نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۴۶-۳۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 31-46

مطالعه اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه عدس

عباس بیابانی[1*]، محسن آذرنیا[2]، حسین صبوری[1] و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[3]

۱- دانشیار و عضو هیئت علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس
۲- دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۳- استادیار و عضو هیئت علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پیش‌تیمار بذر عدس با اسید سالیسیلیک در عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال۱۳۹۲ به‌اجرا درآمد. عامل اول شامل پیش‌تیمار بذور عدس با اسید سالسیلیک در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم و عامل دوم عمق‌های مختلف کاشت ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ سانتی‌متری بود. صفاتی همچون درصد و سرعت سبزشدن، قدرت بذر، وزن خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه، تعداد شاخه فرعی اولیه، سطح برگ، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ، نسبت وزن برگ، شاخص سبزینگی و پرولین مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی به‌جز نسبت وزن برگ، تحت تأثیر پرایمینگ و عمق‌های مختلف کاشت قرار گرفتند. تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالسیلیک در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر، صفاتی نظیر درصد سبزشدن (۹۸/۸۹)، سرعت سبزشدن (۱/۸۰ گیاهچه در روز)، وزن خشک گیاهچه (۱/۱۳ گرم)، سطح برگ (۷۰/۶۴ سانتی‌متر مربع)، تعداد شاخه فرعی اولیه (۴/۷)، وزن خشک برگ (۰/۶۹ گرم) و شاخص سبزینگی (۲/۱۳) را افزایش داد درحالی‌که پرولین، نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ را کاهش داد. همچنین تیمار پرایمینگ با اسید سالسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم میزان پرولین و طول ساقه را افزایش داد و درمقابل، سطح برگ و وزن خشک گیاهچه را کاهش داد. بهترین تیمار، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالیسیلیک + عمق کاشت ۲/۵ سانتی‌متری بود زیرا در اکثر صفات مورد بررسی نقش افزایشی داشت.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، پرولین، شاخص سبزینگی، صفات مورفوفیزیولوژیک

مقدمه

حبوبات از عمده‌ترین منابع پروتئینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب شده و نقش عمده‌ای در اقتصاد این مناطق دارند (Thomas *et al*., 2003) که در این میان عدس (*Lens culinaris* L.) با میزان پروتئین حدود ۴۰- ۳۵ درصد و مواد معدنی۴۰- ۳۰ درصد، حدود ۲۲ درصد ویتامین و بنا به گزارش فائو (FAO, 2013) با متوسط عملکرد ۶۰۹ کیلوگرم در هکتار در ایران و ۱۱۴۰ کیلوگرم در هکتار جهان، از حبوبات عمده در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). بنابراین متوسط عملکرد عدس در ایران از متوسط عملکرد آن در جهان خیلی کم‌تر است که این امر ناشی از کیفیت پایین گیاهچه‌های تولیدی، ظرفیت پایین جوانه‌زنی و سبزشدن، تنش‌های زنده و غیرزنده و استقرار نامطلوب گیاهچه (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 a, b) می‌باشد و باید به‌دنبال راهی برای ارتقاء این مؤلفه‌ها بود. ازجمله روش‌های افزایش کیفیت بذر، پرایمینگ آن می‌باشد. پرایمینگ می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه (Harris *et al*., 2001)، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (Eisvand *et al*., 2011b)، تحمل گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی (Eisvand *et al*., 2011a)، گلدهی زودتر و افزایش کمّی و کیفی عملکرد (Azarnia & Eisvand, 2013a and b) و افزایش جذب مواد غذایی (Ashraf & Rasul, 2002) شود.

در روش پرایمینگ می‌توان از هورمون‌های گیاهی همچون اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک استفاده کرد که در

*نویسنده مسئول: ایران، استان گلستان، شهرستان گنبد کاووس، خیابان شهید فلاحی، دانشگاه گنبدکاووس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه تولیدات گیاهی؛ همراه: ۰۹۱۱۳۷۴۰۵۸۳؛ abs346@yahoo.com

این رابطه محققان گزارش کردند که اسید سالیسیلیک، قابل‌حل در آب و یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی است و از جمله هورمون‌های گیاهی به‌شمار می‌رود (Zaki & Radwan, 2011). پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک، 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 (Iqbal & Ashraf, 2006). این ماده همچنین به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaratna *et al*., 2000). اثرات مفید پرایمینگ در گیاهان دارویی و زراعی زیادی همچون شنبلیله (Farahmandfar *et al*., 2013)، هویج (Eisvand *et al*., 2011b)، علف‌پشمکی (Eisvand *et al*., 2010)، لوبیاچیتی (Eisvand *et al*., 2014)، نخود زراعی (Zarei *et al*., 2011) و عدس (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 a, b) به اثبات رسیده است. عمق کاشت به‌دلیل تأثیر زیادی که بر سبزشدن و استقرار گیاهچه دارد در کشاورزی بسیار حائز اهمیت است (Siddique *et al*., 1997). لازمه تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی، انتخاب یک رقم مناسب با مقدار بذر کافی به‌همراه ترکیب زمان و عمق کاشت مناسب است (Mahdi *et al*., 1998) در زمینه اثر عمق کاشت بر سبزشدن و استقرار گیاهچه در گیاهان مختلف مطالعات متعددی صورت گرفته است. Roy *et al*, (2011) و Harbir *et al*, (1991) گزارش نمودند که عمق کاشت در جوانه‌زنی، سبزشدن، قدرت بذر و رشد گیاهان بسیار مهم می‌باشد. عمق کشت عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Schimdt & Belfred, 1994; Roy *et al*., 2011). برخی نیز گزارش نمودند که عمق کاشت مطلوب (۷-۳ سانتی‌متر) عملکرد گندم را افزایش داد (Yagmur & Kaydan, 2009).

Srivastava *et al*, (2006)، Aikins *et al*, (2006) و Asgharipour (2011) گزارش نمودند که عمق کشت بر جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار مطلوب تأثیر معنی‌داری دارد. عمق کشت ۵ سانتی‌متر طول ساقه و تعداد برگ سویا را افزایش داد (Aikins *et al*., 2011). دیگر محققان نیز گزارش کردند که سرعت و درصد سبزشدن نخود تحت تأثیر عمق کاشت قرار گرفت و با افزایش عمق کاشت حتی در دماهای بالا این دو مؤلفه نیز کاهش یافتند (Yousefi *et al*., 2007). از آن‌جایی‌که مطالعات اندکی در مورد اثرات پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق کاشت بر سبزشدن و رشد عدس صورت گرفته است؛ در نتیجه این تحقیق به منظور بررسی اثرات پرایمینگ و عمق کاشت بر سبزشدن بذور و تعدادی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌ها شامل پیش‌تیمار بذور عدس با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم و عامل دیگر عمق‌های مختلف کاشت ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ سانتی‌متری بود. در آزمایش حاضر بذرهای عدس قبل از کشت به مدت ۶ ساعت و در دمای اتاق در محلول هورمون اسید سالیسیلیک نگه‌داری شده و سپس از محلول خارج شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق بر روی کاغذ صافی خشک شدند (Ghassemi-Golezani *et al.,* 2010; Zarei *et al*., 2011; Kaur *et al*., 2005)؛ سپس بذور پرایم شده عدس در گلدان‌هایی (۳۰ عدد بذر در هر گلدان) به قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. رقم مورد استفاده رقم کیمیا بود. خاک گلدان‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با بافت سیلتی لومی، اسیدیته کل ۷/۹، درصد کربن ۰/۶۸، فسفر قابل‌جذب ۱۳/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ازت کل ۰/۰۷ و پتاسیم قابل جذب ۳۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم انتخاب شد. سپس برخی از صفات مرتبط با سبزشدن نظیر درصد و سرعت سبزشدن، قدرت بذر و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی مانند وزن خشک گیاهچه‌ها (وزن خشک بعد از قرار گرفتن ۴۸ ساعته نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری شد)، طول ساقه‌چه، تعداد ساقه فرعی اولیه، سطح برگ، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ، نسبت وزن برگ، شاخص سبزینگی و پرولین ۶۰ روز پس از کاشت اندازه‌گیری شد.

سنجش پرولین گیاه مطابق روش Bates *et al,* (1973) صورت گرفت. در این روش ۰/۵ گرم از ماده خشک گیاهی (شامل برگ و ساقه) با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳درصد اسید سولفوسالسیلیک ساییده گردید. از مخلوط همگن حاصل پس از صاف‌کردن، ۲میلی‌لیتر برداشته شد و پس از افزودن ۲میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲میلی‌لیتر اسید استیک خالص در حمام آب جوش به مدت یک ساعت قرار داده شد. سپس آن‌ها را در ظرف حاوی یخ گذاشته و پس از اضافه‌کردن ۴میلی‌لیتر تولوئن، مقدار جذب نوری در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و مقدار پرولین با استفاده از منحنی استاندارد آن به‌دست آمد. اندازه‌گیری شاخص سبزینگی نیز توسط دستگاه

کلروفیل‌سنج اسپد براساس رنگ برگ صورت گرفت. برای این منظور از هر گلدان ۱۰بوته (وسط شاخه دوم از رأس هر بوته) اندازه‌گیری شد و از میانگین عددی آن‌ها شاخص سبزینگی محاسبه شد.

محاسبه برخی صفات از طریق معادله‌های زیر انجام شد.

(۱) سرعت سبزشدن با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{سرعت سبز شدن} = \sum_{i}^{n} \frac{Ni}{Di}$$

Ni = تعداد گیاهچه در روز iام و Di = تعداد روز پس ازکاشت (Agrawal, 2004).

(۲) درصد سبزشدن: مقدار این صفت از تقسیم تعداد کل بذرهای سبز شده در هر گلدان بر تعداد بذرهای کاشته شده در همان گلدان به‌دست آمد.

(۳) قدرت بذر: از طریق معادله زیر محاسبه شد (Agrawal, 2004).

$$\text{قدرت بذر} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر)} \times \text{درصد سبزشدن}}{۱۰۰}$$

(۴) شاخص‌های رشد

$LAR^{1}= LA/ TDw$
$SLA^{2}= LA/ LDw$
$LWR^{3}=LDw/ TDw$
$LWR=LAR/ SLA$

که LAR = نسبت سطح برگ (متر مربع برگرم)، SLA = سطح ویژه برگ (متر مربع برگرم)، LWR = نسبت وزن برگ (گرم بر گرم)؛ LA = سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-T اندازه‌گیری شد) و TDw= وزن خشک گیاهچه می‌باشد (Koocheki & Sarmadnia, 1999). 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

طول ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت، معنی‌دار بود، ولی اثرات متقابل عوامل بر طول ساقه‌چه عدس معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ نشان داد بلندترین ساقه‌چه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین آن از تیمار شاهد بود (شکل ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای عمق کشت نشان داد که بلندترین ساقه‌چه از تیمار عمق کشت ۲/۵سانتی‌متر بود که با عمق کشت ۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن در تیمار عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل۲). محققان گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی با اسید سالیسیلیک ۱۰۰پی‌پی‌ام نسبت به هیدروپرایمینگ و شاهد، طول ساقه‌چه هویج را افزایش داد (Eisvand *et al.*, 2011 b). در این رابطه نیز Ghassemi-Golezani *et al*, (2008 a, b) گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ بذر، طول ساقه و ریشه عدس را افزایش داد. برخی محققان نیز بیان کردند که پرایمینگ بذر برنج با اسید سالیسیلیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه آن شد (Basra *et al*., 2006). برخی محققان نیز گزارش نمودند که عمق کشت ۵ سانتی‌متر طول ساقه سویا را افزایش داد (Aikins *et al*., 2011). نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر پژوهشگران (Ghassemi- Eisvand *et al.*, 2011 b; Aikins *et al*., 2011; Golezani *et al*., 2008 a, b) همخوانی داشت.

درصد سبزشدن: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر درصد سبزشدن معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر بود و کم‌ترین درصد سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). محققان گزارش نمودند که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبزشدن بذر می‌گردد (Demir Kaya *et al*., 2006; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 b). نتایج حاضر نیز با نتایج برخی محققان (Demir Kaya *et al*., 2006; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 b) همخوانی داشت. همچنین Yagmur & Kaydan (2009) گزارش نمودند کاشت گندم در عمق کشت ۵ و ۷ سانتی‌متری استقرار مطلوبی داشت در حالی‌که عمق کشت ۹ سانتی‌متر و بیش‌تر، درصد استقرار گیاهچه‌ها را به‌شدت کاهش داد؛ همچنین Yagmur & Kaydan (2008) و Asgharipour (2011) گزارش نمودند که افزایش عمق کشت، جوانه‌زنی و سبزشدن را کاهش داد که این نتیجه در راستای نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. با توجه به نتایج مذکور و نتایج محققان می‌توان گفت در شرایط کشت دیم که عمق کاشت را به خاطر کمبود رطوبت زیادتر می‌گیرند؛ پرایمینگ می‌تواند تأثیر مفیدی بر درصد سبزشدن بذر داشته باشد که این می‌تواند منجر به افزایش استقرار و تراکم مطلوب و نهایتاً عملکرد قابل قبول شود.

[1] Leaf area ratio
[2] Specific leaf area
[3] Leaf weight ratio

سرعت سبزشدن: نتایج نشان داد که اثر تیمارهای پرایمینگ، عمق کاشت و اثر متقابل عوامل، اثرات معنی‌داری بر سرعت سبزشدن بذر عدس داشت (جدول ۱). بیشترین سرعت سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر اتفاق افتاد و کم‌ترین سرعت سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود؛ البته عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر در همه سطوح تیمارهای پرایمینگ سرعت سبزشدن را کاهش داد؛ ولی این کاهش در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم شدیدتر بود و با دیگر تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). تأثیر هورمون بر سرعت سبزشدن حتی در عمق‌های کمتر مشهودتر بود. در این رابطه Eisvand *et al*, (2011 a) گزارش نمودند که در شرایط دیم، پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک ۱۰۰پی‌پی‌ام سبب افزایش سرعت سبزشدن بذر نخود شد. همچنین Eisvand *et al*, (2011 b) نیز گزارش نمودند هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی با اسید سالیسیلیک سرعت سبزشدن بذر هویج را افزایش داد. در آزمایش دیگری که بر روی بذر جو انجام شد، نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر جو با اسید سالیسیلیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی آن شد (El-Tayeb, 2005). نتایج تحقیق حاضر با نتایج (Eisvand *et al*., 2011 b; El-Tayeb, 2005) همخوانی داشت.

قدرت بذر: اثرات اصلی و اثرات متقابل عوامل در سطح یک‌درصد بر قدرت بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیش‌ترین قدرت بذر از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر و کم‌ترین آن از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۲) که با نتایج Eisvand *et al*, (2011 b) که گزارش نمودند اسید سالیسیلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام قدرت بذر هویج را افزایش داد، همخوانی داشت. دیگر محققان نیز گزارش نمودند که غلظت زیاد جیبرلین (۱۵۰ppm) سبزشدن بذر علف‌گندمی بلند (*Agropyron elongatum* L.) را کاهش داد؛ اما در بذرهای پرایم‌شده با جیبرلین ۱۰۰پی‌پی‌ام، سرعت جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش خشکی تا ۴۳ درصد و قدرت بذر تا ۴۰ درصد افزایش یافت (Eisvand *et al*., 2008). این اثرات مفید پرایمینگ با غلظت بهینه هورمون‌ها ممکن است به‌واسطه نقش بهینه آن در تسریع و بهبود سبزشدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (Da Silva *et al*., 2005).

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Table 1- Analysis of variance the effect of priming with salicylic acid and sowing depth on emergence and morpho-physiological characteristics of lentils

منابع تغییر (S. O. V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		طول ساقه Shoot length	سرعت سبزشدن Rate of emergence	درصد سبزشدن Percentage of emergence	قدرت بذر Seed vigor	ساقه فرعی اولیه Number of primary branches
بلوک Replication (A)	2	0.841^{ns}	0.005^{ns}	23.20^{ns}	6.16^{ns}	0.007^{ns}
پرایمینگ Priming (B)	3	108.37^{**}	0.019^{*}	259.75^{**}	4715.94^{**}	1.25^{**}
عمق کشت Planting depths	4	63.74^{**}	2.18^{**}	6650.29^{**}	12432.84^{**}	3.56^{**}
A*B	12	0.83^{ns}	0.077^{**}	72.91^{**}	248.38^{**}	0.22^{*}
خطا Error	38	0.75	0.004	14.95	16.95	0.84
ضریب تغییرات (CV)		10.57	8.10	6.19	7.38	7.68

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns, * and **, indicating no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively

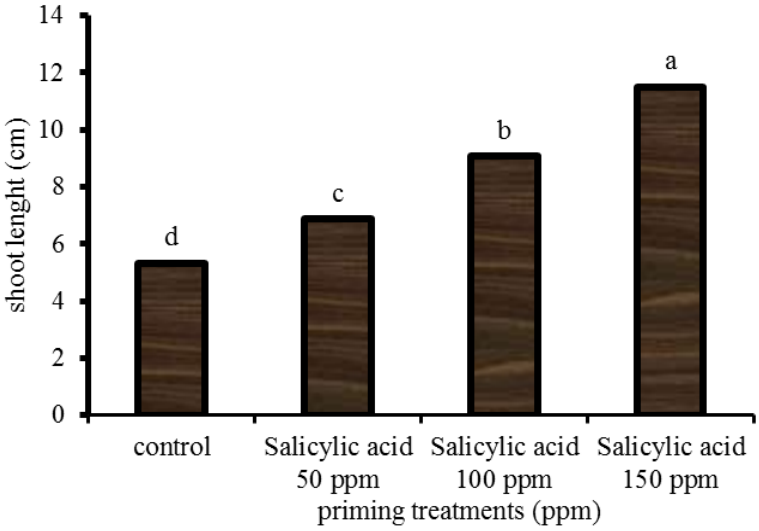
ادامه جدول ۱- آنالیز واریانس اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفو فیزیولوژیکی عدس

Continue of Table 1- Analysis of variance the effect of priming with salicylic acid and sowing depth on emergence and morpho-physiological characteristics of lentils

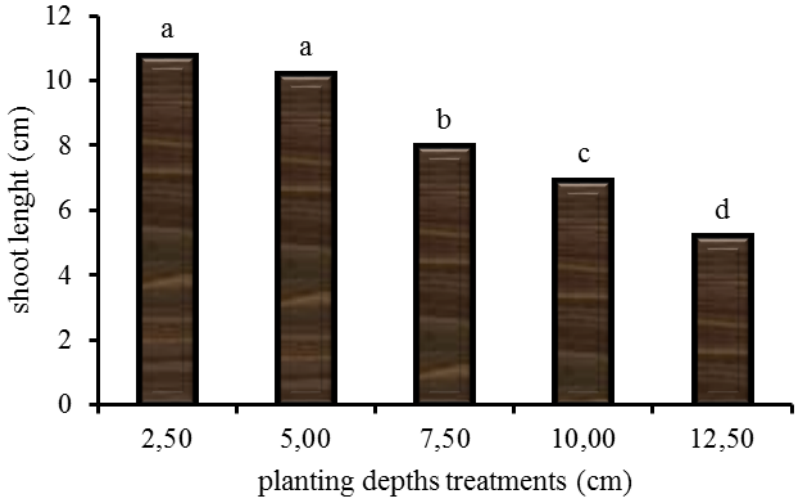
منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی df	Mean Square میانگین مربعات					
		سطح برگ Leaf area	نسبت سطح برگ LAR	سطح ویژه برگ SLA	نسبت وزن برگ LWR	پرولین Proline	شاخص سبزینگی Chlorophyll
بلوک Replication	2	0.99^{ns}	8.70^{ns}	20.17^{ns}	0.001^{ns}	5.42ns	0.02^{ns}
پرایمینگ priming	3	604.66**	334.24**	706.32**	0.001^{ns}	5500.20**	0.57**
عمق کشت Planting depths	4	2567.10**	62.58^{ns}	137.24**	0.001^{ns}	2211.42**	0.29**
A*B	12	20.26**	16.53^{ns}	22.11^{ns}	0.001^{ns}	296.70**	0.24**
خطا Error	38	4.16	33.70	27.8	0.001	13.01	0.015
ضریب تغییرات CV		4.58	8.47	4.76	5.11	6.64	7.25

ns و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

ns and **, indicating no significant and significant at 1% levels of probability, respectively



شکل ۱- اثر تیمارهای پرایمینگ بر طول ساقه‌چه عدس
Fig. 1. Effect of priming treatments on lentil shoot length



شکل ۲- اثر عمق کشت بر طول ساقه‌چه عدس
Fig. 2. Effect of planting depth on lentil shoot length

دیگر محققان نیز گزارش نمودند پرایمینگ بذر در شرایط تنش، رشد گیاهچه و قدرت بذر را افـزایش داد (Yagmur & Kaydan, 2008). در کل نتایج حاضر با نتایج برخـی محققـان (Yagmur & Eisvand *et al.*, 2008 and 2011b; Kaydan, 2008) هم‌سو بود. از آنجا که قـدرت بـذر بـه‌طـور مستقیم از طول ساقه‌چه و درصد سبزشدن بـه‌دسـت مـی‌آیـد (معادله ۲) لذا هر عاملی که این مؤلفه‌ها را افزایش دهد؛ سـبب افزایش قدرت بذر می‌شود. از آنجا که تیمار اسـید سالیسـیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اثر افزایشـی چشـمگیری بـر درصـد سبزشدن نداشت، لذا به نظر می‌رسد این تیمار با افزایش بـیش از حد طول ساقه‌چه، قدرت بذر (۱۱۸/۳) را افزایش داده باشـد که وجود چنین شرایطی بـه‌نظـر مـی‌رسـد مطلـوب کشـاورز و مزرعه نباشد، ولی تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلـی‌گـرم بـر کیلوگرم از طریق افزایش درصد سبزشدن و طول ساقه‌چـه (در حد مطلوب) سبب افزایش قـدرت بـذر (۱۱۷/۷) شـد کـه ایـن سبب تضمین استقرار و تراکم مطلـوب و نهایتـاً عملکـرد گیـاه می‌شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و عمق‌های مختلف کاشت بر مولفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Table 2. Comparison of the effects of seed priming and sowing depth on seed Emergence and morpho-physiological characteristics of lentil

پرایمینگ Priming	عمق کشت (سانتی‌متر) Planting depths (cm)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	تعداد ساقه فرعی اولیه Number of primary branches	قدرت بذر Seed vigor	سرعت سبزشدن (گیاهچه در روز) Rate of emergence (seedling per day)	درصد سبزشدن Percentage of emergence
شاهد Control	2.5	52.78e	4.2bcde	61.39e	1.28c	85.55bc
	5	44.94fg	4.05cdef	57.22e	0.87de	80cde
	7.5	38.83hi	3.8efg	38.78g	0.97d	68.89fg
	10	33.37j	2.64j	22.19ij	0.60fgh	50ij
	12.5	23.70l	2.40j	7.08k	0.51h	33.33k
سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 50 ppm	2.5	63.02b	4.40abc	80.06c	1.58b	81.11bcd
	5	56.51cd	4.30abcd	69.61d	0.87de	78.89de
	7.5	47.92f	4.17bcde	37.11g	0.64fg	62.22h
	10	36.95i	3.75efgh	29.81h	0.56gh	46.67j
	12.5	24.58l	3.62fghi	6.96k	0.24j	15.89l
سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 100 ppm	2.5	70.64a	4.7a	117.7a	1.80a	98.89a
	5	64.93b	4.57ab	95.52b	0.92de	81.11bcd
	7.5	54.48de	4.17bcde	58.01e	0.66fg	65.89gh
	10	44.91fg	3.27i	39.43g	0.70f	53.33i
	12.5	29.67k	3.20i	19.73j	0.21j	35.67k
سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 150 ppm	2.5	58.04c	3.95cdefg	118.3a	1.31c	86.89b
	5	52.26e	3.9defg	98.02b	0.93de	74.44ef
	7.5	41.74gh	3.87defg	83.85c	0.84e	72.22fg
	10	33.04k	3.48ghi	46.71f	0.66f	44.44j
	12.5	18.14m	3.28hi	28.77hi	0.40i	33.33k

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0.05$).

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using LSD Test ($p\leq0.05$).

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Continue of Table 2. Comparison of the effects of seed priming and sowing depth on seed emergence and morpho-physiological characteristics of lentil

پرایمینگ Priming	عمق کشت (سانتی‌متر) Planting depths (cm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (g)	پرولین (میلی‌گرم در گرم) Proline (ml.g^{-1})	شاخص سبزینگی Chlorophyll index
شاهد Control	2.5	0.76def	13.31k	2.02bc
	5	0.70fg	26.38j	1.65ghij
	7.5	0.55hi	33.18hi	1.26[1]
	10	0.48ij	37.64fgh	1.65ghij
	12.5	0.36k	28.02ij	1.69fghi
سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 50 ppm	2.5	0.99b	34.82gh	1.97bcd
	5	0.88c	47.72e	1.57hij
	7.5	0.73ef	60.15d	1.91cde
	10	0.56h	75.15c	1.28kl
	12.5	0.36k	57.92d	2.16ab
سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 100 ppm	2.5	1.13a	39.51fg	2.13ab
	5	1.02b	42.68ef	1.86cdef
	7.5	0.81cd	80.78bc	2.27a
	10	0.65g	84.89b	1.53ij
	12.5	0.48j	61.09d	1.79defg
سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 150 ppm	2.5	0.80de	62.73d	1.47jk
	5	0.73ef	56.86d	1.75efgh
	7.5	0.57h	62.31d	1.1[1]
	10	0.41k	86.16b	1.47jk
	12.5	0.24[1]	95.08a	1.50ij

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0.05$).

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using LSD Test ($p\leq0.05$).

تعداد ساقه فرعی اولیه: اثرات اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت در سطح یک درصد و اثرات متقابل عوامل در سطح ۵ درصد بر تعداد ساقه فرعی اولیه معنی‌دار بود (جدول ۱). تعداد ساقه فرعی اولیه جزء اجزای عملکرد نیست؛ اما چون حامل شاخه‌های گل دهنده هستند؛ نقش بسیار مهمی در عملکرد عدس ایفا می‌کنند و به نظر می‌رسد هر تیماری که این مؤلفه را افزایش دهد؛ می‌تواند سهم بالایی در عملکرد دانه‌ای داشته باشد. بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی اولیه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر و کم‌ترین آن از تیمار شاهد در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۲). Azarnia & Eisvand (2013 a) نیز گزارش نمودند که تیمار جیبرلیک اسید سبب کاهش شاخه‌های ثانویه نخود زراعی شد؛ در حالی‌که اسید آبسیزیک تعداد آن‌ها را افزایش داد. Zarei *et al*, (2011) گزارش نمودند که پرایمینگ بر طول گیاهچه نخود تأثیر نداشت؛ اما تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه از تیمار ۶ ساعت هیدروپرایمینگ بود. برخی از محققان نیز گزارش نمودند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش تعداد شاخه فرعی اولیه در ارقام کیمیا، کرمانشاه و گچساران عدس شد (Kayednezami *et al.*, 2012). نتایج حاضر با نتایج Zarei *et al*, (2011) همخوانی داشت.

وزن خشک گیاهچه: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گیاهچه معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر بود و همچنین کم‌ترین وزن خشک گیاهچه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). این نتیجه ممکن است به خاطر این باشد که غلظت زیاد هورمون مذکور سبب چیرگی انتهایی می‌شود و سبب کاهش شاخه‌های فرعی اولیه و تعداد برگ می‌شود و از این رو ممکن است بیوماس (زیست توده) کم‌تری تولید شود. محققان گزارش نمودند پرایمینگ هورمونی بذر با اسید سالیسیلیک باعث افزایش طول ساقه‌چه، ریشه، وزن تر و خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد شد (Farooq *et al*., 2008). Eisvand *et al*, (2011a) گزارش نمودند پرایمینگ هورمونی و هیدروپرایمینگ نسبت به شاهد تأثیر مثبت بیش‌تری بر وزن‌تر و خشک گیاهچه نخود در شرایط دیم و آبی داشت. Ghassemi-Golezani *et al*, (2008 a) نیز گزارش نمودند هیدروپرایمینگ بذر وزن خشک گیاهچه عدس را

افزایش داد. نتایج حاضر با نتایج محققان مذکور همخوانی داشت.

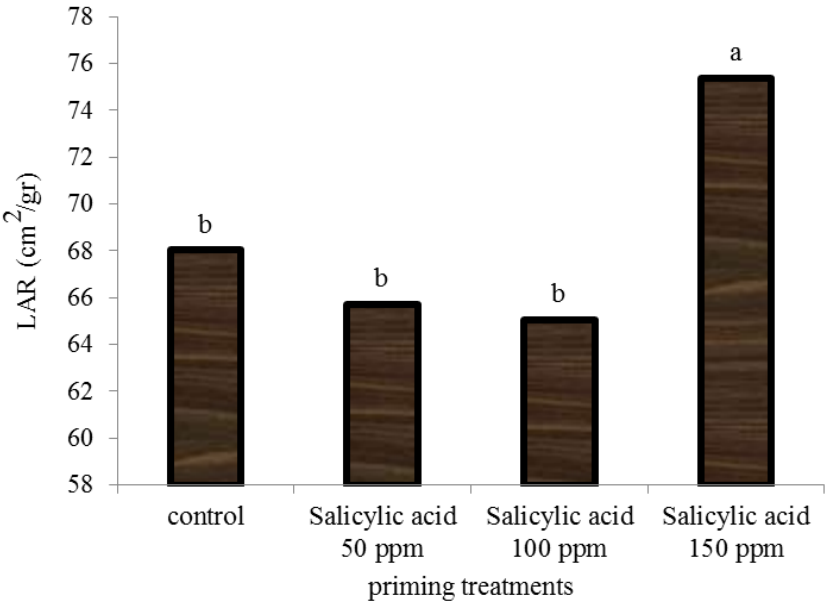
سطح برگ: با توجه به این‌که در ابتدای فصل رشد که تعداد و سطح برگ گیاهان کم می‌باشد و از آنجا که با افزایش سطح برگ، درصد جذب نور افزایش می‌یابد؛ بنابراین در ابتدای فصل رشد گیاه عدس اگر سطح برگ مناسبی تولید شود؛ گیاه موفق‌تر است و با توجه به این موضوع که هر گیاهی که در ابتدای فصل رشد که کیفیت نور جهت رشد و فتوسنتز پایین است، سطح برگ مناسب داشته باشد، بیوماس و عملکرد مناسبی تولید می‌کند؛ بنابراین عوامل افزایش‌دهنده این مؤلفه نقش خیلی مهمی در عملکرد نهایی عدس دارند. اثر همه تیمارهای آزمایشی بر سطح برگ، معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد و همچنین کم‌ترین آن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). به نظر می‌رسد اثرات مخرب عمق کاشت زیاد در تیمارهای سالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافته است که با نتایج Aikins *et al*, (2011) همخوانی داشت. البته این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که غلظت زیاد هورمون مذکور سبب چیرگی انتهایی و کاهش شاخه‌های فرعی اولیه و تعداد برگ می‌شود و از این رو ممکن است سطح برگ کم‌تری تولید شود (جدول ۲). این موضوع، بیان‌گر وجود تعداد برگ‌های کم و وجود برگ‌های کوچک در تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که این منجر به کاهش سطح برگ‌ها شده است. یکی دیگر از دلایل کاهش سطح برگ در تیمارهای مذکور کاهش تولید شاخه‌های جانبی و غالبیت انتهایی (Arteca, 1995) نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. این نتایج با نتایج برخی محققان (Azarnia & Eisvand, Eisvand *et al*., 2011a; 2013a) همخوانی داشت، به‌طوری‌که این محققان گزارش نمودند از دلایل احتمالی کاهش سطح برگ در تیمارهای غلظت بالای جیبرلین، افزایش ارتفاع گیاه است و با این کار مواد فتوسنتزی، بیشتر صرف افزایش ارتفاع ساقه می‌شوند و در واقع ساقه به یک مخزن قوی تبدیل می‌شود و همین کار سبب می‌شود تولید برگ‌های جدید، کُند شود. تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم علاوه بر افزایش سطح برگ، برگ‌های زیادتر و ضخیم‌تری نسبت به سایر تیمارها تولید کرد که این بیان‌گر میزان زیاد کلروفیل و غلظت کلروپلاست در این برگ‌ها است و در نتیجه کاهش اتلاف نوری و در نتیجه توان فتوسنتزی بالای آن‌ها است. در مقابل تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالیسیلیک علاوه بر کاهش سطح برگ، برگ‌های نازک‌تری نیز تولید کرد که این بیان‌گر میزان کم کلروفیل و در نتیجه افزایش اتلاف نوری و در نتیجه توان فتوسنتزی پایین آن‌ها است.

نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ: همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ بر نسبت سطح برگ معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت بر سطح ویژه برگ معنی‌دار بود (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴). همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود بیش‌ترین سطح ویژه برگ از تیمار ۱۰ سانتی‌متر عمق کشت بذر بود که با تیمار ۱۲/۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین سطح ویژه برگ از تیمار ۲/۵ و ۵ سانتی‌متر حاصل شد (شکل ۷)؛ که این بیان‌گر وجود برگ‌های نازک در تیمار ۱۰ سانتی‌متر عمق کشت و تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

شاخص سبزینگی: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر میزان شاخص سبزینگی معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص سبزینگی (۲/۲۷ میلی‌گرم در سانتی‌متر مربع) از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۷/۵ سانتی‌متر بود و همچنین کم‌ترین (۱/۱ میلی‌گرم در سانتی‌متر مربع) شاخص سبزینگی از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۷/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). Azarnia (2011) گزارش نمود که هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی با جیبرلین و اسید آبسیزیک تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل نخود زراعی ندارند؛ ولی Farahmandfar *et al*, (2013) گزارش نمودند پرایمینگ بذر (با اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ) میزان شاخص سبزینگی a و b در شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) را در شرایط تنش و عدم تنش شوری افزایش داد. نتایج حاضر با نتایج Farahmandfar *et al*, (2013) همسو بود.

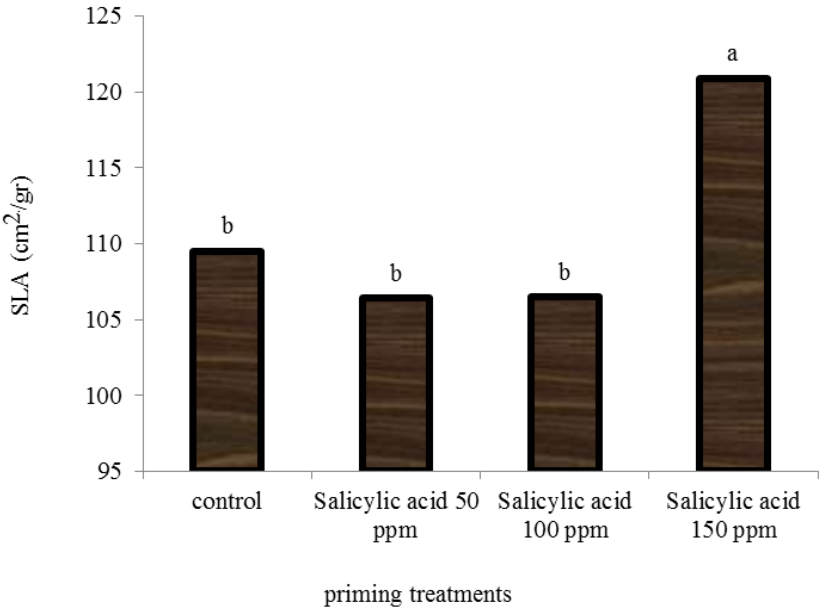
پرولین: اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کشت و اثرات متقابل عوامل در سطح یک درصد بر میزان پرولین معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین پرولین از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد و همچنین کم‌ترین پرولین از تیمار شاهد در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متری حاصل شد (جدول ۲).

یکی از راه‌کارهای تحمل به تنش، کم آبی در گیاهان تنظیم اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی معمولاً از طریق افزایش میزان انباشت کربوهیدرات‌های محلول (قندها)، اسیدهای آمینه از جمله پرولین، گلایسین و بتائین و یون‌های غیرآلی مخصوصاً پتاسیم در شرایط تنش کم آبی در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Kafi *et al*., 2010).



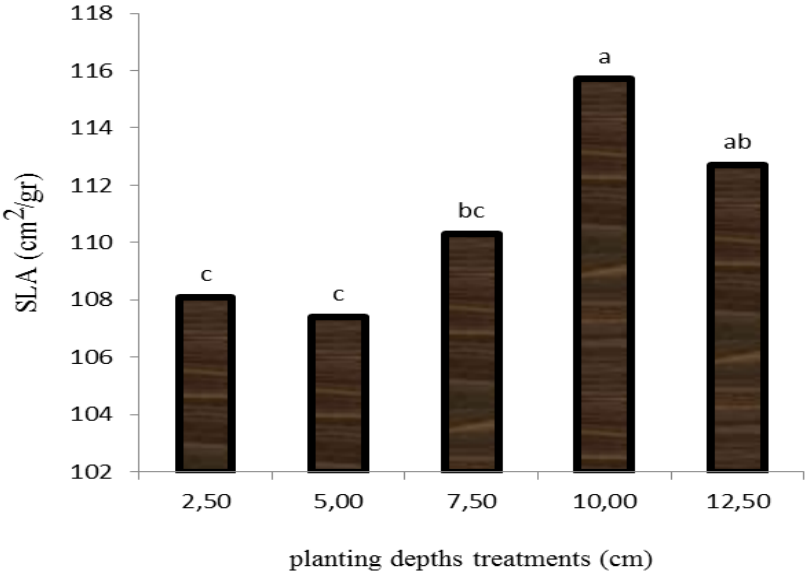
شکل ۳- اثر تیمارهای پرایمینگ بر نسبت سطح برگ عدس

Fig. 3. Effect of priming treatments on lentil Leaf Area Ratio



شکل ۴- اثر تیمارهای پرایمینگ بر سطح ویژه برگ عدس

Fig. 4. Effect of priming treatments on lentil Specific Leaf Area



شکل ۵- اثر تیمارهای عمق کشت بر سطح ویژه برگ عدس

Fig. 5. Effect of planting depths treatments on lentil Specific Leaf Area

از آنجا که پرولین جزء اسید آمینه‌های مهم گیاهان مقاوم به تنش‌های غیر زنده می‌باشد، افزایش آن در شرایط تنش نقش مفیدی برای بقاء گیاهان ایفا می‌کند. در تحقیق حاضر افزایش عمق کشت (۱۲/۵-۱۰) سبب تولید پرولین بیش‌تری در گیاه شده که در تیمار شاهد و با کاربرد سالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم این افزایش چشمگیر نبود ولی در تیمار سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با افزایش عمق کشت میزان پرولین نیز بیش‌تر شد که این بیان‌گر بیش‌تر بودن تنش حاصل از عمق کشت زیاد می‌باشد. محققان گزارش نمودند که تنش شوری میزان پرولین در گیاه شنبلیله را افزایش داد ولی پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ میزان آن را حتی در شرایط تنش شوری کاهش داد (Farahmandfar *et al*., 2013) که این نتیجه با نتایج Kayednezami *et al,* (2012) و نتایج حاضر همسو بود.

نتیجه‌گیری

در بسیاری از مناطق دیم شرایط نامطلوب مزرعه سبب کاهش جوانه‌زنی، سبزشدن، استقرار مطلوب، تراکم، رشد و نهایتاً عملکرد گیاهان می‌شود. پرایمینگ برای کاهش این خطرات در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی سودمند است. تیمارهای اسید سالیسیلیک مؤلفه‌های سبزشدن عدس را افزایش دادند و صفت‌هایی نظیر پرولین را کاهش دادند که این کاهش بیان‌گر رشد در شرایط ایده‌آل می‌باشد که ممکن است در اثر تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ناشی از آن‌ها باشد. در شرایط دیم که به ناچار عمق کشت را بیش‌تر در نظر می‌گیرند، جوانه‌زنی، سبزشدن و رشد بعدی گیاهچه ممانعت می‌شود. پرایمینگ برای کاهش خطر استقرار ضعیف در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی سودمند است. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که پرایمینگ یک روش ساده و مفید برای بالابردن سرعت و درصد سبزشدن بذر عدس می‌باشد. این اثرات سودمند پرایمینگ می‌تواند موجب استقرار مطلوب گیاهچه، ایجاد تراکم ایده‌آل و یکنواخت و در انتها باعث بهبود و افزایش عملکرد حبوبات، که از مواد غذایی مهم محسوب می‌شوند، گردد. نتایج نشان داد پرایمینگ با سالیسیلیک ۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به غلظت‌های بالاتر تأثیر کمتری بر صفات سبزشدن و رشد عدس داشت. البته پرایمینگ با سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به علت اثرات معکوسی که بر صفات مورد مطالعه داشت، اثرات ایده‌آلی جز در شرایط تنش حاصل از عمق کشت نداشت. در شرایط معمولی با افزایش عمق کشت، صفات سبزشدن و رویشی عدس روندی کاهشی داشتند؛ البته این روند در عمق کشت‌های ۷/۵ – ۲/۵ سانتی‌متری کمتر محسوس بود؛ ولی عمق کشت بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متری صفات مذکور را به‌شدت تحت تأثیر قرار داد. در شرایط کاربرد پرایمینگ تا حدودی شیب این روند کندتر بود و به‌طور کلی در آزمایش حاضر مؤثرترین و ایده‌آل‌ترین ترکیب تیماری، تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت‌های کم به‌خصوص عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متری بود چون در مقایسه با سایر تیمارها در اکثر صفت‌های مورد اندازه‌گیری نقش افزایشی داشت.

منابع

1. Agrawal, R. L. 2004. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi.
2. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J., and Baidoo, D. 2006. Effect of planting depth on maize stand establishment. Journal of the Ghana Institution of Engineers 4(2): 20-25.
3. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J., and Nkansah, E.O. 2011. Effect of different sowing depths on soybean growth and dry matter yield. Agriculture and Biology Journal of North America 2(9): 1273-1278.
4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol Oxidase in Beta Plant Physiol 24: 1-5.
5. Arteca, N.R. 1995. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Springer, 352 pages.
6. Asgharipour, M.R. 2011. Effects of planting depth on germination and the emergence of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences 3(6): 459-461.
7. Ashraf, M., Karim, F., and Rasul, E. 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulate 36(1): 49-59.
8. Azarnia, M. 2011. The Effect of Priming by Gibberllin and Abcsisic Acid on Seed and Seedling Physiological Quality Enhancement of Chikpea (*Cicer arietinum* L.) Under Dry Farming and Irrigated Conditions. M.Sc.Thesis in Agriculture, University of Lorestan.
9. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013a. Effects of hydro and hormonal priming on yield and yield components of chickpea in irrigated and rain-fed conditions. Electronic Journal of Plant Production (EJCP) 6(4): 1-18. (In Persian with English Summary).
10. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013b. Priming is a method for improve seed quality for increase growth and yield crop. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 2(4): 277-287. (In Persian).
11. Da Silva, E.A.A., Toorop, P.E., Nijsse, J., Bewley, J.D., and Hilhorst, H.W.M. 2005. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica cv* Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. Journal of Experimental Botany 56(413): 1029-1038.
12. Eisvand, H.R., Alizadeh, M.A., and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and non aged seeds of bromgrass affects seedling physiological characters. Journal of New Seeds 11: 52-64.
13. Eisvand, H.R., Azarnia, M., Nazarian Firozabadi, F., and Sharafi, R. 2011a. Effect of priming by gibberllin and abcsisic acid on emergence and some seedling physiological characters of Chikpea (*Cicer arietinum* L.) under dry and irrigated conditions. 42(4): 789-797. (In Persian).
14. Eisvand, H.R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S., and Afroughe, Sh. 2011b. Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus). Iranian Journal of Plant Physiology 1(4): 233-239.
15. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
16. FAO. 2013. FAO Year Book. FAO Publication, (http://faostat.fao.org/site/).
17. Farahmandfar, E., Bagheri Shirvan, M., Azimi Sooran, S., and Hoseinzadeh, D. 2013. Effect of seed priming on morphological and physiological parameters of fenugreek seedlings under salt stress. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(8): 811-815.
18. 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 Agronomy Crop Science 194: 438-448.
19. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008a. 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.

20. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008b. 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.
21. 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 AgrobotaniciCluj-Napoca 38(1): 109-113.
22. Green, B., Grevers, M., and Lafond, G. 2000. Soil temperature and crop emergence under conventional and direct seedling. ca/DOCS/crop/integrated-pest-manegment/soil-fertility-fertilaizer/Ses 1294.asp.
23. Harbir, S., Singh, T., Singh, S.M., Rao, D.S.R.M., Faroda, A.S., Panwar, K.S., and Singh, H. 1991. Effect of seeding depth in relation to germination, seedling establishment and yield of dwarf wheat (*Triticum aestivun*). Indian Journal Agronmy Science 61(8): 546-550.
24. Harris, D.B.S.R., Aghuwanshi, G.S., Gangwar, S.C., Singh, K.D., Joshi, A., Rashid, H., and Hollington, P.A. 2001. Participatory evaluation by farmers of on farm seed priming in wheat in india Nepal and Pakistan. Experimental Agriculture 37: 403-415.
25. Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Mahdavi-Damghani, A., and Abbasi, F. 2010. Plant Physiology 2 (translate). Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad press. (In Persian).
26. 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.
27. Kayednezami, R., Balouchi, H.R., and Yadavi, A. 2012. Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties under salt stress. Iranian Journal of Pulses Research 3(2): 97-110. (In Persian with English Summary).
28. Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 1999. Physiology of Crop Plants. Pp 400. (In Persian).
29. Mahdi, L., Bell, C.J., and Ryan, J. 1998. Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid mediterranean environment. Field Crops Research 58: 187-196.
30. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Jihad-e Daneshgahi Mashhad Publisher. (In Persian).
31. Roy, J., Biswas, P.K., Ali, M.H., and Rahman, A. 2011. Effect of sowing depth and population density on yield attributes and yields of wheat. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 1(4): 125-133.
32. Schimdt, C.P., and Belfred, R.K. 1994. Increasing the depth of soil disturbance increases yield of direct drilled wheat on the sand plain soils of Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 34(6): 777-781.
33. 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 Regulate 30: 157-161.
34. Siddique, K., Loss, S., French, B., and Veitch, C. 1997. Sowing depth for chickpea, faba bean. lentil and field pea. http://agspsrv 34. agric. wa. gov.au /agency/pubns/ farmnote /1997/f04597.
35. Srivastava, A.K., Goering, C.E., Rohrbach, R.P., and Buckmaster, D.R. 2006. Engineering Principles of Agricultural Machines, (2^{nd}), American Society of Agricultural and Biological Engineers, Michigan.
36. Thomas, M., Robertson, J., Fukai, S., and Peoples, M.B. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. Field Crop Research 86(1): 67-80.
37. Yagmur, M., and Kaydan, D. 2009. The effects of different sowing depth on grain yield and some grain yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under dryland conditions. African Journal of Biotechnology 8(2): 196-201.
38. Yousefi, M., Soltani, A., Zeinali, E., and Sarparast, R. 2007. Effect of temperature and sowing depth on emergence of chickpea. Journal Agriculture Science Natural Resource. 13(2), Feb- Mar 2007 Special Issue.

39. Zaki, R.N., and Radwan, T.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 Applied Sciences Research 7: 42-55.
40. Zarei, I., Mohammadi, G., Sohrabi, Y., Kahrizi, D., Khah, E.M., and Kheirollah, Y. 2011. Effect of different hydropriming times on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). African Journal of Biotechnology 10(66): 14844-14850.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 31-46

Effect of salicylic acid pretreatment and various planting depths on emergence and some morpho-physiological characteristics of lentil

Biabani[1*], A., Azarnia[2], M., Sabori[3], H. & Gholamalipour Alamdari[4], E.

1- Associate professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
2- Ph.D student in Crop Physiology, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
3- Associate professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
4- Assistant professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

Received: 27 December 2014
Accepted: 16 March 2015

Introduction

Lentil is one of the major legume with protein content about 28% where is cultivated in different regions of Iran, especially in arid and semi-arid regions with low or variable rainfall. In these regions abiotic stresses such as heat of the around the end of growing season, drought stress in early and late within the season and salt stress alone or together have a large negative impact on germination, emergence, seedling growth and ultimately yield. Germination and seedling establishment are sensitive and crucial stages in the life cycle of plants, and determine density, uniformity as well as final yield of the crops. On the one hand, optimal germination and plant establishment and also planting depth due to the significant effect on seedling emergence and plant establishment is very important. So, selecting appropriate treatments with the combination of time and suitable planting depth are necessary for successful crop production. Seed priming as one of the strategy for increasing the rate and percentage of the germination, increasing in quality of seedling productivity, plant suitable establishment and increasing crop yield in the area is favorable.

Materials and Methods

This experiment was conducted in the form of factorial based on completely randomized block design in three replications in the research greenhouse of Gonbad Kavous University, College of Agriculture and Natural Resources in November of 2013. Factors included salicylic acid pretreatment in four concentrations (0, 50, 100 and 150 mg/kg) and various planting depths in five levels (2.5, 5, 7.5, 10 and 12.5 cm). In the present experiment, lentil seeds before planting were kept in the solution of salicylic acid hormone for 6 hours at room temperature and then they were removed from solution and dried on paper towels for 24 hr at room temperature. Then 30 primed lentil seeds of Kimia cultivar were planted in pots with 20 cm diameter and 30 cm height. Soil of the pots was prepared from research field of Gonbad Kavous University. The physicochemical characteristics of the soil included loam silt texture, pH 7.9, 13.4 mg/kg resorb able phosphorus, 68% carbon, 0.07 total nitrogen, 356 mg/kg resorb able potassium. Then some of the emergence traits such as rate, percentage and seed vigor as well as some morpho-physiological traits such as seedling dry weight, shoot length, number of primary branches, leaf area, leaf area ratio, specific leaf area, leaf weight ratio, chlorophyll Index and proline content were measured 60 days after planting.

Results and Discussion

Results showed that whole study traits except leaf weight ratio were affected by various priming and planting depths. The treatment of 100 mg/Kg salicylic acid in 2.5 cm planting depth increased traits such as percentage of emergence (98.89), emergence rate (1.80 seedlings per day), seedling dry weight (1.13 g), leaf area (70.64 cm^2), number of primary branches (4.7), leaf dry weight (0.69 g) and chlorophyll index (2.13). While proline content, leaf area ratio and specific leaf area decreased. It was also observed that priming treatment with 150 mg/kg salicylic acid increased proline content and shoot length, while leaf area and seedling dry weight inversely decreased. In this study, the treatment of 100 mg/kg of salicylic acid + 2.5 cm of planting depth due to additive effects on the most of the traits was suitable treatment. Salicylic acid treatments increased lentil emergence, while proline content decreased using various concentrations of study

* **Corresponding Author:** abs346@yahoo.com, Mobile: 09113740583

treatment. It may be due to some physiological and morphological changes resulting from them. Under rainfed conditions, cultivation depth is more considerable. It may be prevented from seed germination, seed emergence and subsequent growth. Seed priming to reduce the risk of poor establishment is useful in a wide range of environmental conditions. Results of this experiment also showed that priming is a simple and useful method to enhance the rate and percentage of the emergence of lentil. The beneficial effects of priming can cause optimal seedling establishment, creating a uniform density and increasing of legumes yield which are important food. The results showed that priming with 50 mg/kg of salicylic acid had a weak effect on emergence and growth traits of lentil over higher concentrations. However, priming with 150 mg/kg salicylic had a negative effect on the studied traits. In other words, the effects are not ideal. Under normal conditions by increasing cultivation depth the emergence and vegetative lentil traits had a declining trend. However, the trend in plant depth of 2.5 to 7.5 cm was less sensitive; but in the more than 7.5 cm of plant depth, the mentioned traits were influenced considerably.

Conclusions

In the present experiment the most effective and ideal combination treatment was 100 mg/kg of salicylic acid in low cultivation depth especially in 2.5 cm. Therefore, the study treatment had an additive effect on most of the measured traits.

Key words: Chlorophyll index, Morpho-pphysiological traits, Pretreatment, Proline