

اثر پیش تیمار بذر و عمق کاشت بر عملکرد و پروتئین لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.)

رقیه سلیمانی^۱، محمود پوریوسف میاندوآب^{۲*} و سوران شریفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر عملکرد و پروتئین لوبیا سفید رقم پاک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در روستای طسمالو واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان ارومیه در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل اول شامل عمق‌های مختلف کاشت ۲، ۴ و ۶ سانتی‌متر و عامل دوم پرایمینگ بذر با تیمارهای مختلف شاهد، هیدروپرایمینگ، پلی‌اتیلن‌گلیکول، نیترات‌پتاسیم و جلبک‌دریایی بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف عمق کاشت تأثیر آماری معنی‌داری بر صفات ارتفاع بوته، وزن دانه در بوته، درصد پروتئین دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک لوبیا داشت و پرایمینگ بذر بر کلیه صفات به جز ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و درصد پروتئین دانه تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل عمق کاشت در پرایمینگ بذر نیز تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه در بوته، وزن هزاردانه، درصد پروتئین دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. بیش‌ترین میزان عملکرد دانه با ۳۵۸۱/۶ کیلوگرم در هکتار از عمق کاشت ۴ سانتی‌متر به دست آمد و همچنین پرایمینگ بذر باعث افزایش عملکرد دانه در حدود ۳۸ درصد نسبت به شاهد شد. در عمق کاشت ۴ سانتی‌متر پرایمینگ بذر با پلی‌اتیلن‌گلیکول، نیترات‌پتاسیم و جلبک‌دریایی نسبت به هیدروپرایمینگ تأثیر بیشتری در افزایش وزن هزاردانه داشت. همچنین تیمار پلی‌اتیلن‌گلیکول در عمق کاشت دو سانتی‌متر، درصد پروتئین دانه را ۲۹/۶۲ درصد افزایش داد. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در عمق‌های مختلف کاشت نسبت به تیمارهای گروه شاهد (عدم پرایمینگ بذر) تأثیر مثبتی بر وزن دانه در بوته، وزن هزاردانه، درصد پروتئین و عملکرد بیولوژیک داشت.

واژگان کلیدی: پلی‌اتیلن‌گلیکول، درصد پروتئین دانه، عملکرد دانه، هیدروپرایمینگ.

۱- دانش آموخته، گروه زراعت، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۲- دانشیار گروه زراعت و آگرواکولوژی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.

۳- گروه زراعت، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

مقدمه

یکی از مهم ترین جنبه های کیفی بذر که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد، قدرت و قوه زیست بذر می باشد (Mitiku, 2023)؛ زیرا مراحل اولیه گیاه شامل مرحله جوانه زنی، رشد و استقرار گیاهچه ها در پویایی گیاهان نقش مهمی را برعهده دارد (Song et al., 2008). روش پرایمینگ بذر می تواند شامل عملیاتی باشد که با تأثیر بر وضعیت فیزیولوژیکی، متابولیسمی، بیوشیمیایی و آنزیمی بذر، قدرت آن را در راستای ایفای بهتر چرخه زیستی خود که مهم ترین آنها جوانه زنی و استقرار گیاه جدید می باشد، افزایش می دهد (Dawood, 2018). یعنی روش های پرایمینگ بذر می توانند بذور در حال استراحت را قبل از قرارگیری در بستر بذر تحت تحریک مثبت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی قرار دهند (Mitiku, 2023). همچنین، پرایمینگ ممکن است در افزایش میزان پروتئین دانه نخود با افزایش تشکیل گره های ریزوبیوم مؤثر باشد (Farooq et al., 2017). در شرایطی که کشت دوم همواره با تأخیر در کاشت مواجه است، جوانه زنی سریع، سبز شدن یکنواخت و استقرار قوی از عوامل لازم و ضروری به شمار می روند. چون سرعت جوانه زنی بعضی از گیاهان خیلی کم است و دیر جوانه می زنند، کشت آن ها به خصوص در فصل پاییز که احتمال سرما وجود دارد دچار مشکل می شود و برای رفع این مسئله بهتر است آن ها را قبل از کشت، آماده جوانه زنی کرد (Hu et al., 2010). در این رابطه به کارگیری روش های مختلف برای افزایش سرعت و قدرت جوانه زنی بسیار ضروری به نظر می رسد.

یکی از راه های افزایش جوانه زنی و سبز شدن بذر در شرایط تنش استفاده از روش پرایمینگ

است (Abasi et al., 2018). واژه پرایمینگ برای توصیف خیساندن بذر در محلول های اسمزی با پتانسیل آب پایین و دارای تهویه استفاده می شود. پیش تیمار بذر می تواند از طریق روش های مختلف نظیر هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ (استفاده از تنظیم کننده های رشد) انجام شود. در پیش تیمار بذر، اجازه جذب آب به صورت کنترل شده به بذر قبل از کشت تا اندازه ای داده می شود که فعالیت های اولیه جوانه زنی مثل فعال شدن هورمون ها و آنزیم ها، محلول شدن مواد غذایی ذخیره شده در بذر، شروع گردد، اما از خروج ریشه چه جلوگیری شود و سپس بذر خشک می گردد که تا زمان کاشت قابلیت نگهداری را دارا باشد (Abasi et al., 2018).

ایلکوکا و همکاران (Elkoca et al., 2011)، گزارش کردند که هیدروپرایمینگ باعث افزایش درصد جوانه زنی بذور لوبیا می شود. طی تحقیقی گزارش کردند که سطوح مختلف خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه تأثیر معنی دار دارد، به طوری که با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه زنی به طور معنی دار کاهش یافت (Ghani et al., 2009). اثر پرایمینگ بذر لوبیا با هورمون، موجب افزایش شاخص سبز و درصد سبز لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو گردید (Shekari et al., 2010). محققان اظهار داشتند که هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ خصوصیات رشدی گیاه از جمله سرعت جوانه زنی و وزن گیاهچه گیاه سویا را افزایش داده در نتیجه عملکرد بیولوژیکی و دانه گیاه نسبت به شاهد افزایش می یابد (Miladinov et al., 2018).

از عوامل دیگری که بر روی سبز شدن بذر و استقرار گیاهچه دارای اهمیت بسیار زیادی

تحت تأثیر قرار می‌دهد (Asgharipour, 2011). برخی از محققین نیز گزارش نمودند که شرایط مطلوب کاشت از جمله عمق، زمان و تراکم مطلوب کاشت موجب سازگاری بهتر گیاه به شرایط محیطی و افزایش رشد و فتوسنتز شده و در نتیجه عملکرد گیاهان و کیفیت آن‌ها افزایش می‌یابد (Finch-Savage and Bassel, 2016). سایر محققان نیز گزارش کردند که سرعت و درصد سبز شدن 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). با توجه به موارد ذکر شده، مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف عمق کاشت و پرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاسفید رقم پاک، آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در روستای طسمالو واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان ارومیه اجرا شد. محل اجرای آزمایش با ۱۳۷۱ متر ارتفاع از سطح دریا، با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه جنوبی واقع شده است. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد و برطبق اطلاعات هواشناسی میانگین دمای سالانه آن ۱۴/۲ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۲۱/۳ درجه سلسیوس و متوسط بارش سالانه ۲۹۶ میلی‌متر می‌باشد و بیشترین مقدار بارندگی در طی دو فصل بهار و زمستان اتفاق می‌افتد (آمار اداره هواشناسی، ۱۳۹۲). نتایج

می‌باشد، عمق کاشت بذر می‌باشد. عمق کاشت در به حداکثر رساندن پتانسیل سبز شدن نهال و رشد محصول مهم است (Aikins et al., 2011). کاشت خیلی کم عمق به دلیل رطوبت ناکافی خاک در لایه بالایی خاک باعث جوانه‌زنی ضعیف می‌شود (Helios et al., 2021). از سوی دیگر، کاشت عمیق نیز می‌تواند به طور قابل توجهی ظهور و رشد محصول را کاهش دهد. باعث می‌شود که نهال جوانه زده، عملکرد و بازدهی کم‌تری داشته باشد، به این معنی که وقتی خیلی عمیق است، قادر به بلند کردن لپه خود از بالای خاک نیست و بیماری‌های ناشی از خاک و حشرات به گیاهچه آن‌ها آسیب می‌رساند. این عوامل، پتانسیل عملکرد محصول را از ابتدای رشد محدود می‌کنند (Aikins and Afuakwa, 2008). یکی از اهداف مهم بذر برای بهبود عملکرد محصول، قراردادن بذر در عمق مطلوب است. بذر در عمق کاشته شوند که احتمال جوانه‌زنی، سبز شدن و بهبود رشد را افزایش دهد (Baye et al., 2020). محققان با مطالعه اثر عمق‌های مختلف کاشت بر جوانه‌زنی و رشد باقلا (واریته گورا) در فیچ، مرکز اتیوپی اظهار داشتند که از بین تیمارهای ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی‌متر کاشت در عمق ۶ سانتی‌متری درصد جوانه‌زنی بهتر، سبز شدن سریع را نشان داد و بلندترین گیاه با بیشترین تعداد برگ در هر بوته تولید شد. عمق کاشت ۱۲ سانتی‌متر (عمیق‌ترین عمق کاشت) درصد جوانه‌زنی ضعیف (۶۵/۷ درصد)، دیر سبز شدن (۷ روز) و کوتاه‌ترین بوته (۱۳/۵۳ سانتی‌متر) با کم‌ترین تعداد برگ در بوته (۲۱) را داشت (Helios et al., 2021). گزارش شده است که عمق کاشت در جوانه‌زنی، سبز شدن، قدرت بذر و رشد گیاهان بسیار مهم بوده و عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان را به شدت

تجزیه شیمیایی و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش نشان داد که بافت خاک سیلتی لومی، هدایت الکتریکی ۰/۹۸ میلی موس بر سانتی مترمربع، میزان نیتروژن ۰/۱۸ درصد، و میزان فسفر و پتاسیم به ترتیب ۱۹/۳۴ و ۳۶۸/۳۸ ppm و pH آن برابر ۷/۹ می باشد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول پرایمینگ بذر در پنج سطح شاهد (b₁)، هیدروپرایمینگ (b₂)، اسموپرایمینگ با PEG یا پلی اتیلن گلیکول (b₃)، اسموپرایمینگ با نترات پتاسیم (b₄) و پرایمینگ با جلبک دریایی (b₅) و فاکتور دوم عمق کاشت بذر در سه سطح ۲، ۴ و ۶ سانتی متر بود. برای انجام تیمار اسموپرایمینگ بر روی بذر لوبیا از ۳ ماده PEG با غلظت ۱۰۰ گرم در ۲۵۰ سی سی آب و KNO₃ به صورت محلول ۲ درصد و تیمار جلبک دریایی (محلول حاوی ۲۲۴ گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* و حاوی بیش از ۶۱ عنصر مفید جهت رشد و باروری و حاوی ۱/۴۵٪ نیترون، ۱٪ فسفر، ۱/۴٪ پتاسیم، ۰/۲٪ کلسیم، ۲٪ گوگرد و ۰/۲٪ منیزیم و حاوی هورمون های رشد اکسین، جبرلین و سیتوکنین می باشد). به صورت آماده استفاده شد. همچنین از آب خالص به عنوان تیمار هیدروپرایمینگ استفاده گردید.

بعد از تهیه محلول ها، بذر به مدت ۲۴ ساعت داخل محلول ها در دمای معمولی آزمایشگاه یعنی ۲۰-۲۲ درجه سلسیوس و دور از نور مستقیم آفتاب قرار داده شدند. بعد از ۲۴ ساعت بلافاصله بذر از محلول ها خارج گشته و با استفاده از آب مقطر سه بار شستشوی سطحی شدند. سپس بذر تیمار شده بر روی صفحات کاغذ و در دمای معمولی اتاق و دور از نور مستقیم آفتاب به مدت ۳ روز قرار داده و خشک گردیدند.

کاشت در مزرعه با استفاده از این بذر انجام گرفت. عملیات کاشت بعد از شخم زنی، دیسک و تسطیح به روش ردیفی در پشته هایی به عرض ۵۰ سانتی متر با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی متر از هم کشت گردید. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت به صورت نشتی انجام شد و آبیاری دوم به فاصله ۱۰ روز از آبیاری اول صورت پذیرفت. در طی فصل رشد، عملیات داشت شامل کوددهی با کود سولفات پتاسیم ۶۰ کیلوگرم در هکتار و اوره به عنوان استارتر در ابتدای کاشت به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. آبیاری اول قبل از کاشت انجام و سپس بذر در زمان گاورشدن خاک به صورت دستی کاشته شدند، تنک کردن و وجین علف های هرز در مرحله ۴ تا ۶ برگی به صورت دستی انجام شد. آفات خاصی در مزرعه وجود نداشت و هیچ گونه سموم آفت کشی مصرف نشد.

به منظور بررسی صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در بوته، ۱۰ بوته از وسط هر کرت برداشت شده و اندازه گیری گردید. صفت عملکرد دانه با برداشت ۲ خط وسط هر کرت معادل ۲ مترمربع با حذف حاشیه ها اندازه گیری شد. برای اندازه گیری درصد پروتئین دانه تعیین نیتروژن آلی به روش کج لداال استاندارد صورت پذیرفت و نیتروژن موجود در نمونه های گیاهی با استفاده از روش تیتراژ کردن بعد از مراحل هضم و تقطیر در سیستم میکرو کج لداال اندازه گیری شد و از فرمول ۱ میزان درصد پروتئین محاسبه شد:

$$(1) \quad 6/25 \times \text{میزان درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$$

اعداد به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و برای مقایسه میانگین داده ها از روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵

گلیکول، نیترات پتاسیم و جلبک دریایی هر کدام به ترتیب با تعداد ۳۷/۳، ۳۹/۸، ۴۴/۱ و ۴۴/۵ غلاف در بوته نسبت به شاهد به ترتیب ۳۳/۲، ۴۲/۱، ۵۷/۵ و ۵۸/۹ درصد افزایش در تعداد غلاف در بوته را نشان دادند و از نظر آماری پرایمینگ با جلبک دریایی بیشترین تعداد غلاف در بوته را داشت (شکل ۲). یکی از مهم ترین مزایای پیش تیمار بذر، رشد و نمو گیاهچه و افزایش بیوماس و محصول دانه می باشد. بذرهای تیمار شده پس از قرار گرفتن در بستر کاشت، زودتر جوانه زده و استقرار اولیه گیاهچه سریع تر و بهتر و در عین حال یکنواخت تر صورت می گیرد. در واقع این گیاهان در مقایسه با گیاهانی که بذر آنها تیمار نشده است، در زمان کوتاه تری تقسیم ریشه ای خود را گسترش داده و با جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید بخش های هوایی فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می رسند (Christos et al., 2019). طبق گزارشات پراجاپاتی و همکاران (Prajapati et al., 2017) تیمار هیدروپرایمینگ بذر به دلیل افزایش سرعت جوانه زنی و سبز شدن گیاه، سبب افزایش قابل ملاحظه تعداد نیام و تعداد دانه در نیام گیاه ماش می شود.

تعداد دانه در غلاف: یکی از مهم ترین عوامل تعیین کننده میزان عملکرد لوبیا، تعداد بذر موجود در غلاف می باشد. تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف لوبیا داشت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین ها، پرایمینگ بذر با تیمارهای مختلف، باعث افزایش تعداد دانه در غلاف نسبت به بذرهای پرایم نشده شد، که با نتایج تحقیقات مهری (Mehri, 2015) و حیدری و همکاران (Heidari et al., 2019) بر روی گیاه ماش مطابقت

درصد استفاده شد. شکل ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که عمق های مختلف کاشت در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته لوبیا داشت. ولی تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و اثر متقابل عمق کاشت در پرایمینگ بذر بر ارتفاع بوته تأثیر معنی داری نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین ارتفاع بوته نشان داد که در عمق های کاشت ۴ و ۶ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب با ۹۹/۰۶ و ۹۵/۹۳ سانتی متر مشاهده شد و کمترین ارتفاع بوته با ۹۰/۶۶ سانتی متر از عمق کاشت ۲ سانتی متر به دست آمد (شکل ۱). بذر گیاهان در عمق زیاد سریع تر استقرار می یابند، از این رو گیاهان قوی تری به وجود می آید که به تعداد دانه بیشتر در ردیف و عملکرد بالا منجر می شود. برخی محققان گزارش نمودند که عمق کشت ۵ سانتی متر طول ساقه سویا را افزایش داد (Aikins et al., 2011).

تعداد غلاف در بوته: براساس نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی داری بر تعداد غلاف در بوته لوبیا داشت؛ ولی عمق های مختلف کاشت و اثر متقابل عمق کاشت در پرایمینگ بذر بر تعداد غلاف در بوته تأثیر معنی داری نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین پرایمینگ بذر نشان داد که پرایمینگ بذر با تیمارهای مختلف موجب افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت به حالت شاهد (عدم پرایمینگ) شد. از نظر آماری بین تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی داری وجود نداشت، به طوری که پرایمینگ بذر ها با هیدروپرایمینگ، پلی اتیلن

مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی اول فصل از جمله سرما و کمبود رطوبت در خاک ربط دارد (Das and Jana, 2015).

در یک بررسی اثر اندازه بذر و عمق کاشت بر تجمع ماده خشک و عملکرد دانه ذرت اعلام شد که زمان سبز شدن بذر تحت تاثیر اندازه بذر و عمق کاشت می‌باشد و این عوامل، رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Fathi et al., 2001). پرامانیک و همکاران (Pramanik et al., 2015) در بررسی اثر پرایمینگ بذر با مواد محرک رشد بر خصوصیات زراعی کنگد دریافتند پرایمینگ بذر با GA₃ به صورت معنی داری ارتفاع بوته، تولید زیست توده هوایی، محتوای کلروفیل، محتوای آب نسبی برگ، تعداد شاخه‌های اولیه گیاهی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، عملکرد ساقه و شاخص برداشت را افزایش داد.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه تحت تأثیر اثر متقابل عمق‌های مختلف کاشت × پرایمینگ بذر قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که در عمق کاشت ۲ سانتی متر هیدروپرایمینگ، بیشترین تأثیر را در افزایش وزن هزار دانه نشان داد و با میانگین ۳۵۵ گرم بیشترین وزن هزار دانه را داشت. در عمق کاشت ۴ سانتی متر پرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول، نیتراپتاسیم و جلبک دریایی نسبت به هیدروپرایمینگ تأثیر بیشتری در افزایش وزن هزار دانه نشان دادند، به طوری که هر کدام با تولید میانگین‌های به ترتیب ۳۵۲، ۳۳۷ و ۳۲۵ نسبت به تیمار هیدروپرایمینگ (۲۹۱ گرم) به ترتیب ۲۱، ۱۶ و ۱۱ درصد وزن هزار دانه بیشتری تولید کردند. همچنین نتایج نشان داد در عمق کاشت ۴ سانتی متری، پرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول با ۳۵۲ گرم، بیشترین

داشت. در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ نیتراپتاسیم و جلبک دریایی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد دانه در غلاف نشان دادند که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۷۲/۸ و ۶۸/۳ درصد تعداد دانه در غلاف را افزایش دادند که همراه با اسموپرایمینگ به وسیله پلی اتیلن گلیکول بدون اختلاف معنی دار در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۳). در بین تیمارهای مختلف پیش تیمار، هیدروپرایمینگ کمترین تأثیر را در افزایش تعداد دانه در غلاف نشان داد.

وزن دانه در بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف عمق کاشت در سطح احتمال ۵ درصد و همچنین پرایمینگ بذر و اثر متقابل بین عمق کاشت در پرایمینگ بذر در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی داری بر وزن دانه در بوته لوبیا داشتند (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری عمق کاشت و پرایمینگ بذر نشان داد که کاشت در عمق ۲ سانتی متر و پرایمینگ با جلبک دریایی با ۱۰۵/۳۳ گرم، بیشترین وزن دانه در بوته را داشت؛ که نسبت به تیمار عدم پرایمینگ و کشت در عمق ۲ سانتی متر ۵۱/۲ درصد وزن دانه در بوته بیشتری تولید کرد. کمترین وزن دانه در بوته با ۴۹ گرم مربوط به تیمار عدم پرایمینگ بذر و کاشت در عمق ۲ سانتی متر بود. همچنین نتایج نشان داد پرایمینگ بذر با تیمارهای مختلف نسبت به تیمار عدم پرایمینگ بذر موجب افزایش وزن دانه در بوته شد (شکل ۴). محققان بیان کردند که افزایش وزن دانه با پرایمینگ بذر با محلول‌های هورمونی و هیدروپرایمینگ به تغییرات هورمونی در مریستم رویشی بذر و افزایش سرعت جوانه زنی و استقرار زودتر گیاه و

داشتند و تیمار شاهد در عمق ۲ سانتی‌متر نسبت به دیگر ترکیبات پرایمینگ بذر به‌علت سطحی کاشته شدن و قرارگرفتن بیشتر در معرض تنش خشکی کم‌ترین درصد پروتئین دانه را داشت. در عمق کاشت ۶ سانتی‌متر، پرایمینگ بذر در افزایش درصد پروتئین دانه تأثیر چندانی نشان نداد؛ به‌طوری‌که تمامی ترکیبات تیماری به‌کاررفته برای پرایمینگ بذر، بدون اختلاف معنی‌داری از همدیگر همراه با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۶). مازید (Mazid, 2014) در یک بررسی اثر پرایمینگ بذر با مواد محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه در نخود نشان داد که پرایمینگ بذر با جیرلین سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه در بوته و درصد پروتئین را به‌ترتیب ۸۲/۶۹، ۵/۴۴ و ۵۴/۳۲ درصد شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها

نشان داد که اندازه عمق‌های مختلف کاشت بذر و تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد تأثیر آماری معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین عمق‌های مختلف کاشت بذر نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه از عمق کاشت ۴ سانتی‌متری حاصل شد. به‌طوری‌که با تولید عملکرد دانه ۳۵۸۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به عمق کاشت ۲ و ۴ سانتی‌متری به‌ترتیب ۱۹/۷ و ۲۱/۶ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. تیمارهای عمق کاشت ۶ سانتی‌متر با تولید ۲۹۴۵ کیلوگرم در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار از تیمار عمق کاشت ۲ سانتی‌متر با ۲۹۹۰ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را نشان دادند (شکل ۷). با این حال، بررسی‌ها نشان داد افزایش عمق کاشت

وزن‌هزاردانه را نسبت به تیمار شاهد (عدم‌پرایمینگ و کاشت در عمق ۴ سانتی‌متر) با ۲۹۹ گرم داشت. همچنین نتایج نشان داد در عمق ۶ سانتی‌متر کاشت در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر، جلبک‌دریایی با تولید ۳۱۱ گرم کم‌ترین وزن هزاردانه را به‌خود اختصاص داد (شکل ۵). دیگر ترکیبات تیماری همچون هیدروپرایمینگ، پلی‌اتیلن‌گلیکول و نیترات‌پتاسیم تأثیر مشابهی بر وزن هزاردانه داشتند و اختلاف معنی‌داری با تیمار عدم‌پرایمینگ نشان ندادند و همراه با تیمار شاهد در یک گروه قرار گرفتند. در یک تحقیق، عمق کاشت ۸ سانتی‌متر در گیاه باقلا از رطوبت و تهویه مناسب در خاک استفاده کرده و در نتیجه تعداد روز از کاشت تا سبزشدن، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در گیاه زیادشده و منجر به تولید تعداد نیام و دانه‌های بزرگ‌تر و در نهایت عملکرد زیاد می‌شود (Baye et al., 2020).

پروتئین دانه: عمق‌های مختلف کاشت و

اثر متقابل عمق کاشت×پرایمینگ‌بذر به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه لوبیا داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل پرایمینگ‌بذر و عمق کاشت نشان داد پرایمینگ‌بذر در عمق‌های مختلف کاشت تأثیر متفاوتی بر درصد پروتئین دانه داشتند، به‌طوری‌که در عمق کاشت ۲ سانتی‌متر پرایمینگ‌بذر با ترکیب پلی‌اتیلن‌گلیکول بیش‌ترین درصد پروتئین دانه را داشت که نسبت به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ در عمق ۲ سانتی‌متر) ۳۵ درصد پروتئین دانه را افزایش داد. در عمق کاشت ۴ سانتی‌متر ترکیبات پلی‌اتیلن گلیکول، نیترات پتاسیم، هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد بدون اختلاف آماری از همدیگر بیش‌ترین درصد پروتئین دانه را

ضمن این که در افزایش عملکرد دانه مؤثر نبوده، بلکه باعث افت عملکرد دانه در گیاه لوبیاسفید رقم پاک گردید. بنابراین کاشت بذرهای لوبیا در عمق متوسط (۴ سانتی متر) عملکرد بیش تری داشت؛ زیرا عمق کاشت، بیشتر موجب طولانی شدن زمان کاشت تا سبز شدن شده و ریشه ها به علت نداشتن تهویه کافی در جذب آب و مواد غذایی مشکل داشته و سرعت رشد و عملکرد دانه آن ها کم خواهد شد. نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Das and Jana, 2015).

مقایسه میانگین تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر نشان داد که تیمار کردن بذر با ترکیبات مختلف نسبت به عدم پرایمینگ بذر موجب افزایش عملکرد دانه در لوبیاسفید رقم پاک شد. به طوری که هیدروپرایمینگ بذر با تولید عملکرد دانه ۳۳۶۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (عدم پرایمینگ) با تولید ۲۴۱۱ کیلوگرم در هکتار ۳۹ درصد عملکرد دانه بیش تری داشت (شکل ۸). در توجیه افزایش عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ می توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان و استفاده بیش تر از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشاره داشت (Christos et al., 2019). اسموپرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول با تولید ۳۶۱۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد ۵۰ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. اسموپرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم با تولید ۳۳۳۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد ۳۸ درصد عملکرد دانه بیش تری داشت و پرایمینگ بذر با جلبک دریایی با تولید ۳۱۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد ۲۶ درصد عملکرد دانه را افزایش داد (شکل ۸). بنابر یافته های پژوهشگران پرایمینگ بذر با تأثیر بر

وضعیت فیزیولوژیکی، متابولیسمی، بیوشیمیایی و آنزیمی بذر، قدرت آن را در راستای ایفای بهتر چرخه زیستی خود که مهم ترین آن ها جوانه زنی و استقرار گیاه جدید می باشد، فزونی داد (Dawood, 2018). روش های پرایمینگ بذر در حال استراحت را قبل از قرارگیری در بستر بذر تحت تحریک مثبت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی قرار داده (Mitiku, 2023) و متعاقباً رشد و استقرار به موقع گیاه و عملکرد بالا رفته و گیاهان یکنواخت تولید می شوند. محققان گزارش کردند که هیدروپرایمینگ بذرهای لوبیا قرمز به مدت ۷ ساعت موجب افزایش عملکرد اقتصادی می گردد (Ghassemi-Golezani et al., 2008). نتایج پژوهش دیگری نیز افزایش عملکرد نخود در اثر پرایم کردن را تأیید می کند (Kaur et al., 2005).

عملکرد بیولوژیک: نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف عمق کاشت و پرایمینگ بذر و اثر متقابل بین این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر آماری معنی داری بر عملکرد بیولوژیک لوبیا داشت (جدول ۱). مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که پرایمینگ بذر در عمق های مختلف کاشت نسبت به تیمارهای گروه شاهد (عدم پرایمینگ بذر) تأثیر مثبتی بر عملکرد بیولوژیک داشت. بیش ترین عملکرد بیولوژیک با ۸۸۷۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار پرایمینگ با نیترات پتاسیم و کاشت در عمق ۴ سانتی متر به دست آمد. کم ترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار عدم پرایمینگ و کاشت در عمق ۶ سانتی متر (۵۵۵۲ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۹). باتوجه به نتایج، با افزایش عمق قرار گرفتن بذر در خاک به دلیل کاهش قدرت جوانه زنی بذر و استقرار ضعیف گیاهچه ها، تراکم گیاهی

کاهش یافته و در نتیجه عملکرد ماده خشک کل نیز کاهش می یابد.

گزارش شده که عملکرد بیولوژیک یکی از صفاتی است که به شدت تحت تأثیر تیمار بذور قرار می گیرد (Ghani *et al.*, 2009). افزایش زیست توده گیاهان زراعی ماش سبز (Shekari *et al.*, 2010) و ماش سیاه (Prajapati *et al.*, 2017) نیز از طریق پرایمینگ و کشت مزرعه ای بذور گزارش شده است که با نتیجه حاصل در این تحقیق هماهنگی نشان می دهد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه با ۳۵۸۱/۶ کیلوگرم در هکتار از عمق کاشت ۴ سانتی متری حاصل شد، که نسبت به تیمارهای عمق کاشت ۲ و ۶ سانتی متر به ترتیب ۱۹/۷ و ۲۱/۶ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. نتایج نشان داد افزایش عمق بیش تر

کاشت، ضمن این که در افزایش عملکرد دانه لوبیاسفید رقم پاک مؤثر نبوده، بلکه باعث افت عملکرد دانه گردید؛ بنابراین کاشت بذره های لوبیا در عمق متوسط (۴ سانتی متر) عملکرد بیشتری داشت. پرایمینگ بذور بر اکثر صفات مورد بررسی از جمله تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تأثیر معنی داری داشت. پرایمینگ بذور سبب افزایش قابل توجهی در مقدار این صفات نسبت به تیمار شاهد گردید که در مورد عملکرد دانه این افزایش نسبت به تیمار شاهد به طور میانگین به ۳۸/۳۷ درصد رسید. ترکیبات مختلف پرایمینگ بذور از جمله هیدروپرایمینگ، پلی اتیلن گلیکول، نیتراپتاسیم و جلبک دریایی در افزایش صفاتی همچون عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد، تأثیر یکسانی از لحاظ آماری داشتند.

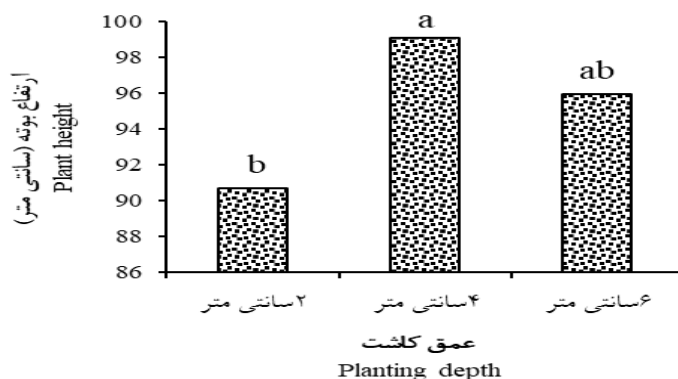
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید

Table 1- Analysis of variance of the effect of experimental treatments on yield and yield components of white bean

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS							عملکرد بیولوژیک Biological yield
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد گل‌اف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در گل‌اف بوته Number of seeds in pods	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	وزن هزار دانه 1000- grains weight	درصد پروتئین دانه Seed protein percentage	عملکرد دانه Grain yield	
بلوک block	2	591**	61 ^{ns}	9727*	16.756 ^{ns}	279 ^{ns}	5.26 ^{ns}	365 ^{ns}	740061 ^{ns}
عمق کاشت planting depth (P)	2	270*	163 ^{ns}	5103 ^{ns}	402*	49 ^{ns}	9.94*	1895143*	3933626**
پرایمینگ بذر Seed priming (S)	4	78 ^{ns}	407**	16190**	1151**	294 ^{ns}	2.51 ^{ns}	1891115**	3583255**
عمق کاشت × پرایمینگ بذر P × S	8	111 ^{ns}	43 ^{ns}	1840 ^{ns}	384*	1656**	9.3**	281923	1795976**
Error	28	55	99	2594	78	411	2.53	379848	305627
CV(%) ضریب تغییرات		7.80	15.75	15.17	12.79	6.27	5.95	19.43	8.30

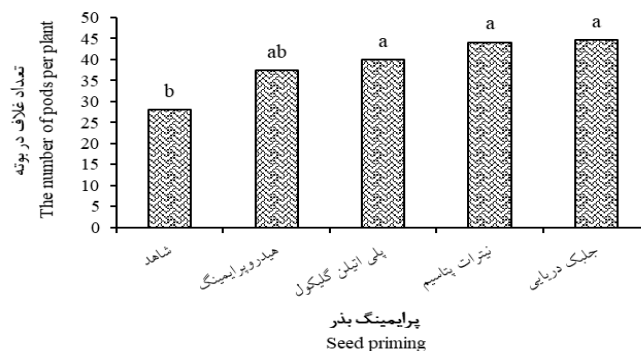
ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: nonsignificant and significant at the level of five and one percent statistical error, respectively.



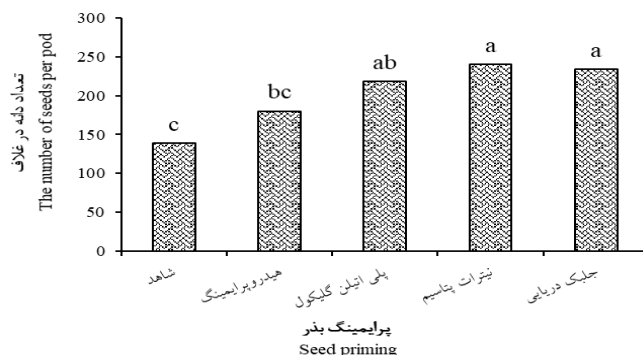
شکل ۱- تأثیر عمق‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته

Figure 1- The effect of different planting depths on plant height

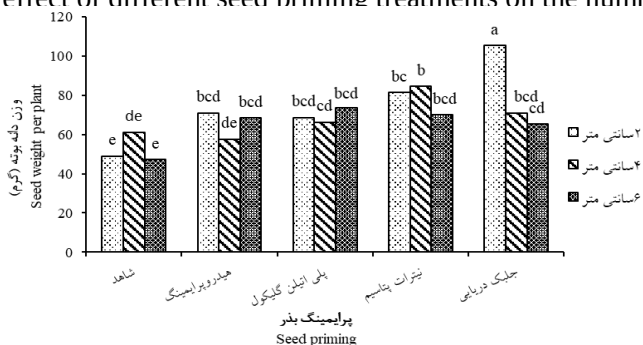


شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر تعداد غلاف در بوته

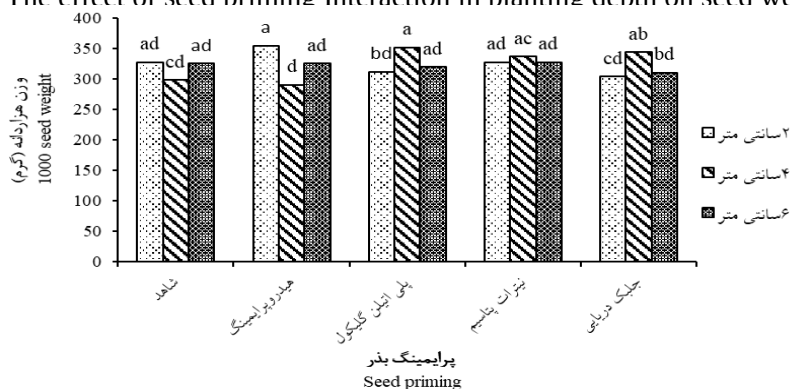
Figure 2- The effect of different seed priming treatments on the number of pods per plant



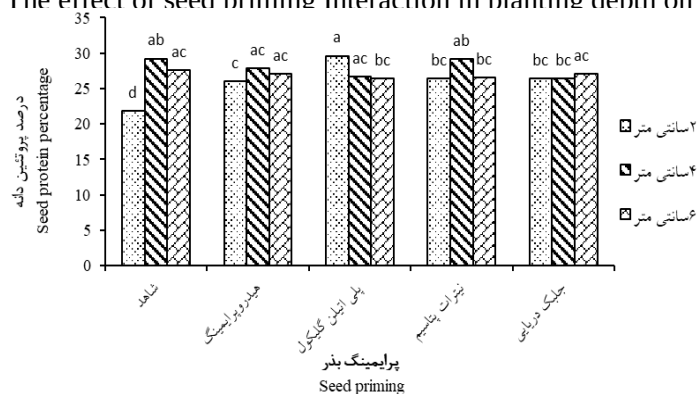
شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر تعداد دانه در غلاف
Figure 3- The effect of different seed priming treatments on the number of seeds per pod



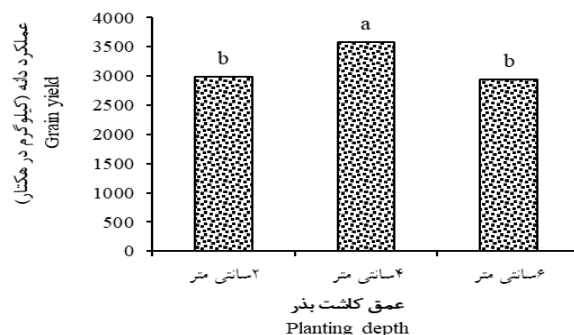
شکل ۴- اثر متقابل پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر وزن دانه در بوته
Figure 4- The effect of seed priming Interaction in planting depth on seed weight per plant



شکل ۵- اثر متقابل پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر وزن هزاردانه
Figure 5- The effect of seed priming Interaction in planting depth on 1000 seed weight

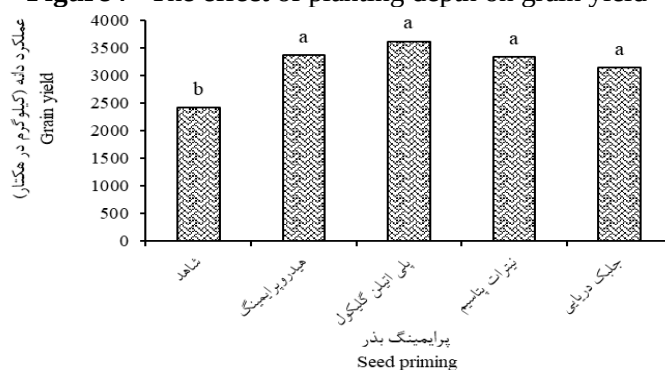


شکل ۶- اثر متقابل پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر درصد پروتئین دانه
Figure 6- The effect of seed priming Interaction in planting depth on seed protein percentage



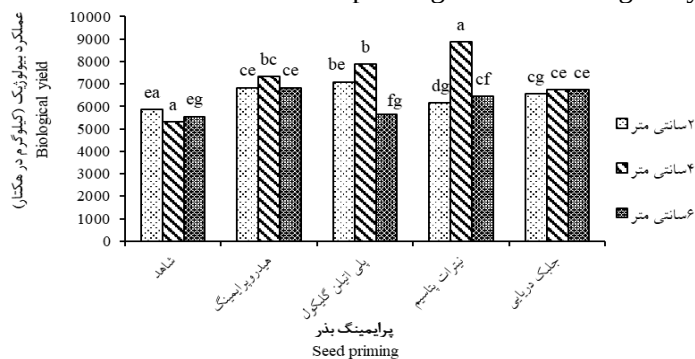
شکل ۷- تأثیر عمق‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه

Figure 7- The effect of planting depth on grain yield



شکل ۸- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه

Figure 8- Effect of different seed priming treatments on grain yield



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل پرایمینگ بذر و عمق کاشت بر عملکرد بیولوژیک

Figure 9- The effects of seed priming and planting depth Interaction on Biological yield

References

منابع مورد استفاده

- Abasi, S., S. Sharafi, and A. Hassanzadeh-Ghorttapeh. 2018. Effect of drought stress and seed priming on some traits of vegetative and reproductive of castor bean (*Ricinus communis*) plant. *Journal of Crop Ecophysiology*. 12(1): 75-88. (In Persian)
- Aikins, S.H.M., and J.J. Afuakwa. 2008. Growth and dry matter yield responses of cowpea to different sowing depths. *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*. 3(5 & 6): 50-54.
- Aikins, S.H.M., J.J. Afuakwa, and E.O. Nkansah. 2011. Effect of different sowing depths on soybean growth and dry matter yield. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2(9): 1273-1278.
- 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.
- Baye, E., Z. Ebrahim, N. Kasahun, N. Wasyihun, K. Siyum, D. Yachiso, Z. Tiruneh, and B. Fekadu. 2020. Effects of planting depth on germination and growth of faba bean (*Vicia faba* L.) at Fitcha, Oromia National Regional State, Central Ethiopia. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 8(3): 58-63
- Christos, A., R. Damalas, D. Spyridou, A. Koutroubas, and S. Fotiadis. 2019. Hydro-priming effects on seed germination and field performance of faba bean in spring sowing. *Agriculture*. 9(9): 201-213.
- Das, S.K., and K. Jana. 2015. Effect of seed hydro-priming and urea spray on yield parameters, yield and quality of lentil (*Lens culinaris medikus*). *Legume Research*. 0250-5371.
- Dawood, M.G. 2018. Stimulating plant tolerance against abiotic stress through seed priming. In: *Advances in seed priming*. Springer, Singapore, pp 147-183.
- Elkoca, E., K. Haliloglu., A. Esitken, and S. Ercisli. 2011. Hydro- and osmopriming improve chickpea germination. *Soil and Plant Science*. 57:193-200.
- Fathi, G., Kh. Alemi Saeid, and S.A. Siadat. 2001.. Effect of seed size and planting depth on dry matter accumulation and yield of corn. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 7: 95-106
- Farooq, M., M. Hussain, A. Nawaz, D.J. Lee, S.S. Alghamdi, and K.H. Siddique. 2017. Seed priming improves chilling tolerance in chickpea by modulating germination metabolism, trehalose accumulation and carbon assimilation. *Plant Physiology Biochemistry*. 111: 274-283.
- Finch-Savage, W.E., and G.W. Bassel. 2016. Seed vigor and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *Journal of Experimental Botany*. 67: 567-591.
- Ghani A., M. Azizi, and A. Tehranifar. 2009. Response of *Achillea* species to drought stress induce by polyethylene glycol in germination stage. *Iranian Journal Medicinal and Aromatic Plants*. 25(2): 261-271.
- Ghassemi-Golezani, K., A.A. Aliloo, M. Valizadeh, and M. Moghaddam. 2008. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of Lentil (*Lens culinaris Medik.*). *Agronomy and Plant Breeding*. 36: 29-33.

- Hassanzadeh, M., I. Demir, N. Hazrati, M.B. Taşkın, and Ş. Özge. 2019. Seed performance of common bean and cowpea by priming and planting date. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*. 64(4): 381-397.
- Hassanzadeh-Ghorttapeh, A., and S. Naibi. 2016. Effects of plant population and planting pattern on vegetative and reproductive characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.) plant. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 111: 1-10. (In Persian).
- Heidari H., Y. Alizadeh, and A. Fazeli. 2019. Effects of seed priming and foliar application of salicylic acid on some of physiological characteristic and yield on mung bean (*Vigna radiata* L.) under drought stress condition. *Journal of Plant Production*. 64(4): 381-397.
- Helios W., A. Jama-Rodzeńska, M. Serafin-Andrzejewska, A. Kotecki, M. Kozak, P. Zarzycki, and L. Kuchar. 2021. Depth and sowing rate as factors affecting the development, plant density, height and yielding for two faba bean (*Vicia faba* L. Var. Minor) cultivars. *Agriculture*. 11(820): 1-17.
- Hu J., X.J. Xie, Z.F. Wang, and W.J. Song. 2010. Sand priming improves alfalfa germination under high-salt concentration stress. *Seed Science and Technology*. 34: 199- 204.
- Kaur, S., A.K. Gupta, and N. Kaur. 2005. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chick pea. *Agronomy and Crop Science*. 191: 81-86.
- Mazid, M. 2014. Seed priming application of gibberellic acid on growth, biochemical, yield attributes and protein status of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. DCP 92-3). 17-22
- Mehri, S.H. 2015. Effect of seed priming on yield and yield components of soybean. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*. 15(3): 399-403.
- Miladinov Z., S. Balešević-Tubić, V. Đukić, A. Ilić, L. Čobanović, G. Dozet, and L. Merkulov-Popadić. 2018. Effect of priming on soybean seed germination parameters. *Acta Agriculturae Serbica*. XXIII, 45: 15-26.
- Mitiku, T. 2023. Effect of halo, osmo and hydro-priming on yield and yield related traits of common bean at Raya Valley of Tigray Region, Ethiopia. *Journal of Plant Sciences*. 11(3): 74-79.
- Pourmohammad, A., F. Shekari, and V. Soltanband. 2014. Cycocel priming and foliar application affected yield component of rape seed. *Cercetări Agronomice în Moldova*. 71: 59-69.
- Prajapati, K.R., D.B. Patel, K. Patil, and R.S. Bhadane. 2017. Effect of seed hardening on morphophysiological and yield parameters in black gram (*Vigna mungo* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 5(4): 439-441.
- Pramanik, K., A. Adhikari, A.K. Bera, and B. Mandal. 2015. Effect of seed priming and mulching on growth and productivity of rain-fed sesame (*Sesamum Indicum* L.) during summer season. *International Journal of Bioresource Science*. 21 (1): 23-32.
- Shekari, F., A. Pakmehr, M. Rastgoo, J. Saba, M. Vazayefi, and E. Zangani. 2010. Effect of salicylic acid priming on some morphological traits of cowpea (*Vigna*

- unguliculata*) under water deficit at podding stage. *Modern Technology in Agriculture*. 4(1): 6-26.
- Song J., H. Fan, Y., Zhao, Y., Jia, X. Du, and B. Wang. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. *Aquatic Botany*. 88: 331–337.
 - Yousefi, M., A. Soltani, E. Zeinali, and R. Sarparast. 2007. Effect of temperature and sowing depth on emergence of chickpea. *Journal Agriculture Science Natural Resource* (Special Issue). 13(2): 214-226.

Research Article

DOI:

The Effect of Seed Priming and Sowing Depth on Yield and Protein of White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Roghayyeh Soleymani¹, Mahmoud Pouryousef Miandoab^{2*}, and Soran Sharafi³

Received: September 2023, Revised: 15 December 2023, Accepted: 29 December 2023

Abstract

To evaluate the effect of priming and sowing depth on yield and protein of White bean cultivar Pak, the experiment was performed at Tasmalu village located in 15 kilometers from the city of Urmia based on a factorial randomized complete block design with three replications in 2014. The treatments were included sowing depth at three levels (2, 4 and 6 cm) and priming in five levels (control, hydro-priming, polyethylene glycol, potassium nitrate and seaweed), respectively. The results showed that effect of different treatments of sowing depth on plant height, seed weight per plant, grain protein percent, grain and biological yield was significant and seed priming effect on all treatments except for plant height, 1000 seed weight and seed protein percent was significant. Interaction of sowing depth in seed priming have significant effect on seed weight per plant, 1000 seed weight, grain protein percent and biological yield. The highest amount of grain yield 3581.6 kg. ha⁻¹ of sowing depth of 4 cm was obtained. Seed priming was increased grain yield about 38% as compared to control. At the planting depth of 4 cm, seed priming with polyethylene glycol, potassium nitrate, and seaweed had a greater effect on increasing the weight of a thousand seeds than hydropriming. Seed priming with polyethylene glycol in sowing depth of 2 cm increased the percentage of seed protein by 29.62%. The results showed that seed priming at different depths of sowing compared to the control group (non- seed primed) had a positive effect on seed weight per plant, 1000 seed weight, protein percentage and biological yield.

Key words: Grain yield, Hydro-priming, Polyethylene glycol, Seed protein percent.

¹Grajueted, Department of Agronomy, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

²- Associate Prof., Department of Agronomy and Agroecology, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran.

³- Department of Agronomy, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

*Corresponding Authors: pooryousefm@yahoo.com