (۵): سرعت متوسط رشد نسبی[7]

$$RGR = (LnW2 - LnW1)/\Delta T$$

$\Delta T$: فاصله زمانی دو نمونه‌برداری متوالی، RGR سرعت متوسط رشد نسبی (میلی‌گرم بر میلی‌گرم وزن خشک در روز).

داده‌ها توسط نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### حداکثر جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی

اثر تیمار غلظت پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی و همچنین اثرات مدت زمان و غلظت پرایمینگ و اثر

[1] Germination uniformity

[2] Interpolation
[4] Maguire
[4] Seed Vigor indext
[5] Agrawal
[7] Seedling Growth Rate
[7] Seedling Relative and Growth Rate

متقابل آن‌ها بر حداکثر جوانه‌زنی ($G_{max}$) در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام بود که با تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام و اسید سالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین درصد جوانه‌زنی نیز از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۲). نتایج نشان داد در مدت زمان چهار ساعت پرایمینگ؛ بیشترین بذر جوانه‌زده از تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. کمترین بذر جوانه‌زده در این سطح از تیمار شاهد به دست آمد. در سطوح ۸ و ۱۲ ساعت؛ بیشترین بذر جوانه‌زده از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام و کمترین آن در هر دو مدت زمان از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۳). طی پرایمینگ جنین تحریک‌شده و آندوسپرم متراکم می‌شود (لیپتی و ظریف[1]، ۱۹۹۳). فشار ناشی از توسعه جنین و فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در دیواره‌های سلول آندوسپرم در طی از دست دادن آب ممکن است سبب تغییر در شکل بافت‌ها شود (لین[2] و همکاران، ۱۹۹۳)؛ که این منجر به تولید فضای آزاد و تسهیل در امر جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه می‌شود (قاسمی‌گلعذانی و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی مطابق گزارش روحی[3] و همکاران (۲۰۱۲) افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و افزایش فعالیت آنزیمی و هضم احتمالاً وابستگی زیادی به فعالیت هورمون جیبرلین دارد به‌طوری که در آزمایش حاضر نیز مشاهده شد با کاربرد هر دو هورمون بخصوص اسید جیبرلیک جوانه‌زنی بهبود یافت. قاسمی گلعذانی[4] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که بیشترین درصد جوانه‌زنی ارقام ماش از تیمار ۷ ساعت طول مدت پرایمینگ به‌دست آمد که با ۱۴ ساعت پرایمینگ تفاوت معنی‌داری نداشت. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (آزادی و همکاران، ۱۳۹۳؛ بحرانی و پوررضا[5]، ۲۰۱۲؛ کایا و همکاران، ۲۰۰۶؛ قاسمی‌گلعذانی و همکاران، ۲۰۰۸ ب؛ اشرف و رئوف، ۲۰۰۱). در مطالعه دیگری نیز محققان گزارش نمودند که اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی بذور سورگوم تحت شرایط تنش‌های زیستی (خشکی و شوری) را افزایش می‌دهد-(شارما[6] و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج حاضر با نتایج محققان مذکور همخوانی داشت.

**زمان تا جوانه‌زنی**

($D_{05}$، $D_{10}$، $D_{50}$، $D_{90}$ و $D_{95}$): اثر مدت زمان و غلظت پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها بر صفات مذکور معنی‌دار بود (جدول ۱). در مدت زمان چهار ساعت؛ کمترین $D_{05}$، $D_{10}$، $D_{50}$ از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام بود، درحالی‌که کمترین $D_{90}$ و $D_{95}$ از تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. در مدت زمان ۸ ساعت؛ کمترین $D_{05}$ از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد، اما کمترین $D_{10}$، $D_{50}$، $D_{90}$ و $D_{95}$ از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. در مدت زمان ۱۲ ساعت؛ کمترین $D_{05}$، $D_{10}$ و $D_{50}$ از تیمار هیدروپرایمینگ و کمترین $D_{90}$ و $D_{95}$ از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام بود.

[1] Liptay and Zariffa
[2] Lin
[3] Rouhi
[4] Ghassemi-Golezani
[5] Bahrani and Pourreza
[6] Sharma

**جدول ۱-** تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر عدس

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | GMAX | GU | $D_{05}$ | $D_{10}$ | $D_{50}$ | $D_{90}$ | $D_{95}$ | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه |
| مدت پرایمینگ | ۲ | ۱/۱۵ ns | ۲۵۲۵/۶۹** | ۴۴۲/۳۸** | ۹۶۷/۵** | ۲۰۵۰/۷** | ۶۱۴/۹** | ۸۳۲/۴** | ۰/۱۳ns | ۰/۴۴** |
| غلظت پرایمینگ | ۷ | ۲۴/۹۷** | ۳۲/۱۸** | ۸۹۸/۸۸** | ۱۰۵۵/۹** | ۱۳۷۳/۸** | ۱۰۰۸/۸** | ۹۶۵/۵** | ۰/۷۷ ** | ۴/۹۰** |
| اثر متقابل عوامل | ۱۴ | ۳/۳۴* | ۱۸۹/۰۴** | ۱۵۱/۳** | ۱۵۱/۹** | ۱۳۱/۶** | ۹۵/۳۶** | ۱۸۰/۲** | ۰/۳۵** | ۰/۱۱** |
| اشتباه آزمایشی | ۴۸ | ۱/۷۸ | ۶/۱۰ | ۲/۲۶ | ۲/۳۴ | ۵/۱۳ | ۴/۱ | ۶/۵ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴۵ |
| درصد تغییرات | - | ۴/۷۵ | ۵/۷ | ۸/۱ | ۶/۴۸ | ۵/۰۵ | ۲/۹۳ | ۳/۴ | ۸/۲۱ | ۷/۳۷ |

*، ** و ns به ترتیب مبین معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیر معنی‌دار می‌باشد

**ادامه جدول ۱-**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد ریشه فرعی | وزن‌تر ریشه‌چه | وزن‌تر ساقه‌چه | وزن خشک ریشه | وزن خشک ساقه‌چه | سرعت جوانه‌زنی | درصد جوانه‌زنی | بنیه بذر | سرعت رشد گیاهچه | سرعت رشد نسبی |
| مدت پرایمینگ | ۲ | ۳/۷۳** | ۰/۳۶** | ۰/۰۲۵ns | ۰/۰۰۷۷** | ۰/۱۳** | ۲۵/۴۹** | ۴/۷۷ns | ۳۶/۱۱۸** | ۰/۰۲۶** | ۰/۰۰۵۳** |
| غلظت پرایمینگ | ۷ | ۵/۹۸** | ۲/۲۳** | ۰/۵۴* | ۰/۰۹۴** | ۰/۰۵۶* | ۱۵/۳۰** | ۶۱/۲۶** | ۴۴۸/۹۹** | ۰/۰۹۸** | ۰/۰۱۴۸** |
| اثر متقابل عوامل | ۱۴ | ۲/۲۱** | ۰/۲۵** | ۰/۶۵۵** | ۰/۱۲۹** | ۰/۰۲۷۹ns | ۲/۰۱** | ۱۵/۳۰۰ns | ۹/۵۰۰ns | ۰/۱۶۰** | ۰/۰۵۱۰** |
| اشتباه آزمایشی | ۴۸ | ۰/۲۸۹ | ۰/۰۳۹ | ۰/۲۴ | ۰/۰۱۶۳ | ۰/۰۲۵۹ | ۰/۲۵ | ۱۰/۹۴ | ۶/۰۲۸ | ۰/۰۱۷۶ | ۰/۰۰۷۶ |
| ضریب تغییرات (٪) | - | ۹/۹۳ | ۸/۹۶ | ۶/۵۰ | ۹/۰۲ | ۸/۷۵ | ۵/۵۰ | ۳/۴۷ | ۸/۸۴ | ۶/۶۷ | ۸/۸۷ |

*، ** و ns به ترتیب مبین معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیر معنی‌دار می‌باشد.

در کل آزمایش تیمار شاهد بیشترین زمان تا ۵، ۱۰، ۵۰، ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی را داشت و تیمارهای مختلف پرایمینگ بخصوص هیدروپرایمینگ و اسید جیبرلیک در غلظت‌های پایین کمترین زمان تا جوانه‌زنی را داشتند (جدول ۳).

## یکنواختی جوانه‌زنی

اثرات مدت زمان و غلظت‌های مختلف و اثرات متقابل عوامل بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر عدس در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در مدت زمان چهار ساعت پرایمینگ؛ بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام و کمترین آن از تیمار شاهد مشاهده شد. در مدت زمان ۸ ساعت تیمار بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ پی‌پی‌ام و کمترین آن از تیمار شاهد بود. در مدت زمان ۱۲ ساعت پرایمینگ، اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی را داشت و کمترین

**جدول ۲**- مقایسه میانگین برخی صفات فیزیولوژیکی عدس تحت تیمار غلظت‌های پرایمینگ

| تیمارهای پرایمینگ | وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) | بنیه بذر | درصد جوانه‌زنی |
|---|---|---|---|
| $SA_{50ppm}$ | ۱/۸۱ b | ۲۰/۸۸d | ۹۷/۷ab |
| $SA_{100\ ppm}$ | ۱/۷۴ b | ۲۹/۱۶ b | ۹۵/۶a-c |
| $SA_{150\ ppm}$ | ۱/۸۲b | ۲۴/۹۲ c | ۹۳/۳c-e |
| Hydroprim | ۱/۷۸ b | ۲۷/۱۶ bc | ۹۴/۸cd |
| $GA_{50\ ppm}$ | ۱/۸۴ ab | ۳۵/۰۸ a | ۹۸/۱۵a |
| $GA_{100\ ppm}$ | ۲a | ۳۵/۲۲ a | ۹۸ab |
| $GA_{150\ ppm}$ | ۱/۹۰ ab | ۳۵/۲۴ a | ۹۱/۸de |
| Control | ۱/۷۶۸b | ۲۷/۷۷ b | ۹۱/۳e |
| LSD (5%) | ۰/۱۶۱ | ۲/۵۹ | ۳/۲۲ |

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

یکنواختی جوانه‌زنی از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). محققان گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک سبب بهبود جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار مطلوب بذر گیاهان می‌شود (انصاری و شریف‌زاده[1]، ۲۰۱۲؛ پتاده[2] و همکاران، ۲۰۱۱؛ فوتی[3] و همکاران، ۲۰۰۸).

از آنجا که یکنواخت جوانه‌زدن در عملکرد نهایی به‌خصوص ازلحاظ کیفیت دانه‌های برداشت‌شده و رسیدگی هم‌زمان خیلی مؤثر است، لذا به نظر می‌رسد هر تیماری که این مؤلفه را کنترل کند سهم به‌سزایی در تولید دانه‌های یکدست و هم‌شکل و با کیفیت داشته باشد.

## سرعت جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که مدت زمان پرایمینگ، غلظت پرایمینگ و اثر متقابل عوامل اثرات مثبت معنی‌داری ($P\leq0.01$) بر سرعت جوانه‌زنی بذر عدس داشت (جدول ۱). بیشترین سرعت جوانه‌زنی از تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت و کمترین آن از تیمار شاهد در مدت زمان چهار ساعت به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد غلظت بالای هر دو هورمون در مدت زمان چهار ساعت مفیدتر بوده است، ولی با افزایش طول مدت زمان پرایمینگ اثر معکوسی بر سرعت جوانه‌زنی عدس داشت. در این رابطه نیز محققان دیگری گزارش نموده‌اند که منحنی عکس‌العمل گیاه به همه هورمون‌های شناخته شده زنگوله‌ای شکل می‌باشد؛ یعنی در غلظت‌های پایین اثر تحریک‌کنندگی داشته و به حداکثر خود می‌رسد و در غلظت‌های بالاتر از آن، اثر بازدارندگی خواهد داشت (آرتکا[4]، ۱۹۹۵). بحرانی و پوررضا (۲۰۱۲) نیز گزارش گزارش نمودند که پرایمینگ بذر گندم با اسید جیبرلیک سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی آن شد. قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند بیشترین سرعت جوانه‌زنی ارقام ماش از تیمار ۷ ساعت طول مدت پرایمینگ بود که با ۱۴ ساعت پرایمینگ تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی با اسید آبسیزیک با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام در شرایط نرمال سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر نخود شد ولی در شرایط دیم، پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی شد. عیسوند و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه دیگری نیز گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ (با اسید جیبرلیک و سالیسیلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام) سرعت جوانه‌زنی بذر هویج را افزایش داد. طباطبایی[5] (۲۰۱۴) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر گندم شد. در یک مطالعه محققان گزارش کردند که اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی بذور سورگوم تحت شرایط تنش‌های زیستی (خشکی و شوری) را افزایش داد (شارما و همکاران، ۲۰۰۴).

[1] Ansari and Sharif-Zadeh
[2] Patade
[3] Foti
[4] Arteca
[5] Tabatabaei

**شاخص بنیه بذر**

اثر اصلی مدت زمان و غلظت پرایمینگ در سطح یک درصد بر بنیه بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). مؤثرترین طول مدت پرایمینگ جهت افزایش بنیه بذر ۱۲ ساعت پرایمینگ بود؛ بین مدت زمان ۴ و ۸ ساعت پرایمینگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). بیشترین بنیه بذر در تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد که ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک مشاهده نگردید؛ و کمترین آن نیز در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۲). عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در شرایط دیم و آبی بنیه بذر نخود را افزایش داد. همچنین محمدی و شکاری[1] (۲۰۱۵) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر عدس (هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک) سبب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر عدس شد. محققان دیگری نیز گزارش نمودند که پرایمینگ بذر در شرایط تنش رشد گیاهچه و بنیه بذر را افزایش داد (یاگمور و کیدان[2]، ۲۰۰۸؛ فوتی و همکاران، ۲۰۰۸). از آنجا که بنیه بذر از دو صفت درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه به دست می‌آید و هر تیماری که این دو مؤلفه را افزایش دهد بنیه بذر را نیز افزایش می‌دهد و از این رو اسید جیبرلیک ۱۵۰ پی‌پی‌ام طویل‌ترین ساقه را تولید نمود و از این طریق بنیه بذر را افزایش داد و در کل نتایج حاضر با نتایج محققان اخیر همسو بود.

**طول ساقه‌چه و ریشه‌چه**

نتایج این آزمایش نشان داد که مدت زمان پرایمینگ، غلظت پرایمینگ و اثر متقابل عوامل تأثیر معنی‌داری ($P\leq 0.01$) بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه داشت (جدول ۱). بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب از تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت و تیمار اسید جیبرلیک ۱۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت به دست آمد و همچنین کمترین طول ریشه‌چه از دو تیمار شاهد و اسید جیبرلیک ۱۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت و کوتاه‌ترین ساقه‌چه نیز از تیمار شاهد در مدت زمان‌های ۸ و ۱۲ ساعت حاصل شد. (جدول ۳). رعفت و رادوان (۲۰۱۱) گزارش نمودند که مدت زمان پرایمینگ بر طول گیاهچه نخود تأثیر نداشت؛ اما تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه از تیمار ۶ ساعت پرایمینگ بود البته با تیمار ۸ ساعت و چهار ساعت اختلاف معنی‌داری نداشت. دلیل افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ممکن است به‌خاطر افزایش طول میانگره‌ها باشد که در این رابطه خوشخوی و همکاران (۱۳۷۷) گزارش نمودند که یکی از مهم‌ترین اثرات جیبرلین افزایش طول ساقه از طریق افزایش طول میانگره‌ها می‌باشد. محمدی و شکاری (۲۰۱۵) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر عدس (هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک) سبب افزایش طول ساقه و ریشه عدس شد. از طرف دیگر آگاه و نبوی کلات (۱۳۹۲) گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ بذر نسبت به شاهد و اسموپرایمینگ طول ساقه و ریشه عدس را افزایش داد. بسرا[3] و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی که بر روی تقویت بذر برنج با پرایمینگ هورمونی انجام دادند، بیان کردند که پرایمینگ بذر برنج با اسید سالیسیلیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه آن شد. قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ بذر، طول ساقه و ریشه عدس را افزایش داد. محققان دیگری نیز گزارش کردند که هیدروپرایمینگ (به مدت ۲۴ ساعت) و اسموپرایمینگ (با مانیتول ۴ درصد) در بذر نخود باعث طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش وزن خشک و وزن‌تر گیاهچه در مقایسه با بذور پرایم نشده، شد (کوئر و همکاران، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵). از آنجا که سایر صفات مربوط به ریشه به‌طور عمده متأثر از طول مجموع ریشه‌ها است؛ بنابراین، این صفت می‌تواند به‌عنوان یک معیار مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد (گوپتا[4] و همکاران،

[1] Mohammadi and Shekari
[2] Yagmur and Kaydan
[3] Basra
[4] Gupta

۱۹۹۵). پس هر تیماری که این مؤلفه را افزایش دهد می‌تواند در انتخاب و یا تولید گیاهان متحمل به خشکی ما را یاری کند.

**وزن‌تر و خشک ریشه‌چه**

اثر اصلی مدت زمان پرایمینگ، غلظت پرایمینگ و اثر متقابل عوامل تأثیر معنی‌داری ($P\leq0.01$) بر وزن‌تر و خشک ریشه‌چه داشت (جدول ۱). بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه‌چه به ترتیب در تیمارهای هیدروپرایمینگ در مدت زمان ۱۲ ساعت و اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان چهار ساعت بود و کمترین وزن‌تر و خشک ریشه‌چه به ترتیب در تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید سالیسلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام و در مدت زمان چهار ساعت مشاهده شد (جدول ۳). برآیند نتایج حاکی از آن است که در پرایمینگ به مدت چهار ساعت، بذور به‌خوبی آب و مواد محلول را جذب نمی‌کنند درنتیجه آنزیم‌های آن‌ها دیرتر فعال می‌شوند و تجزیه آندوسپرم آن‌ها به تعویق می‌افتد و نتیجه آن را در خروج دیرتر ریشه می‌توان مشاهده نمود. عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند هیدروپرایمینگ نسبت به هورمون پرایمینگ و شاهد تأثیر مثبت بیشتری بر وزن‌تر و خشک ریشه نخود در شرایط دیم و آبی داشت و غلظت بالای هورمون‌های اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک (۱۵۰ پی‌پی‌ام) کمترین وزن‌تر و خشک ریشه را تولید کردند. قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند؛ هیدروپرایمینگ بذر، وزن خشک ریشه عدس را افزایش داد. در آزمایش دیگری نیز محققان گزارش کردند که هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن‌تر و خشک ریشه هویج شد (عیسوند و همکاران، ۲۰۱۵). علی‌آبادی فراهانی و معروفی[1] (۲۰۱۱) در یک بررسی گزارش کردند هیدروپرایمینگ به مدت ۱۲ ساعت درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر را افزایش داد.

**وزن‌تر و خشک ساقه‌چه**

همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌شود اثرات متقابل مدت زمان و غلظت هورمون‌ها بر وزن‌تر و اثر اصلی مدت زمان و غلظت هورمون‌ها بر وزن خشک ساقه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن‌تر ساقه‌چه مربوط به تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت و کمترین آن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت بود (جدول ۳) و همچنین بیشترین وزن خشک ساقه‌چه از تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین آن نیز مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود (جدول ۲). تیمار مدت زمان ۸ ساعت پیش تیمار، وزن خشک ساقه‌چه را افزایش داد و ۱۲ ساعت پرایمینگ کمترین وزن خشک ساقه‌چه را تولید کرد (جدول ۴). یکی از دلایل افزایش وزن‌تر و خشک ساقه‌چه توسط هورمون اسید جیبرلیک احتمالاً به‌خاطر افزایش در رشد و تقسیمات سلولی از طریق تأثیر بر سنتز و فعالیت هورمون اکسین و سیتوکنین باشد. در مطالعه‌ای که بر روی افزایش مقاومت به سرما در هیبریدهای ذرت به‌وسیله پرایمینگ هورمونی بذر با اسید سالیسیلیک انجام شد، نشان دادند که پرایمینگ باعث افزایش طول ساقه‌چه، ریشه، وزن‌تر و خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد در دمای پایین شد (فاروق و همکاران[2]، ۲۰۰۸). عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند پرایمینگ هورمونی و هیدروپرایمینگ نسبت به شاهد تأثیر مثبت بیشتری بر وزن‌تر و خشک گیاهچه در شرایط دیم و آبی دارد. قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش نمودند هیدروپرایمینگ بذر وزن خشک گیاهچه عدس را افزایش می‌دهد. نتایج حاضر با نتایج قریشی‌زاده و میرشکاری[3] (۲۰۱۵) همخوانی دارد.

**سرعت رشد گیاهچه**

اثرات ساده و متقابل عوامل پرایمینگ بر سرعت رشد گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین سرعت رشد گیاهچه از تیمار اسید

[1] Aliabadi Farahani and maroufi

[2] Farooq

[3] Ghoreyshizadeh and Mirshekari

جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت و هیدروپرایمینگ در مدت زمان چهار ساعت بود و کمترین آن از تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت به دست آمد.

**جدول ۳**- مقایسه میانگین برخی صفات جوانه‌زنی عدس تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ

| مدت پرایمینگ | تیمارهای پرایمینگ | GMAX (درصد) | GU (ساعت) | $D_{05}$ (ساعت) | $D_{10}$ (ساعت) | $D_{50}$ (ساعت) | $D_{90}$ (ساعت) | $D_{95}$ (ساعت) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SA_{50}$ppm | ۲۹/۳۳ab | ۳۱/۲۸l | ۲۶d | ۳۳/۲۹e | ۵۳/۵۸e | ۷۳/۲۴ef | ۷۷/۹۵ef |
| | $SA_{100}$ppm | ۲۸/۶۷abc | ۳۵/۱۵jkl | ۱۸/۴۳f-i | ۲۶/۳۸f | ۵۳/۶۹e | ۷۰/۵۳e-h | ۷۵/۵۲ef |
| | $SA_{150}$ppm | ۲۶/۳۳d | ۳۱/۸۴l | ۲۶/۸d | ۳۷/۶۷d | ۶۰/۷c | ۷۸/۸۴d | ۸۶/۵۹d |
| ۴ ساعت | hydropriming | ۲۸/۳۵a-d | ۳۶/۷۴ijk | ۱۷hi | ۲۴/۹۳fg | ۵۶/۶۲de | ۷۰/۳۴f-i | ۷۵/۱۷f |
| | $GA_{50}$ppm | ۲۹/۳۰ab | ۴۷/۴۶f | ۵/۵۵no | ۹/۴۳lm | ۲۶/۵۱m | ۶۷/۲۲h-l | ۷۹/۴۱e |
| | $GA_{100}$ppm | ۲۹/۳۰ab | ۳۲/۹۹kl | ۱۲/۸۷jk | ۱۸/۲۱j | ۳۹/۱۸ij | ۶۰/۲o | ۶۸/۵۵g |
| | $GA_{150}$ppm | ۲۹ab | ۳۳/۲۳kl | ۱۳/۲j | ۱۸/۳۹j | ۴۲/۷۲ghi | ۶۰/۶۲no | ۶۸/۳۱g |
| | شاهد | ۲۲/۳۰e | ۲۱/۵۶m | ۴۰/۱۷b | ۴۸/۳۳b | ۷۶/۱۲a | ۹۵/۰۸b | ۹۸/۰۱b |
| | $SA_{50}$ppm | ۲۸a-d | ۵۶/۳۱a | ۱۱/۶۹jkl | ۲۰/۴۴hij | ۴۸/۶۲f | ۶۹/۷۵ghi | ۷۵/۳۲ef |
| | $SA_{100}$ppm | ۲۸/۳۳a-d | ۵۵/۰۳abc | ۱۶/۲۹i | ۲۲/۱hi | ۴۷/۹۷f | ۷۰/۱۳f-i | ۹۷/۷۳b |
| | $SA_{150}$ppm | ۲۹/۳۳ab | ۵۱/۹۲cde | ۱۹/۰۷fgh | ۲۲/۱۵h | ۴۵/۲۷fg | ۶۷/۰۷i-l | ۶۹/۸۴g |
| | hydropriming | ۲۸/۶۷abc | ۵۲/۰۵cde | ۱۹/۴۹efg | ۲۲/۹۷gh | ۴۴/۱۱gh | ۶۸/۰۳g-k | ۷۰/۴۶g |
| ۸ ساعت | $GA_{50}$ppm | ۲۹/۶۷a | ۵۵/۰۲abc | ۱۸/۱۵ghi | ۲۰/۷۴hij | ۴۰/۱۱ij | ۶۸/۴۲g-j | ۷۵/۷۱ef |
| | $GA_{100}$ppm | ۲۹/۳۳ab | ۵۱/۸۴cde | ۱۷/۶ghi | ۱۹/۵۸ij | ۳۰/۴۱kl | ۶۴/۴۲lm | ۶۸/۵۴g |
| | $GA_{150}$ppm | ۲۶/۶۷cd | ۵۲/۵۲bcd | ۱۸/۰۵ghi | ۲۰/۵۵hij | ۴۱/۴۸hig | ۶۶/۴۱j-m | ۷۰/۵۰g |
| | شاهد | ۲۳e | ۴۸/۱۷ef | ۳۹/۹۷b | ۴۷/۹۵b | ۷۵/۳۲a | ۹۹/۶۲a | ۱۰۴/۹a |
| | $SA_{50}$ppm | ۲۹ ab | ۴۲/۶۲g | ۱۷/۸۸ghi | ۲۰/۴۴hij | ۳۸/۱j | ۶۷/۰۶i-l | ۶۹/۸۶g |
| | $SA_{100}$ppm | ۲۸/۶۷ abc | ۴۹/۶۶def | ۹/۴۴lm | ۱۲/۳k | ۲۹/۶۹lm | ۶۵/۶۲j-m | ۷۴/۷۱f |
| | $SA_{150}$ppm | ۲۸ a-d | ۴۰/۷۵ghi | ۲۰/۷۱ef | ۲۶/۴۲f | ۴۵/۱۷fgh | ۷۱/۱۷efg | ۷۶/۷۶ef |
| | hydropriming | ۲۸/۲۵ a-d | ۴۷/۲۵f | ۲/۷۲p | ۵/۴۳n | ۱۸/۱۷n | ۵۶/۶۸p | ۶۲/۵۹h |
| ۱۲ ساعت | $GA_{50}$ppm | ۲۹/۲۵ab | ۲۴/۶۱m | ۱۰/۶۶kl | ۱۱/۹۹k | ۲۶/۶۴m | ۴۰/۶r | ۴۴/۶۸i |
| | $GA_{100}$ppm | ۲۸/۶۵abc | ۵۰/۰۵def | ۷/۴mn | ۱۱/۷kl | ۲۹/۱lm | ۶۵/۰۹klm | ۶۹/۲۱g |
| | $GA_{150}$ppm | ۲۷/۳۳bcd | ۴۱/۲۰gh | ۳/۸۷op | ۷/۷۴mn | ۲۹/۹۳lm | ۵۳/۲۷q | ۶۰/۰۱h |
| | شاهد | ۲۶/۳۳d | ۳۳/۵۳kl | ۴۹/۴۷a | ۵۱/۳a | ۶۵/۹۶b | ۸۸/۸۳c | ۹۳/۴۸c |
| | LSD (5%) | ۲/۱۸ | ۴/۰۴۴ | ۲/۴۶ | ۲/۵۵ | ۳/۷۱ | ۳/۳۲ | ۴/۱۸ |

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

**ادامه جدول ۳-**

| مدت پرایمینگ | تیمارهای پرایمینگ | طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) | تعداد ریشه فرعی | وزن‌تر ریشه (میلی‌گرم) | وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم) | وزن خشک ریشه (میلی‌گرم) | سرعت جوانه‌زنی (روز) | سرعت رشد گیاهچه (گرم در روز) | سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SA_{50}$ppm | ۲/۸۷g-j | ۲/۱۲j | ۷/۲ab | ۲/۰۸g-j | ۷/۵۳a-f | ۰/۲۱ab | ۸/۱۲klm | ۰/۳۰۳d-g | ۰/۱۴۶c-f |
| | $SA_{100}$ppm | ۳/۲۷c-g | ۲/۷۴h | ۳/۹۵k | ۱/۶۶klm | ۷/۷ a-f | ۰/۱۲b | ۹/۰۷f-j | ۰/۲۹۷e-h | ۰/۱۷۰b |
| | $SA_{150}$ppm | ۳/۶۴a-d | ۲/۸۹e-h | ۵/۶۵c-f | ۱/۸jk | ۷/۵۳ a-f | ۰/۱۷b | ۶/۹۵n | ۰/۲۵۰ijk | ۰/۱۲۶f-k |
| | hydropriming | ۳/۳۸-f | ۲/۶۴hi | ۴/۴h-k | ۲/۹۸bc | ۷/۹a-d | ۰/۱۹b | ۷/۹۸lm | ۰/۳۸۰a | ۰/۱۶۷bc |
| ۴ ساعت | $GA_{50}$ppm | ۳/۰۱f-i | ۳/۳۱bcd | ۴/۵۳g-k | ۱/۹ijk | ۷/۸۳a-e | ۰/۱۹۷b | ۸/۷۹g-l | ۰/۳۱def | ۰/۱۵۷b-e |
| | $GA_{100}$ppm | ۳/۱۸d-h | ۳/۳۹bcd | ۶/۱۷cd | ۱/۳۸m | ۷/۵b-f | ۰/۴۳a | ۹/۷۸def | ۰/۳۰۳d-g | ۰/۱۳۳f-i |
| | $GA_{150}$ppm | ۳/۵۱a-e | ۳/۸۲a | ۵/۴۳d-g | ۲/۲f-i | ۸/۱۳abc | ۰/۱۹۳b | ۱۰/۳۶cde | ۰/۲۴۳jk | ۰/۱۰۷kl |
| | شاهد | ۳/۱۶e-h | ۲/۹e-h | ۵/۱۱e-i | ۲/۴۱efg | ۶/۹fg | ۰/۱۶۳b | ۵/۸۷o | ۰/۲۲۳kl | ۰/۱۱۶h-l |
| | $SA_{50}$ppm | ۳/۴۵a-f | ۲/۱۵j | ۷/۸۲a | ۱/۹۷h-k | ۷/۸۳a-e | ۰/۱۹۷b | ۸/۷۴h-l | ۰/۲۷۳hi | ۰/۱۳۰f-j |
| | $SA_{100}$ppm | ۳/۷۴ab | ۳/۲۴cde | ۴/۵۱g-k | ۲/۰۱hij | ۷/۵b-f | ۰/۱۸۰b | ۹/۳۹f-i | ۰/۲۹۰f-h | ۰/۱۶۷bc |
| | $SA_{150}$ppm | ۲/۹۲g-j | ۲/۲۸ij | ۷/۴۱ab | ۲/۰۳hij | ۶/۶۳g | ۰/۱۷۷b | ۹/۱۲f-j | ۰/۳۴۰bc | ۰/۱۵۷b-e |
| | hydropriming | ۳/۴۸a-e | ۲/۷۹gh | ۴/۷۳f-k | ۲/۷۷cd | ۶/۹۳fg | ۰/۱۸۳b | ۹/۰۳f-j | ۰/۲۷۰hij | ۰/۱۳۷e-h |
| ۸ ساعت | $GA_{50}$ppm | ۳/۴۱a-f | ۳/۵۹abc | ۴/۱jk | ۱/۷۷jkl | ۸/۱abc | ۰/۲۲۳ab | ۹/۵۳e-h | ۰/۲۹۰fgh | ۰/۱۲۷f-k |
| | $GA_{100}$ppm | ۳/۸۲a | ۳/۷۷a | ۷/۴۳ab | ۲/۲۹fgh | ۸/۳۳ab | ۰/۲b | ۱۰/۹۸bc | ۰/۳۵۷ab | ۰/۲a |
| | $GA_{150}$ppm | ۳f-i | ۳/۷۶a | ۵/۴۳d-g | ۱/۴۳lm | ۷/۳۷c-g | ۰/۱۵۷b | ۸/۶۱i-l | ۰/۲۳۷k | ۰/۱۱۰jkl |
| | شاهد | ۲/۶ij | ۱/۴۱k | ۴/۵۳g-k | ۲/۵۴def | ۷/۲۳d-g | ۰/۱۷۷b | ۶/۰۶o | ۰/۱۷۳m | ۰/۱۱۰jkl |
| | $SA_{50}$ppm | ۳/۷abc | ۲/۱۴j | ۵/۸۷cde | ۲/۴efg | ۷/۳۷c-g | ۰/۲۵۳ab | ۹/۶۱efg | ۰/۳۲۰cde | ۰/۱۴۳d-g |
| | $SA_{100}$ppm | ۳/۴۴a-f | ۳/۱۷def | ۴/۸۷f-k | ۲/۳fgh | ۷/۹۳a-d | ۰/۲۱۳ab | ۱۰/۵۹bcd | ۰/۲۸۰gh | ۰/۱۰۷kl |
| | $SA_{150}$ppm | ۲/۸۱hij | ۲/۸۶fgh | ۴/۲۰ijk | ۲/۰۱hij | ۷/۳۳c-g | ۰/۱۷۳b | ۸/۹۷f-k | ۰/۲۴۳jk | ۰/۱۲۷f-k |
| | hydropriming | ۳/۴۵a-f | ۳/۱۶d-g | ۵/۵۵def | ۳/۵۳a | ۷/۵۷a-f | ۰/۲۲ab | ۱۱/۴۲ab | ۰/۲۲۳kl | ۰/۱۱۷h-l |
| ۱۲ ساعت | $GA_{50}$ppm | ۳/۷۳abc | ۳/۸۳a | ۵Ef-j | ۱/۶۳klm | ۷/۶۳a-f | ۰/۱۵۰b | ۱۲/۱۴a | ۰/۳۳۰bcd | ۰/۱۶۳bcd |
| | $GA_{100}$ppm | ۳/۳b-g | ۳/۶۱ab | ۵/۱۳e-i | ۱/۹۴ijk | ۸/۱۶abc | ۰/۲۰۳b | ۱۰/۶۶bc | ۰/۱۱۳n | ۰/۰۵۰m |
| | $GA_{150}$ppm | ۲/۵۱j | ۳/۹۳a | ۵/۶۶c-f | ۱/۶۵klm | ۷/۶۰a-f | ۰/۱۳۰b | ۱۰/۶۸bc | ۰/۲lm | ۰/۱۰۳l |
| | شاهد | ۲/۵۴j | ۱/۶۳k | ۵/۴۷def | ۲/۳۸efg | ۷efg | ۰/۱۷۰b | ۶/۴۷no | ۰/۱۸۷m | /۱۱۳i-l |
| | LSD (5%) | ۰/۴۵۸ | ۰/۳۷ | ۰/۹۳ | ۰/۳۴ | ۰/۸۵ | ۰/۲۲۱ | ۰/۸۶۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ |

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

**جدول ۴**- مقایسه میانگین برخی صفات فیزیولوژیکی عدس تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ

| تیمارهای پرایمینگ | وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) | بنیه بذر |
|---|---|---|
| ۴ ساعت | ۱/۸۶a | ۲۶/۸۷ b |
| ۸ ساعت | ۱/۹ a | ۲۷/۳۵ b |
| ۱۲ ساعت | ۱/۷۶ b | ۲۹/۰۷ a |
| LSD (5%) | ۰/۰۹۳ | ۱/۳۴ |

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مختلف نسبت به شاهد بهتر بود؛ اما نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ در همه سطوح مدت پرایمینگ تأثیر کمتری بر سرعت رشد داشت (جدول ۳). عیسوند و همکاران در دو مطالعه جداگانه (۱۳۹۰ و ۲۰۱۵) گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک، اسید سالیسیلیک و اسید آبسیزیک سبب افزایش سرعت رشد گیاهچه نخود و هویج شد. همچنین عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در شرایط دیم و آبی سرعت رشد گیاهچه نخود را افزایش داد.

## سرعت رشد نسبی گیاهچه

نتایج این بررسی نشان داد که مدت زمان پرایمینگ، غلظت پرایمینگ و همچنین اثر متقابل مدت زمان × غلظت پرایمینگ تأثیر معنی‌داری ($P\leq0.01$) بر سرعت رشد نسبی گیاهچه داشت (جدول ۱). بیشترین سرعت رشد نسبی در تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت به دست آمد و همچنین کمترین آن نیز در تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۱۲ ساعت حاصل گردید (جدول ۳). عیسوند و همکاران (۱۳۹۰ و ۲۰۱۵) گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک، اسید سالیسیلیک و اسید آبسیزیک سبب افزایش سرعت رشد نسبی گیاهچه نخود و هویج شد. به نظر می‌رسد غلظت بالای هورمون‌ها بخصوص در مدت زمان ۱۲ ساعت سبب واکنش منفی توسط گیاه شده است. دلیل واکنش منفی سرعت رشد گیاهچه و سرعت رشد نسبی گیاه به غلظت زیاد هورمون‌های مورد استفاده؛ ممکن است به خاطر رشد رویشی بیش از حد ساقه (رشد علفی با تعداد برگ کم در واکنش به کاربرد غلظت بالای این مواد یا به عبارتی اثر زنگوله‌ای هورمون‌ها) باشد.

## تعداد ریشه فرعی

نتایج نشان داد که مدت زمان، غلظت و اثر متقابل مدت زمان × غلظت پرایمینگ تأثیر معنی‌داری ($P\leq0.01$) بر تعداد ریشه فرعی داشت (جدول ۱). بیشترین تعداد ریشه فرعی از تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان ۸ ساعت و کمترین آن در تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام در مدت زمان چهار ساعت مشاهده شد (جدول ۳). در بین تیمارهای اسید جیبرلیک در تمام سطوح مدت زمان پرایمینگ اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین تأثیر و کمترین آن مربوط به سطوح پایین اسید جیبرلیک بود. در این رابطه عیسوند و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک طول ریشه، تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن و تعداد ریشه فرعی نخود را افزایش داد. گوپتا و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که در گزینش برای بهبود تحمل به خشکی بایستی از والدینی استفاده شود که دارای ریشه‌های بذری بیشتری هستند.

همچنین سینگ و ساکسنا[1] (۱۹۹۹) بیان داشتند گیاهانی که طول ریشه اصلی و تعداد ریشه‌های جانبی بالاتری دارند نسبت به گیاهانی که این خصوصیات را کمتر دارا می‌باشند مقاومت و تحمل بیشتری به تنش خشکی دارند.

## نتیجه‌گیری

در کنار کاربرد هورمون‌های گیاهی، مدت زمان تماس بذر با این مواد بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ به‌طوری که در مدت زمان‌های طولانی‌تر باید مقدار و یا به عبارتی غلظت هورمون‌ها را کمتر و در مدت زمان‌های کوتاه‌تر بهتر است که غلظت مواد تنظیم‌کننده رشد را بیشتر در نظر گرفت. در آزمایش حاضر با افزایش مدت

[1] Singh and Saxena

زمان پرایمینگ، نفوذ هورمون‌ها به درون بذر بیشتر شد و در نتیجه در پی افزایش فعالیت آنزیم‌های تحریک‌کننده جوانه‌زنی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر افزایش یافت، البته در غلظت بالای هر دو هورمون واکنش تقریباً منفی شد که احتمالاً به خاطر اثر زنگوله‌ای هورمون‌ها باشد در پرایمینگ به مدت چهار ساعت، به دلیل کم بودن مدت زمان؛ آب و مواد محلول فرصت کافی جهت جذب پیدا نکرده و فعال شدن آنزیم‌های جوانه‌زنی مهیا نمی‌شود و در نتیجه در مقادیر پایین غلظت هورمون، درصد جوانه‌زنی افزایش چشمگیری نمی‌یابد از این رو به نظر می‌رسد برای غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها مدت زمان‌های کوتاه‌تر مؤثرتر باشند. در پرایمینگ به مدت ۱۲ ساعت از غلظت پایین هورمون‌ها (۵۰ پی‌پی‌ام) استفاده شود. در آزمایش حاضر مؤثرترین غلظت هر دو هورمون جیبرلیک و اسید سالیسیلیک، ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود. البته اثرات مثبت این تیمار در مدت زمان ۸ ساعت پیش تیمار مشهودتر بود و به همین دلیل توصیه می‌شود در کارهای تحقیقاتی از این ترکیب تیماری استفاده گردد.

## منابع

آذرنیا، م. و عیسوند، ح.ر. ۱۳۹۲. (الف). بررسی اثر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم و آبی. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۶(۴): ۱۸-۱.

آذرنیا، م. و عیسوند، ح.ر. ۱۳۹۲. (ب). پرایمینگ روشی برای بهبود کیفیت بذر جهت افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی. نشریه - علمی ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، ۲(۴): ۲۸۷ –۲۷۷.

آزادی، م.ص.، یونسی، ا.، طباطبایی، ع.، انصاری، ا. ۱۳۹۳. اثر جیبرلین بر شاخص‌های جوانه‌زنی، پروتئین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت بذر پیش تیمار شده کلزا تحت شرایط تنش خشکی. نشریه تحقیقات بذر، ۴(۱۰): ۱۸-۱۰.

آگاه، ف.، نبوی کلات، م. ۱۳۹۲. مطالعه پرایمینگ بذر در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عدس (*Lens culinaris* Medik.) تحت تنش شوری. مجله علوم و تکنولوژی بذر، ۳(۲): ۶۱-۵۳.

پارسا، م. و باقری، ع. ۱۳۸۷. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۲ صفحه.

خوشخوی، م.، شیبانی، ب.، روحانی، ا. و تفضلی، ع. ۱۳۷۷. اصول باغبانی (مبانی دانش بوستان‌داری). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۶۶ صفحه.

سلطانی، آ. و مداح، و. ۱۳۸۹. برنامه‌های کاربردی ساده برای آموزش و پژوهش در زراعت. انتشارات انجمن بوم‌شناختی ایران. ۸۰ صفحه.

عیسوند، ح.ر.، آذرنیا، م.، نظریان، ف. و شرفی، ر. ۱۳۹۰. بررسی اثر اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک بر سبز شدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه نخود در شرایط دیم و آبی، مجله تولید گیاهان زراعی، ۴۲(۴): ۷۹۷-۷۸۹.

کوچکی، ع.ر.، سرمدنیا، غ. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

Agrawal, R.L. 2004. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi.

Aliabadi Farahani, H., and Maroufi, K. 2011. Hydropriming and Nacl influences on seedling growth in fenugreek (*Trigonella Foenum-Graecum*). Advances in Environmental Biology, 5(5): 821-827.

Ansari, O., and Sharif-Zadeh, F. 2012. Does Gibberelic acid (GA), Salicylic acid (SA) and Ascorbic acid (ASc) improve Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds germination and seedlings growth under cold stress. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3(8): 1651 -1657

Arteca, N.R. 1995. Plant growth substances: principles and applications. Springer, 352 p.

Ashraf, M., and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts, growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiologiae Plantarum, 23(4): 407-414.

Bahrani, A., and Pourreza, J. 2012. Gibberellic acid and salicylic acid effects on seed germination and seedlings growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress condition. World Applied Science Journal, 18(5): 633-641.

Basra, S.M.A., Farooq, M., Wahid, A., and Khan, M.B. 2006. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology, 34: 775-780.

Cheng, Z., and Bradford, K.J. 1999. Hydrothermal time analysis of tomato seed germination responses to priming treatments. Journal of Experimental Botany, 50(330): 89-99.

Eisvand, H.R. Fathi, N., and Goudarzi, D. 2015. Effects of some PGRs on seedling emergence and CAT and POD activity of maize under low temperature stress'. Iranian Journal of Plant Physiology, 5(3): 1393-1402.

FAO. 2013. FAO Year Book. FAO Publication, (http://faostat.fao.org/site/).

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema M.A., and Rehman, H. 2008. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science, 194(2): 161-168.

Fischer, R.A., and Turner, N.C. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. Annaul Review of Plant Physiology, 29(1): 277-317.

Foti, R., Abureni, K., Tigere, A., Gotos, J., and Gere, J. 2008. The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. Journal of Arid Environments, 72(6): 1127-1130.

Ghassemi-Golezani, K., Asghar Aliloo, A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008 (a). Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 36 (1): 29-33.

Ghassemi-Golezani, K., Asghar Aliloo, A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008 (b). Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Food Agriculture and Environment, 6(2): 222-226.

Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-jeddi, A., Nasrollahzadeh, S., and Moghaddam, M. 2010. Effects of Hydro-Priming Duration on Seedling Vigour and Grain Yield of Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(1): 109-113.

Ghoreyshizadeh, M., Mirshekari, B. 2015 Seed priming with gibberellic acid and kinetin has a major role in speedy germination and vigorous performance of bitter vetch (*Vicia ervilia*). International Journal of Biosciences, 6(5): 202-208.

Gupta, S.N., Dahiya, B.S., Malik, B.P.S., and Bishnoi, N.R. 1995. Response of chickpea to water deficits and drought stress. Haryana Agriculture University Journal of Research, 25(1/2): 11-19.

Iqbal, M., and Ashraf, M. 2006. Wheat seed priming in relation to salt tolerance, growth, yield and level of free salicylic acid and polyamines. Annals of Botany, 43(4): 250-259.

Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2002. Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on the performance of crop in the field. International Chickpea Pigeonpea News, 9: 15-17.

Kaur, S., Gupta., A.K., and Kaur, N. 2005. Seed priming Increases Crop yield possibly by Modulating enzymes of Sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-87.

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.

Lin, Y., Van Der Burg, W.J., Aartse, J.W., Van Zwol, R.A., Jalink, H., and Bino, R.J. 1993. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and inhibition of tomato seeds. Seed Science Research, 3: 171-171.

Liptay, A., and Zariffa, N. 1993. Testing the morphological aspects of polyethylene glycol-primed tomato seeds with proportional odds analysis. Horticulture Science, 28(9): 881-883.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination–aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science, 2(2): 176-177.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. Black, M., and Bewley, J.D. (ed.). Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, 287–325.

Mohammadi, L., and Shekari, F. 2015. Examination the effects of hydro-priming and priming by salicylic acid on lentil aged seeds. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 8(3): 420-426.

Patade, V.Y., Maya, K., and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Research Journal Seed of Science, 4(3): 125 -136.

Raafat, N.Z., and Radwan, T.E.E. 2011. Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. Journal of Apply Sciences Reserch, 7(1): 42-55.

Rouhi, H.R., Aboutalebian, M.A., Moosavi, S.A., Karimi, F.A., Karimi, F., Saman, M., and Samadi, M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. International Journal of AgriScience, 2(3): 237- 243.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation, 30(2): 157-161.

Sharma, A.D., Thakur, M., and Rana Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in (*Sorghum bicolor* L.) Moench seeds. African Journal of Biotechnology, 3(6): 308-312.

Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. Chickpeas. Technical centre for agricultural and rural cooperation. MacMillan Education Ltd, London. 134 p.

Tabatabaei, S.A. 2014. The effect halo-and hydro-priming on seed reserve utilization and seed germination of wheat seeds under salinity stress. Cercetari Agronomice in Moldova, 47(3): 39-45.

Taylor, A.G., and Harman, G.E. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. Annuals Review Phytopathology, 28(1): 321–339.

Yagmur, M., and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology, 7: 2156-2162.

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 3(1), 2016

# Effect of Seed Priming with Gibberellic Acid and Salicylic Acid on Germination Characteristic and Seed and Seedlings Physiological Quality of Lentil (*Lens culinaris* L.)

**Mohsen Azarnia, Abbas Biabani [2,*], Hamid Reza Eisvand [3], Ebrahim Gholamalipour Alamdari [4], Saeed Safikhani [5]**

[1, 5] *Ph.D. Student in Crop Physiology, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Golestan, Iran*
[2, 4] *Associate and Assistant Professor and Faculty of Aagriculture, Gonbad Kavous University, Golestan, Iran*
[3] *Associate Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Lorestan University, Lorestan, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: abbas.biabani@wsu.edu

(Received: 17.03.2015 ; Accepted: 16.01.2016)

## Abstract

One of the important strategies for increasing germination speed and germination percentage, to produce high quality seedling and plant optimal establishment is seed priming. In order to evaluate reactions of a lentil seed to priming duration and concentrations of the applied material as priming, a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications was done in the agronomy laboratory of agriculture and Natural Resources College of Gonbad Kavous University in 2013. Factors included priming duration (4, 8 and 12 h) and various concentrations of the priming (hydro priming, hormonal priming by gibberellic acid and salicylic acid with the concentrations of 50, 100 and 150 ppm and non primed seeds). Results showed that the interaction effect of the concentrations and duration of the priming was significant on whole measured traits except the seed vigor index, germination percentage and seedling dry weight at 1% probability level. The lowest duration of germination (5, 10, 90 and 95%) obtained in the hydropriming treatment (2.72, 5.43 and 18.17 hour). The highest radicle fresh weight was observed in hydropriming treatment in three studied durations priming. In this study; the highest rate of germination obtained from $GA_{50ppm}$ during 12 hours. $GA_{50ppm}$ increased Germination percentage (98%). The greatest radicle length, shoot length and relative growth rate were obtained in the treatment of the gibberellic acid 100 ppm during 8 hours. All the average, gibberellic acid 100 ppm in 8h had an additive effect on the most of the measured traits of the lentil seed. Therefore, it can be introduced as the best mixture treatment.

***Keywords: Seed vigor index, Germination, Germination uniformity, Pretreatment***