"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هفتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۷
(ص ۲۵۶-۲۴۳)

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 7, No.: 1, Spring and Summer 2018
(pp: 243-256)
DOI: 10.22034/ijsst.2018.107989.1003

تاثیر هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی ارقام نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشکی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

محمد حسین شریعتمداری[1*]، مهدی پارسا[2]، احمد نظامی[2] و محمد کافی[2]

۱. دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی پردیس دانشگاه فردوسی مشهد
۲. عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۸)

چکیده

به منظور ارزشیابی تاثیر هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی و شاخص های رشدی ارقام نخود در شرایط تنش خشکی دو آزمایش جداگانه انجام شد. در آزمایش اول تاثیر هیدروپرایمینگ (شامل چهار زمان صفر، ۸ ۱۶ و ۲۴ ساعت خیساندن بذور در آب) بر خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه بذر دو رقم نخود ILC6266 و MCC510 در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش دوم در گلخانه انجام شد. در این بخش پرایمینگ بذرها مانند آزمایش اول انجام شد ولی گیاهان تحت تیمارهای خشکی شامل ۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش مدت خیساندن بذور در آب از شاهد به ۲۴ ساعت، توانست درصد جوانه‌زنی را ۸ درصد و سرعت جوانه زنی را ۲۵ درصد افزایش دهد. پرایمینگ بذور سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو رقم شد ولی رقم MCC 510 دارای طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بالاتری نسبت به رقم ILC 6266 بود. همچنین با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۲۴ ساعت در رقم ILC 6266 و MCC 510 شاخص بنیه طولی بذر به ترتیب ۴۱ و ۵۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. بر اساس نتایج آزمایش گلخانه ای هیدروپرایمینگ تا حدودی توانست اثرات مخرب تنش خشکی را کاهش دهد بطوریکه هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در رقم MCC 510 توانست درصد سبزشدن را به ۱۰۰ درصد برساند. تنش خشکی در سطح ۵۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی در هر دو رقم در شرایط بدون اعمال پرایمینگ سبب مرگ گیاهچه‌ها شد که هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت توانست سبب افزایش ۷۴ درصدی ماده خشک ارقام نخود نسبت به شاهد شود. شاخص بنیه طولی گیاهچه در دو رقم نخود تا تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی متفاوت بودند ولی پس از آن با افزایش تنش خشکی این صفت در هر دو رقم کاهش یافت. در رابطه با شاخص بنیه‌وزنی گیاهچه نیز افزایش تنش خشکی در هر دو رقم سبب کاهش معنی‌دار آن در تمامی سطوح هیدروپرایمینگ شد.

کلمات کلیدی: ارتفاع بوته، بذر، بنیه‌بذر، ظرفیت زراعی مزرعه، ماده خشک

Effect of hydropriming on germination and growth indices in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress in vitro and glass house condition

M.H. Shariatmadari[1]*, M. Parsa[2], A. Nezami[2] and M. Kafi[2]

1. Phd. Student- Department of Agronomy & PB- Ferdowsi University of Mashhad- Iran.
2. Scientific Member of Department of Agronomy & PB- Ferdowsi University of Mashhad- Iran.
(Received: Oct. 18, 2016 – Accepted: Feb. 17, 2017)

Abstract

In order to evaluate the effect of hydropriming on germination and seedling growth of Chickpea cultivars under drought stress this study was conducted in two separate experiments. In the first experiment the effect of hydropriming (include four-time zero, 8, 16 and 24hours of soaking in distilled water) on the germination of two chickpea cultivars ILC6266 and MCC510 were studied in physiology laboratory. The second experiment was conducted in research greenhouse in same location. Seeds were primed such as the first experiment. Drought treatments were 70, 50 and 30 percent of field capacity. Analysis of variance showed that increasing the duration of soaking in water to 24 hours, the germination percentage and germination rate increased 8 % and 25 % respectively. Seed priming increased radicle and plumule length of both cultivars, but the MCC 510 has a length of radicle and plumule was higher than the ILC 6266. Also with increasing duration of hydro to 24 hours seed length vigor of MCC 510 and ILC 6266 was increased 41% and 52% compared control condition. Based on the results of glasshouse drought severely reduced germination percentage of both cultivars, although somewhat priming could reduce the damaging effects of water stress as a priming for 24 hours could caused 100% percentage of emergence in the MCC 510. Both cultivars under drought stress in seedling death was caused without priming but The hydropriming for 24 hours could increase 74 percent dry matter chickpea cultivars compared control condition. In conjunction with plant weight vigor also increase drought stress caused a significant reduction of both cultivars in all levels of hydropriming.

Keywords: seed, percent of field capacity, seed vigor, plant height, dry weight.

* Email: shariatsh@gmail.com

مقدمه

حبوبات و بالاخص نخود به جهت داشتن پروتئین گیاهی و وجود اسید آمینه‌های ضروری، بخصوص لیزین، مواد معدنی کلسیم و آهن، و مقدار کمی کاروتنین، ریبوفلاوین، اسید آسکوربیک دارای ارزش غذایی بالایی است (Koocheki and Banayan aval, 2004; Majnoon Hosseini, 2008). نخود بدلیل ارزش زراعی، غذایی و خصوصیات اکولوژیکی در بین حبوبات در سطح جهان در مقام دوم می باشد (FAO, 2014).

یکی از مشکلاتی که کشاورزان امروزی در کشورهای در حال توسعه با آن روبرو هستند، شرایط نامناسب ساختمان خاک بوده که سبب بروز مسائلی نظیر کاهش درصد جوانه‌زنی، عدم سبز یکنواخت محصول، رشد نابرابر گیاهان جوانه‌زده و در نتیجه رقابت نابرابر آنها با همدیگر در استفاده از منابعی نظیر نور، مواد غذایی و آب شده و این امر سبب تفاوت در بیوماس گیاهان و نهایتاً عملکرد می‌شود (Satvir *et al*., 2002). از آنجا که بیش از ۹۰ درصد کشت نخود به صورت دیم می‌باشد، یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد آن وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه می‌باشد (Kashiwagi *et al*., 2006).

گاهی اوقات بذور کشت شده از رطوبت جهت جوانه‌زنی برخوردار نبوده و این امر سبب تضعیف و ناهمگنی رشد گیاه می‌شود. پیش تیمار بذر جهت جلوگیری از عدم همزمانی جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه بطور موثری جوانه‌زنی بذر بسیاری از گیاهان زراعی نظیر گندم، چغندر قند، ذرت، سویا و آفتابگردان را بهبود داده است (Harris *et al*., 2005). خیساندن بذر با آب باعث جوانه‌زنی سریع، ریشه‌های عمیق‌تر، گلدهی و رسیدگی سریع و عملکرد بالاتر در برنج دیم، نخود و ذرت می‌شود (Harris *et al*., 2001). مطالعات زیادی دربارهٔ تأثیرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پرایمینگ بر روی دانه‌های مختلف بقولات از جمله دانه‌های یونجه، نخود، لوبیا چشم بلبلی، عدس انجام شده و نشان داده است که تیمار هیدروپرایمینگ قادر به بهبود فرآیند جوانه‌زنی و ایجاد مقاومت تحت شرایط تنش است (Kaur *et al*., 2005; Posmyk and Janas, 2007; Hu *et al*., 2006; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008). در تحقیقی بر روی نخود گزارش شده است که هیدروپرایم کردن بذور باعث افزایش بیوماس، تعداد شاخه‌ها، گل‌ها، غلاف‌ها و تعداد بذور در گیاه شده که در مجموع باعث افزایش عملکرد گردید (Kaur *et al*., 2005). هریس و همکاران (Harris *et al*., 2001) اظهار داشتند که هیدروپرایمینگ سبب شروع زودتر گلدهی در گیاهان ذرت، نخود و گندم گردیده است. بر پایه گزارش‌های هریس و همکاران (Harris *et al*., 2008 ; Harris *et al*., 1999) در پی تیمار پرایمینگ عملکرد گندم ۳۷ درصد، جو ۴۰ درصد، برنج آپلند ۷۰ درصد، ذرت ۲۲ درصد، سورگوم ۳۱ درصد، نخود ۵۶ درصد و ارزن مرواریدی ۵۰ درصد افزایش داشته است. کائور و همکاران (Kaur *et al*., 2005) افزایش ۱۱ درصدی عملکرد نخود را تحت تاثیر پرایمینگ مشاهده نمودند. گزارش شده است که به دنبال پرایمینگ بذور کاهو، گوجه فرنگی، تره فرنگی، گندم و ذرت سنتز DNA و RNA و تقسیم سلولی و فعالیت آنزیم فسفاتاز افزایش یافته است (Abbasdokht & Edalatpishe, 2008). کائور و همکاران (Kaur *et al*., 2005) اظهار نمودند، فعالیت مخزن در گیاهان نخود حاصله از بذور هیدروپرایمینگ شده در مقایسه با شاهد بالاتر بود که این امر از طریق بالاتر بودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات سینتاز مشخص گردید که در نهایت افزایش وزن هزار دانه و عملکرد را به دنبال داشت. گزارش شده است که هیدروپرایمینگ بذرها باعث افزایش محتوای کل کلروفیل در برگ‌ها شده (Roy and Srivastava, 2000) و از این طریق دسترسی به مواد فتوسنتزی را افزایش داده

و بهبود عملکرد را در بر داشته است (Ashraf and Foolad, 2005). نتایج پژوهش دیگری بر روی نخود نشان داد که هیدروپرایمینگ نخود تحت شرایط آبیاری عملکرد را از ۲۶۰۲ به ۳۵۳۳ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (Salimi *et al*, 2011).

با توجه به روند رو به رشد کمبود آب و بروز خشکی در کشور و اهمیت گیاه نخود از نظر تامین پروتئین غذایی و کمک شایان این گیاه به حاصلخیزی خاک، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیرات تعدیل کنندگی هیدروپرایمینگ نخود در شرایط تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و همچنین رشد گیاهچه‌های نخود بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: دراین آزمایش تاثیر هیدروپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه بذر دو رقم نخود ILC 6266 (رقم حساس به خشکی) و MCC 510 (رقم معمولی) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای هیدروپرایمینگ شامل چهار زمان صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت بود. پیش ازشروع آزمایش بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی گردید. یک نمونه با رطوبت حدود ۱۰ درصد بعنوان شاهد در داخل کیسه پلاستیکی در دمای ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد در داخل یخچال نگهداری شد. در مجموع تعداد ۵۰۰ بذر از هر رقم در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت در داخل آب مقطر استریل شده خیسانده شد (Khodabakhsh *et al*, 2010). پس از طی این زمان، بذور از آب مقطر خارج و به وسیله کاغذ صافی رطوبت آنها گرفته شده و سپس در دمای آزمایشگاه خشک گردیدند تا رطوبت آنها به ۱۰درصد برسد و تا زمان استفاده در آزمایش در کیسه پلاستیکی و در یخچال با دمای ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

جهت انجام آزمایش جوانه‌زنی، ۳۰ بذر از هر رقم برای هر کدام از تکرارها جهت کشت در پتری دیش‌های به قطر ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد (هر تکرار دارای سه پتری دیش و هر پتری دیش حاوی ۱۰ بذر). بذرها در روی کاغذ صافی مرطوب قرار داده شده و سپس یک کاغذ صافی مرطوب دیگر روی بذور قرار گرفت و میزان ۵ سی‌سی آب مقطر به هر پتری دیش اضافه گردید. جهت جلوگیری از تبخیر آب، پتری دیش‌ها در داخل پلاستیک قرار گرفته و در داخل انکوباتوری با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. ظهور ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر به عنوان معیاری برای جوانه زنی بذرها در نظر گرفته شد. تعداد بذور جوانه‌زده بطور روزانه شمارش گردیده و صفت درصد جوانه‌زنی اندازه گیری گردید.

سرعت جوانه‌زنی با استفاده از معادله ۱ تعیین شد (Maguire, 1962):

معادله ۱: $\mathbf{R = \Sigma n / \Sigma D.n}$

در این معادله R سرعت جوانه‌زنی (بر حسب بذر در روز)، n تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز و D.n تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش می‌باشد.

در پایان آزمون جوانه‌زنی (۱۰ روز) ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ها از محل اتصال به بذور قطع و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط کش معمولی اندازه‌گیری شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری ماده خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه قرار داده شد.

شاخص بنیه طولی و وزنی بذر نیز با استفاده از معادله‌های ۲ و ۳ محاسبه گردید (Kim and Kang,1987):

معادله ۲: $\text{Seed length vigor} = G.L$

معادله ۳: $\text{Seed weight vigor} = G.DW$

در این معادلات G درصد جوانه زنی، L طول گیاهچه

و DW ماده خشک گیاهچه می‌باشد.

آزمایش دوم: در این بررسی تاثیر هیدروپرایمینگ بر روی دو رقم نخود ILC 6266 و MCC 510 تحت شرایط تنش خشکی بر درصد و سرعت سبزشدن و رشد اولیه گیاهچه‌ها در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در گلخانه دما دارای دامنه ۳±۳/۱۳±۲۴ درجه سانتیگراد شب و روز بود. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. پرایمینگ بذرها مانند آزمایش اول انجام شد. سپس تعداد ۱۵ بذر پرایم‌شده در گلدان‌های به قطر ۱۵ سانتیمتر حاوی خاک مزرعه کشت شدند (هر تکرار دارای گلدان و هر گلدان حاوی ۵ بذر). تیمارهای خشکی شامل I_1 (۷۰ درصد ظرفیت زراعی)، I_2 (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، I_3 (۳۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. برای تعیین مقادیر آب برای آبیاری هر گلدان ابتدا مقدار ۵۰۰ گرم خاک در داخل آون در درجه حرارت ۱۰۳ درجه سانتیگراد قرارداده و پس از ۴۸ ساعت توزین و وزن خاک خشک تعیین گردید. سپس خاک خشک شده در گلدانی ریخته شده و به آرامی و تا حد اشباع، آب به آن اضافه کرده و پس از خارج شدن کامل آب ثقلی گلدان توزین و پس از کسر وزن گلدان و خاک خشک مقدار آب نگهداری شده در ظرفیت زراعی تعیین گردید و براساس آن تیمارهای آبیاری اعمال شد (Khodabakhsh *et al*, 2010). تیمارهای تنش خشکی یک هفته پس از کاشت اعمال شدند. آبیاری گلدان‌ها هر سه روز یک بار تا رسیدن آب خاک به ظرفیت زراعی مورد نظر برای هر گلدان انجام شد.

تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر روز ثبت گردید و پس از ۳۰ روز گیاهچه‌ها ازگلدان خارج و سپس اندام هوایی گیاهان از سطح خاک جدا شده و طول گیاهچه با استفاده از خط کش معمولی اندازه گیری و سپس با قرار دادن درآون ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت وزن خشک آنها اندازه گیری شد. درصد و سرعت سبزشدن مانند آزمایش جوانه‌زنی محاسبه شد. بنیه طولی و وزنی گیاهچه نیز همانند معادله ۲ و ۳ از حاصلضرب درصد سبزشدن با طول و وزن خشک گیاهچه‌ها بدست آمد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد. نمودارها نیز با نرم افزارهای Excel و SigmaPlot ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون آزمایشگاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پرایمینگ بر روی تمام صفات مربوط به جوانه‌زنی در آزمایشگاه معنی‌دار گردید. اثر رقم نیز بر اغلب صفات بجز درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و بنیه وزنی بذر معنی‌دار شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل هیدروپرایمینگ و رقم بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نشد ولی بر وزن خشک و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین بنیه بذر اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱).

هیدرو پرایمینگ سبب افزایش بهبود درصد جوانه‌زنی نخود گردید بطوری که با افزایش مدت خیساندن بذور در آب از شاهد به ۲۴ ساعت، درصد جوانه‌زنی ۸ درصد افزایش یافت (جدول ۲).

تأثیرات مفید پرایمینگ بر روی جوانه‌زنی ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم اندوبتاماناز مربوط باشد که باعث تضعیف دیواره سلولی و بهبود ظهور ریشه‌چه می‌شود. شیوه‌های مختلف پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزی می‌شود. به علت قابلیت دسترسی آسان گیاهک به مواد غذایی در طول جوانه‌زنی، بذرهای پرایمینگ شده فرآیند جوانه‌زنی را در زمان کوتاه‌تری کامل می‌کنند (Nonami *et al*., 1995).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که هیدروپرایم ۲۴ ساعت سبب بهبود معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی بذور نخود گردید و افزایش ۲۵ درصدی این شاخص نسبت به

شاهد را در پی داشت. رقم MCC 510 نیز نسبت به رقم ILC 6266 دارای ۱۰ درصد سرعت جوانه‌زنی بالاتری بود (جدول ۲). تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده را می‌توان به افزایش سرعت تقسیم سلولی در این بذور (Bose and Mishra, 1992) و تحریک برخی فعالیت‌های متابولیک درگیر در فاز اولیه جوانه‌زنی بذر نیز نسبت داد (Bradford, 1995).

هر چند خیساندن بذور در آب در هر دو رقم ILC 6266 و MCC 510 سبب افزایش ماده خشک ریشه‌چه نخود شد، ولی این افزایش بسته به رقم متفاوت بود به نحوی که در رقم ILC 6266 با افزایش مدت زمان خیساندن بذور در آب تا ۸ ساعت تغییری در این صفت مشاهده نشد ولی پس از آن ۱۶ ساعت خیساندن بذور سبب ۳۶ درصد افزایش ماده خشک ریشه‌چه شد، در صورتی که در رقم MCC 510 با افزایش مدت زمان خیساندن بذور از ۸ به ۱۶ ساعت افزایش ۷۱ درصدی ماده خشک ریشه‌چه مشاهده شد (جدول ۲). ماده خشک ساقه‌چه در هر دو رقم مورد آزمایش دارای روند مشابهی بود. با افزایش مدت زمان خیساندن بذور نخود در آب، ماده خشک ساقه‌چه افزایش یافت هرچند در رقم MCC 510 این افزایش از زمان ۱۶ به ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ معنی‌دار نبود. خیساندن بذور در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در رقم ILC 6266 ۵۹ درصد و در رقم MCC 510 ۶۵ درصد افزایش ماده خشک ساقه‌چه را نسبت به شرایط بدون پرایم در پی داشت (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی دو رقم نخود در اثر هیدروپرایمینگ در شرایط آزمایشگاه

Table 1- Analysis of variance for germination traits of two chickpea cultivars under hydropriming and drought stress in laboratory condition

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length to plumule length	شاخص بنیه طولی بذر Seed length vigor	شاخص بنیه وزنی بذر Seed weight vigor
پرایمینگ Priming	3	103.1*	60.43**	0.158**	0.112**	7.06**	4.256**	1.04*	258856**	5.042**
رقم Genotype	1	78.1^{ns}	47.44**	0.029**	0.118**	57.16**	0.011^{ns}	14.11**	597917**	0.105^{ns}
پرایمینگ*رقم Priming*Genotype	3	11.5^{ns}	3.43^{ns}	0.026**	0.003*	1.57*	0.435**	0.61^{ns}	32388**	0.233*
خطا Error	24	32.3	2.78	0.003	0.001	0.40	0.033	0.25	5821	0.057
کل Total	31									
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		6.0	7.52	14.6	10.9	12.9	7.64	22.9	11	11.3

ns، * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non-significant, significant at 5% & 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- اثرات هیدروپرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو رقم نخود در شرایط آزمایشگاه

Table 2- effects of hydropriming on germination traits of two chickpea cultivars in in laboratory condition

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length to plumule length	شاخص بنیه طولی بذر Seed length vigor	شاخص بنیه وزنی بذر Seed weight vigor
Hydroriming									
H_1 0	90.0	18.5	11.5	5.29	3.59	1.51	2.61	461	1.52
H_2 8 h	93.8	21.8	6.9	7.67	4.77	2.13	2.26	648	1.37
H_3 16 h	97.5	23.8	15.8	11.50	5.25	2.61	1.99	771	2.66
H_4 24 h	97.5	24.7	16.5	13.60	5.80	3.23	1.78	881	2.94
LSD (P<0.05)	5.8	1.7	1.9	1.08	0.65	0.19	0.51	79	0.25
Genotype									
C_1 ILC 6266	93.1	21.0	11.7	11.40	3.52	2.39	1.50	554	2.18
C_2 MCC 510	96.3	23.4	13.6	7.60	6.19	2.35	2.83	827	2.07
LSD (P<0.05)	4.1	1.2	1.3	0.76	0.46	0.13	0.36	56	0.17
Priming*Genotype									
H_1C_1	87.5	16.9	9.9	6.83	2.92	1.85	1.62	418	1.47
H_1C_2	92.5	20.7	13.2	3.75	4.27	1.18	3.61	504	1.56
H_2C_1	95	21.9	8.7	9.17	3.21	2.17	1.49	498	1.65
H_2C_2	97.5	24.3	5.2	6.17	6.33	2.08	3.04	799	1.1
H_3C_1	92.5	20	13.7	13.2	3.74	2.49	1.51	593	2.55
H_3C_2	95	22.9	17.9	9.75	6.77	2.73	2.48	950	2.77
H_4C_1	100	25.7	14.8	16.5	4.2	3.05	1.38	706	3.05
H_4C_2	97.5	25	18.3	10.8	7.39	3.42	2.17	1055	2.84
LSD (P<0.05)	8.3	2.4	2.7	1.52	0.92	0.26	0.72	111	0.35

پیش تیمار بذر از طریق تاثیر بر طول دوره رشد کاهش زمان جوانه‌زنی موجب افزایش ماده خشک کل می‌شود. چنین گیاهانی در مقایسه با گیاهان شاهد در زمان کوتاه تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله خودکفایی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذر پیش‌تیمارشده می‌دهد (Duman, 2006).

پرایمینگ بذور سبب افزایش طول ریشه‌چه در هر دو رقم نخود مورد آزمایش شد و بطور کلی رقم MCC 510 دارای طول ریشه‌چه بالاتری نسبت به رقم ILC 6266 بود. خیساندن بذور در آب به مدت ۲۴ ساعت، طول ریشه‌چه در رقم ILC 6266 و MCC 510 را به ترتیب ۳۰ و ۴۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. روند افزایش طول ساقه‌چه با افزایش مدت زمان هیدروپرایم در رقم MCC 510 بسیار بیشتر از رقم ILC 6266 بود بطوریکه در رقم MCC 510 با وجود طول ساقه‌چه کوتاه‌تر نسبت به

رقم ILC 6266 در شرایط شاهد، ولی در هیدروپرایم ۲۴ ساعت دارای طول ساقه‌چه بالاتری نسبت به رقم دیگر داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها هیدروپرایم ۲۴ ساعت نسبت به شرایط بدون پرایم به ترتیب در ارقام ILC 6266 و MCC 510 در حدود ۳۹ و ۶۵ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۲). در طی پرایمینگ، بذرها مراحل یک (هیدراتاسیون) و دو (فاز تأخیری) جوانه‌زنی را کامل کرده و فقط به یک شیب مطلوب برای جذب آب به منظور شروع رشد ریشه‌چه نیاز دارند. شرایط بهینه مورد نیاز پرایمینگ برای گونه‌های مختلف متفاوت است. تحت شرایط مساعد فرایندهایی نظیر انتقال ذخایر غذایی، فعال‌سازی و سنتز مجدد برخی آنزیم‌ها، سنتز DNA و RNA، تولید ATP و ترمیم خسارت‌های سیستم غشاء در خلال پرایمینگ شروع می‌شوند (Bray, 1995). پرایمینگ فعالیت آنزیمی را افزایش داده و همچنین اثرهای پراکسیداسیون را خنثی می‌کند (McDonald, 1999).

بالاترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در سطح شاهد هیدروپرایم مشاهده شد یعنی با افزایش زمان هیدروپرایم، طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه افزایش یافت. بنابراین سطح ۲۴ ساعت هیدروپرایم دارای طول ریشه‌چه به ساقه‌چه پایین تری نسبت به سایر سطوح بود. تنش خشکی، طول ساقه و ریشه را کاهش داد، اما میزان کاهش در ساقه و ریشه یکسان نبود. دلیل این امر به احتمال زیاد به تفاوت آستانه تورگر در این دو اندام مربوط است، زیرا آستانه ترگر رشد ریشه و ساقه با هم یکی نیستند (Hopkins and Huner, 2004).

هیدروپرایمینگ تاثیر مشابهی را بر بنیه طولی بذر در هر دو رقم نخود گذاشت بطوری که با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۲۴ ساعت در رقم ILC 6266 و رقم MCC 510 بنیه طولی بذر به ترتیب ۴۱ و ۵۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. روند تغییرات بنیه وزنی بذر در اثر هیدروپرایمینگ بسته به رقم متفاوت بود بطوریکه در رقم ILC 6266 با افزایش هیدروپرایم به ۲۴ ساعت، بنیه وزنی بذر نسبت به شاهد در حدود ۴۱ درصد افزایش یافت درصورتیکه در رقم MCC 510 بنیه وزنی بذر در هیدروپرایمینگ ۸ ساعته نسبت به شرایط شاهد ۲۹ درصد کاهش ولی در هیدروپرایم ۱۶ ساعت نسبت به ۸ ساعت ۶۰ درصد افزایش یافت. افزایش مدت زمان هیدروپرایم بیش از ۱۶ ساعت تغییر معنی‌داری بر بنیه وزنی بذر رقم MCC 510 نداشت (جدول ۲). سایر محققان نیز در رابطه با نخود گزارش کردند که ارقام مختلف در اثر اعمال پرایمینگ، واکنش‌های متفاوتی را نشان می‌دهند (Khodabakhsh *et al*, 2011). تسریع فرایندهای جوانه‌زنی و خروج سریع‌تر گیاهچه بذرهای پرایم شده در مقایسه با بذرهای پرایم نشده از جمله مهمترین دلایل احتمالی بروز افزایش بنیه بذر می‌باشد. افزایش سرعت ترمیم DNA، ساخت RNA، سنتز پروتئین، فعال‌سازی آنزیم‌ها، حذف رادیکال‌های فعال اکسیژن، افزایش انبساط سلولی و نیز پیشرفت بیشتر مراحل جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده در مقایسه با بذرهای پرایم نشده از مهمترین دلایل بهبود بنیه بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده ذکر شده است (Nascimento and West, 1999).

نتایج آزمون گلخانه‌ای

بر مبنای نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات ساده پرایمینگ و تنش و همچنین اثرات متقابل آنها بر روی تمامی صفات مورد آزمایش معنی‌دار شد. اثر ساده رقم تنها بر صفات سرعت سبزشدن و طول گیاه معنی‌دار نشد ولی اثر متقابل رقم در پرایمینگ در تمامی صفات و اثر متقابل رقم در تنش خشکی بجز در مورد وزن خشک گیاه در تمامی صفات معنی‌دار شد. نتایج اثرات متقابل سه گانه پرایمینگ در رقم در تنش خشکی حاکی از آن است که کلیه صفات بجز وزن خشک گیاه تحت تاثیر آن قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات سبزشدن و رشد رویشی دو رقم نخود در اثر هیدروپرایمینگ و تنش خشکی در شرایط گلخانه

Table 3- Analysis of variance for emergence and vegetative growth of two chickpea cultivars under hydropriming and drought stress in glasshouse condition

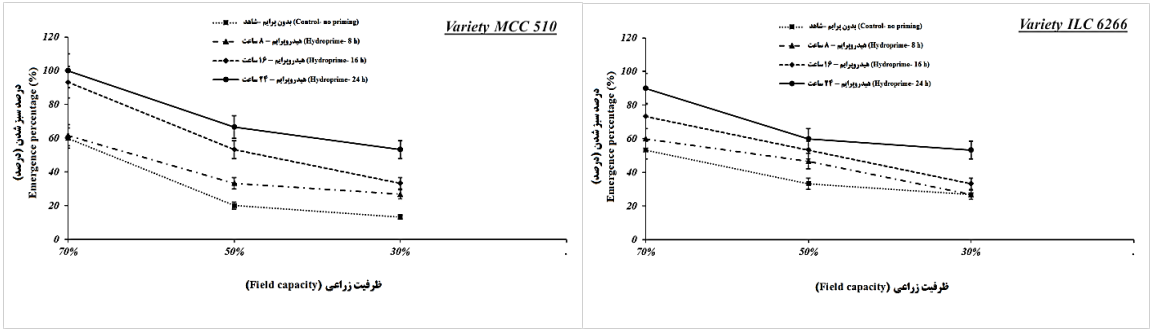
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد سبزشدن Emergence percentage	سرعت سبزشدن Emergence speed	طول گیاه Plant length	وزن خشک گیاه Plant dry weight	بنیه طولی گیاهچه Plant length vigor	بنیه وزنی گیاهچه Plant weight vigor
بلوک Block	2	3	0.149	0.07	129	230	784423
پرایمینگ Priming	3	4565**	19.142**	546.89**	102607**	2587720**	577703423**
رقم Genotype	1	3**	8.988^{ns}	0.47^{ns}	3617**	13113*	51280315**
تنش Stress	2	10391**	52.984**	121.16**	43454**	1106160**	789670811**
پرایمینگ*رقم Priming*Genotype	3	201**	4.140**	9.01**	1255*	21976**	23615477**
پرایمینگ*تنش Priming*Stress	6	105**	0.961**	106.36**	11576**	156842**	15558499**
رقم*تنش Genotype*Stress	2	382**	5.667**	11.46**	875^{ns}	156553**	36172136**
پرایمینگ*رقم*تنش Priming*Genotype*Stress	6	53**	0.783**	7.18**	575^{ns}	38038**	8611588**
خطا Error	46	9	0.224	0.29	297	2383	1527663
کل Total	71						
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		5.73	14.3	5.01	10.3	8.06	12.4

ns، * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non-significant, significant at 5% & 1% probability levels, respectively.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تنش خشکی بشدت سبب کاهش درصد سبزشدن هر دو رقم نخود مورد آزمایش شد گرچه هیدروپرایمینگ تا حدودی توانست اثرات مخرب تنش خشکی را کاهش دهد. هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در رقم MCC 510 توانست سبب سبزشدن تمامی بذور نخود شود و درصد سبزشدن را به ۱۰۰ درصد برساند. بر طبق نتایج آزمایش، هیدروپرایمینگ در سطوح بالاتر تنش بهتر توانست به افزایش درصد سبزشدن بذور نخود کمک نماید بطوریکه در رقم ILC 6266 افزایش مدت زمان خیساندن بذور در آب از شاهد (بدون خیساندن) تا ۲۴ ساعت در تنش‌های خشکی ۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه به ترتیب سبب افزایش ۴۱، ۴۴ و ۵۰ درصدی درصد سبزشدن نخود شد. درحالی که این افزایش در رقم MCC 510 به ترتیب ۴۰، ۷۰ و ۷۵ درصد بود. همچنین افزایش سطوح تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت

زراعی مزرعه سبب کاهش معنی‌دار تمامی سطوح هیدروپرایم در هر دو رقم شد ولی این کاهش با افزایش سطوح تنش خشکی از ۵۰ به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کمتر شد تا جاییکه در برخی سطوح هیدروپرایم (مثل هیدروپرایم ۲۴ ساعت در رقم ILC 6266) این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱). گزارش‌ها نشان می‌دهند که تأثیرات مفید پرایمینگ، نه تنها تحت شرایط اپتیمم دیده می‌شوند، بلکه دانه را قادر به غلبه بر انواع تنش‌های محیطی نظیر خشکی، سرما، گرما و غیره می‌کند؛ بطوری‌که تحت شرایط زیان‌آور محیطی، دانه‌های پرایمینگ شده بهتر عمل می‌کنند و جوانه‌زنی و گلدهی زودتر و محصول بالاتری در مقایسه با دانه‌های پرایمینگ نشده دارند (Posmyk and Janas, 2007; Kant *et al*., 2006; Hu *et al*., 2006).



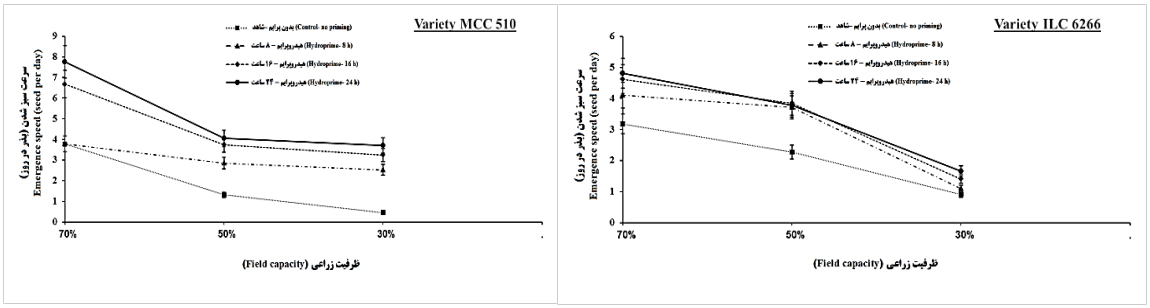
شکل ۱- روند درصد سبزشدن ارقام نخود تحت تاثیر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ در گلخانه

Fig. 1-Trend of emergence percente of chickpea cultivars under drought stress and hydropriming in glasshouse

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The averages that have the same overlap ranges have no significant differences according to standard error.

روند کاهش سرعت سبزشدن در مواجهه با تنش خشکی در دو رقم نخود متفاوت بود بطوری که در رقم ILC 6266 در سطوح مختلف پرایمینگ با افزایش تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، سرعت سبزشدن چندان تحت تاثیر تنش کاهش نیافت ولی پس از آن از خشکی ۵۰ به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کاهش این صفت کاملا معنی‌دار بود. در رقم MCC 510 در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ با افزایش تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، سرعت سبزشدن به ترتیب ۲۵، ۴۴ و ۴۸ درصد کاهش یافت ولی پس از آن از خشکی ۵۰ به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کاهش معنی‌داری رخ نداد و سرعت سبزشدن ثابت ماند (شکل ۲). خشکی باعث کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی شده که در نهایت، کاهش سرعت جوانه‌زنی را بدنبال دارد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (De and Kar, 1994). پرایمینگ درصد جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی را در شرایط غیر اپتیمم مزرعه بهبود می‌بخشد (Kant *et al*., 2006). بدلیل فعالیت بهتر بعضی آنزیم‌ها در بذر قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طول جوانه‌زنی در دانه‌های پرایمینگ شده آسانتر شده، این دانه‌ها بهتر قادر به کامل کردن فرآیند جوانه‌زنی در زمان کوتاه هستند و استرس‌های محیطی را به خوبی تحمل می‌کنند (Kant *et al*., 2006; Kaur *et al*., 2006; Farooq *et al*., 2006).



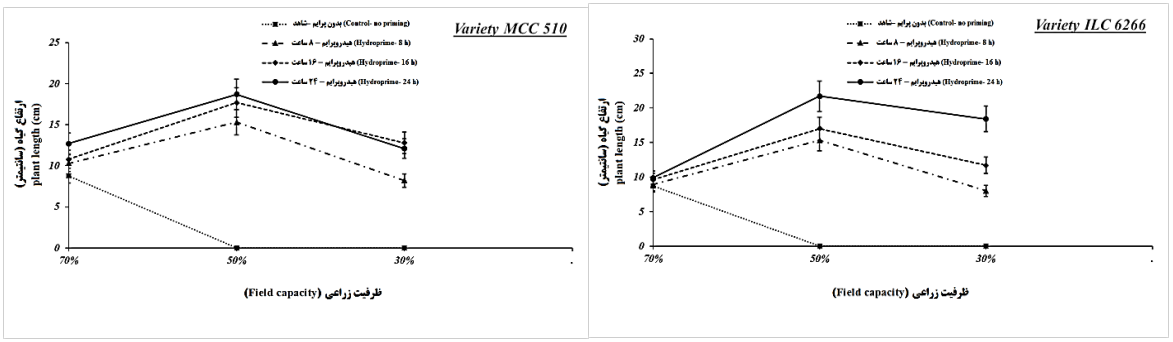
شکل ۲- روند سرعت سبزشدن ارقام نخود تحت تاثیر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ در گلخانه

Fig. 2-Trend of emergence speed of chickpea cultivars under drought stress and hydropriming in glasshouse

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The averages that have the same overlap ranges have no significant differences according to standard error.

ارتفاع بوته در هر دو رقم مورد آزمایش تا تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه از روند مشابهی پیروی کردند. در رقم ILC 6266 با افزایش تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ ارتفاع بوته به ترتیب ۴۲، ۴۳ و ۵۴ درصد و در رقم MCC 510 به ترتیب ۴۷، ۳۱ و ۱۵ درصد افزایش یافتند. پس از آن در رقم ILC 6266 با افزایش تنش خشکی به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ، ارتفاع بوته به ترتیب ۳۳، ۳۹ و ۳۲ درصد و در رقم MCC 510 به ترتیب ۴۶، ۲۸ و ۳۵ درصد کاهش یافتند. تنش خشکی در هر دو رقم ILC 6266 و MCC 510 در شرایط بدون اعمال پرایمینگ سبب مرگ گیاهچه‌ها شد بطوری‌که پس از تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه تمامی گیاهچه‌ها در شرایط گلخانه از بین رفتند (شکل ۳).



شکل ۳- روند ارتفاع ارقام نخود تحت تاثیر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ در گلخانه

Fig. 3- Trend of plant length of chickpea cultivars under drought stress and hydropriming in glasshouse

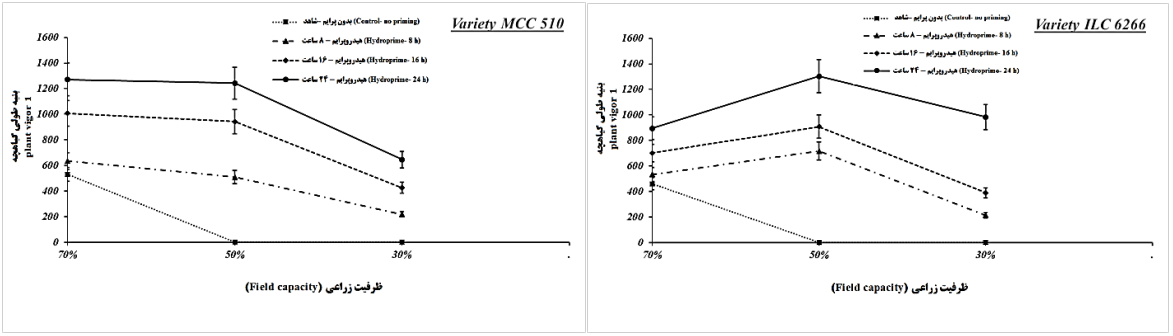
میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The averages that have the same overlap ranges have no significant differences according to standard error.

ماده خشک گیاه تحت تاثیر اثرات متقابل تنش خشکی در پرایمینگ و همچنین رقم در پرایمینگ قرار گرفت. بر اساس این نتایج با افزایش مدت زمان خیساندن بذور در آب از ۸ به ۲۴ ساعت در سطوح ۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه به ترتیب ماده خشک گیاه ۱۸، ۱۹ و ۳۶ درصد افزایش یافت. همچنین در هر دو رقم

مورد آزمایش هیدروپرایم ۲۴ ساعت سبب افزایش ۷۴ درصدی ماده خشک ارقام نخود نسبت به شاهد شد (جدول ۴). پرایمینگ بذر اثرات نامطلوب تنش شوری و خشکی بر متابولیسم یونی و رشد گیاه را از طریق کاهش یون Na و افزایش جذب و غلظت P، K، Ca و N در گیاه کاهش می‌دهد (Kaya *et al.*, 2006). در شرایط تنش خشکی به دلیل منفی بودن پتانسیل آب، بذر نمی تواند به اندازه شرایط بدون تنش و به میزان کافی آب جذب کند، بنابراین پتانسیل آب داخل بذر و گیاهچه کاهش می‌یابد. این موضوع از دو طریق صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را کاهش می‌دهد؛ یکی اثر مستقیم کمبود آب، که سبب کند شدن فعالیت‌های متابولیکی درگیر در فرایندهای جوانه‌زنی (که همگی برای انجام، به محیطی آب گونه نیازمند می‌شوند)، و دیگری اثر غیرمستقیم آب، که همانا ایجاد تورگر لازم برای رشد سلول‌های گیاهی است (Taiz and Zeiger, 2003). سیوریتپا و همکاران (Sivritepe *et al.*, 2003) گزارش کردند که تاثیر پرایمینگ در افزایش وزن گیاهچه خربزه در سطوح بالاتر تنش بیشتر از سطوح شاهد می‌باشد که کاملا بر نتایج این آزمایش منطبق است.

با توجه به اهمیت استقرار گیاهان در مزرعه بخصوص در رابطه با گیاه نخود، انتخاب گیاهچه‌هایی که علاوه بر درصد سبزشدن بالا از ارتفاع بالاتری نیز برخوردار باشند، دارای اهمیت می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که شاخص بنیه طولی گیاهچه در دو رقم نخود تا تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه متفاوت بودند ولی پس از آن با افزایش تنش خشکی این صفت در هر دو رقم کاهش یافت. با افزایش تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در رقم ILC 6266 در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ، شاخص بنیه طولی گیاهچه افزایش و پس از آن تا تنش خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کاهش یافت. در رقم MCC 510 افزایش تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه تغییر معنی‌داری در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ بر شاخص بنیه طولی گیاهچه نگذاشت ولی پس از آن تا تنش خشکی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کاهش یافت. میزان کاهش شاخص بنیه طولی گیاهچه با افزایش تنش خشکی از ۵۰ به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی در سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ در رقم ILC 6266 به ترتیب ۷۰، ۵۷ و ۲۵ درصد و در رقم MCC 510 به ترتیب ۵۷، ۵۵ و ۴۸ درصد بود (شکل ۴).



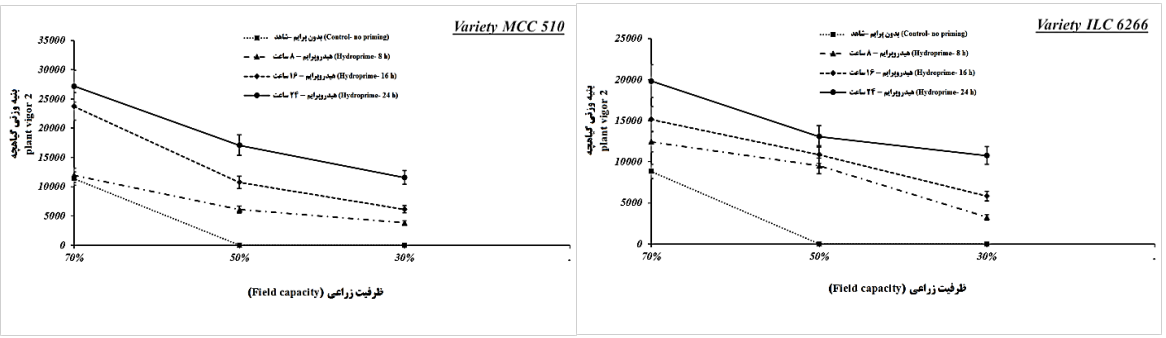
شکل ۴- روند شاخص بنیه طولی گیاهچه ارقام نخود تحت تاثیر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ در گلخانه

Fig. 4- Trend of plant length vigor (plant vigor 1) of chickpea cultivars under drought stress and hydropriming in glasshouse

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The averages that have the same overlap ranges have no significant differences according to standard error.

شاخص بنیه وزنی گیاهچه در هر دو رقم پاسخ یکسانی را به تنش خشکی و اعمال پرایمینگ دادند. افزایش تنش خشکی در هر دو رقم سبب کاهش معنی‌دار شاخص بنیه وزنی گیاهچه در تمامی سطوح هیدروپرایم شد. با افزایش سطوح تنش خشکی از ۷۰ به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی شاخص بنیه وزنی گیاهچه در مدت زمان ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت خیساندن بذور در آب در رقم ILC 6266 به ترتیب ۷۴، ۶۲ و ۴۶ درصد و در رقم MCC 510 به ترتیب ۶۸، ۷۴ و ۵۷ درصد کاهش یافت (شکل ۵). اثرات سودمند پرایمینگ بذر به بازسازی و تجمع اسیدهای نوکلئیک، سنتز پروتئین‌ها و بازسازی غشاها مربوط است. پرایمینگ بذر همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در بذر افزایش می‌دهد (Wang *et al.*, 2003). تحقیقات نشان داده که اسموپرایمینگ بذر اسفناج موجب افزایش تجمع پروتئین‌های LEA شده است و این ترکیبات با افزایش پایداری غشای پلاسمایی مانع از اثر تنش‌ها بر فعالیت و نقش غشا گردیده‌اند (Chen *et al.*, 2011). به نظر میرسد که تاثیر اسموپرایمینگ بذر نخود در بیان ژن‌های موثر بر پایداری غشاهای پلاسمایی از عوامل کلیدی در افزایش مقاومت گیاهچه‌ها در مقایسه با تیمارهای شاهد (بدون پرایمینگ) به تنش بوده است.



شکل ۵- روند شاخص بنیه وزنی گیاهچه ارقام نخود تحت تاثیر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ در گلخانه

Fig. 5- Trend of plant weight vigor (plant vigor 2) of chickpea cultivars under drought stress and hydropriming in glasshouse

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The averages that have the same overlap ranges have no significant differences according to standard error.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه هیدروپرایمینگ سبب افزایش شاخصه‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌های نخود در شرایط آزمایشگاه و گلخانه شد. تنش خشکی در شرایط گلخانه سبب کاهش معنی‌دار کلیه صفات مربوط به سبزشدن و رشد رویشی هر دو رقم نخود مورد آزمایش شد. پرایمینگ تا حدود زیادی توانست اثرات مخرب تنش خشکی را بهبود بخشد که البته این اثرات مثبت در سطوح بالاتر تنش خشکی نسبت به شرایط شاهد محسوس تر بود. خیساندن بذور بمدت ۲۴ ساعت در آب بهترین سطح پرایم در این آزمایش بود و بطور کلی با افزایش مدت زمان پرایمینگ، شاخصه‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه نیز بهبود یافتند. ضمنا مجموعا رقم MCC 510 از نظر جوانه‌زنی و رشد درشرایط مطلوب برتر از رقم ILC 6266 بود گرچه ILC 6266 در مواجهه با تنش موفق‌تر بود.

Reference منابع

Abbasdokht, H., and M.R. Edalatpishe. 2008. Priming and it's role in agronomy. First Iranian Seed Technol. Conf. Gorgan Univ. (In Persian, with English Abstract).

Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Adv. Agron. 88: 223-271.

Bose, B., and T. Mishra. 1992. Response of wheat seed to pre sowing seed treatments with Mg (NO_3). Ann. Agric. Res. 13: 132-136.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. Pp 351-396. In: J. Kigel and G. Galili (Eds.). Seed Development and Germination Marcel dekkerinc. New York.

Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds: 767-789. In: Kigel, J. and Galili, G., (Eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker, New York.

Chen, K., A. Fessehaie. and R. Arora. 2011. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in Spinacia oleracea L. cv. Bloomsdale: Possible role in stress tolerance. Plant Sci. 182: 420-430.

De, F. and R. K. Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Sci. Technol. 23: 301-304.

Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K_3PO_4 on germination and seedling growth in lettuce. Pakistan J. Biol. Sci. 9(5): 923- 928.

Ghassemi-Golezani, K., A.A. Aliloo, M. Valizadeh, and M. Moghaddam. 2008. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field mergence of Lentil (*Lens culinaris Medik.*). J. Agron. Plant Breed. 36: 29-33.

FAO. 2014. Production Year book 2014.

Farooq, M., S.M.A. Basra, and H. Rehman. 2006. Seed priming enhances emergence, yield, and quality of direct-seeded rice. Crop Physiol. 31:42-46.

Harris, D., A.K. Pathan, P. Gothkar, A. Joshi, W. Chivasa, and P. Nyamudeze. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agric. Syst. 69, 151- 164.

Harris, D., A. Rashid, G. Miraj, M. Arif, and M. Yunas. 2008. On- farm seed priming with Zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant Soil. 306: 3-10.

Harris, D., A. Rashid, M. Arif, and M. Yunas. 2005. Alleviating micronutrient deficiencies in alkaline soils of the North-West Frontier Province of Pakistan: on-farm seed priming with zinc in wheat and chickpea. Micronutrients in South and South East Asia, pp 143-151.

Harris, D., A. Joshi, P.A. Khan, P. Gothkar, and P.S. Sodhi. 1999. On-farm seed priming arid agriculture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory in semi-methods. J. Exp. Agric. 35: 15-29.

Hopkins, W.G. and N.P.A Huner. 2004. Introduction to Plant Physiology. John Wiley and Sons, Inc., 528p.

Hu J., X.J. Xie, Z.F. Wang, and W.J. Song. 2006. Sand priming improves alfalfa germination under high-salt concentration stress. Seed Sci. Technol. 34: 199-204.

Kant, S., S.S. Pahuja, and R.K. Pannu. 2006. Effect of seed priming on growth and phenology of wheat under late-sown conditions. Trop. Sci. 44: 9-15.

Kaur, S., A.K. Gupta, and N. Kaur. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. J. Agron. Crop Sci. 191: 81-86.

Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. Cikili, and O. kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europ. J. Agron, 24: 291-295.

Khodabakhsh, F., R. Amooaghaie, A. Mostajeran, G. Emtiazi. 2011. Effect of hydro and osmopriming in two commercial chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars on germination, growth parameters and nodules number in salt stress condition. J. Plant Biol. 2 (6):71-86.

Kim, S. H. and C. Kang. 1987. Vigor determination in barley seed by the multiple criteria. Korean J. Crop Sci. 32: 417-427.

Koocheki, A. and M.M. Banayan Aval. 2004. Pulse crops. Jahad Mashhad Publication, Iran (In Persian).

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

Majnoon Hosseini. N. 2008. Agriculture and manufacturing pulses. Tehran university publication (In Persian).

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177-237.

Nascimento, W.M. and S.H. West. 1999. Muskmelon transplant production in response to seed priming. Hortic.Technol. 9: 35-55.

Nonami, H., K. Tanimoto, A. Tabuchi, T. Fukwjama, and Y. Hashimoto. 1995. Salt stress under hydroponic conditions causes changes in cell wall extension during growth. Seed Sci. Res. 396:91-98.

Posmyk, M. M. and K.M. Janas. 2007. Effects of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in Vigna radiata L. seedlings. Acta Physiol. Plantarum. 25: 326-328.

Roy, N. K. and A.K. Srivastava. 2000. Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through pre-soaking treatments. Indian J. Agric. Sci. 70: 777-778.

Salimi, H., H. Abbasdokht, H. Asghari, and A. Gholami. 2011. Effect of on-farm seed priming on yield and yield companent of chickpea. First national congress of sustainable agriculture and development and safe crop production. Isfahan (In Persian, with English Abstract).

Satvir, K. A., K. Gupta, and K. Narinder. 2002. Effect of osmo- and hydro priming of Chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth. Reg. 37: 17- 22.

Sivritepe, N., H.O. Sivritepe, and A. Eris. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Sci. Hortic. 97:229- 237.

Taiz, L. and E. Zeiger, E. 2003. Plant physiology. Translated by Kafi, M., Zand, A., KamKar, B., Sharifi, H. & Goldani, M. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Publications, Mashhad, Iran (In Persian).

Wang, H.Y., C.L. Chen, and J.M. Sung. 2003. Both warm water soaking and solid priming treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub-optimal temperature. Seed Sci. Technol. 31: 47-56.