Archive of SID

بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گلرنگ تحت تنش خشکی

انسیه اشرفی[۱*] و خورشید رزمجو[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ a_ashrafi_2007@yahoo.com

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

گلرنگ از جمله گیاهان دانه روغنی مقاوم به خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک است اما این گیاه در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار نسبت به تنش خشکی حساس است. پرایمینگ بذر ممکن است برای افزایش مقاومت به خشکی گیاهان در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار استفاده شود هدف از این آزمایش بررسی اثرات سودمند بذور هیدروپرایم شده بر برخی صفات فیزیولوژیک ارقام گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی در مزرعه است. طرح آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. سه رقم گلرنگ (کوسه، PI و IL111)، دو تیمار بذری (شاهد و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ) و سه رژیم آبیاری (۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک) استفاده شد. شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی (A)، پرولین، مقدار کلروفیل و کاروتنوئید و همچنین مقدار روغن و پروتئین دانه اندازه‌گیری شد. مقدار پرولین و پروتئین با افزایش سطوح خشکی افزایش یافت در حالی که مقدار روغن و تبادلات فتوسنتزی در سطح دوم تنش افزایش و در سطح سوم تنش کاهش یافت. شاخص سطح برگ و محتوای کاروتنوئید نیز تحت تنش خشکی کاهش یافت. هیدروپرایمینگ مقدار شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین و روغن را تحت شرایط تنش و بدون تنش افزایش داد. هیدروپرایمینگ به مدت ۶ ساعت خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بذور هیدروپرایم‌شده را بهبود می‌بخشد و این امر منجر به افزایش روغن و پروتئین بذور می‌شود. هیدروپرایمینگ باعث رشد بهتر، حفظ سیستم گیاه در برابر تنش وو افزایش مقدار روغن و پروتئین بذور می‌شود.

واژه های کلیدی: هیدروپرایمینگ، خشکی، فتوسنتز، شاخص سطح برگ، پرولین، پروتئین.

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از جمله گیاهان دانه روغنی مهم به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که مقاوم به سرما، خشکی و شوری می‌باشد (Weiss, 2000). یکی از مشکلات اساسی در سبزشدن و استقرار گیاهچه، شاخه‌دهی، گلدهی و پرشدن دانه یا پروسه‌های فیزیولوژیک از قبیل اثر تبادلات CO_2 بر تبخیر آب، یا اختصاص مواد فتوسنتزی گلرنگ به قسمت‌های مختلف گیاه در مناطق خشک، کمبود آب است. Manivannan و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند خشکی موجب کاهش طول ریشه و ساقه، سطح برگ، وزن خشک و مقدار کلروفیل می‌شود اما مقدار پرولین در آفتابگردان افزایش می‌یابد. آن‌ها گزارش کردند تنش خشکی منجر به کاهش میزان اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود. در واقع خشکی اثر بازدارندگی بر سنتز

۱- آدرس نویسنده مسئول: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کدپستی: ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

* دریافت: ۸۸/۶/۲۵ و پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدهای چرب غیراشباع دارد. Hamrouni و همکاران (۲۰۰۱) خشکی منجر به کاهش ارتفاع و رشد گیاه می‌شود زیرا تقسیم سلولی و بزرگ‌شدن سلول‌ها در اثر کاهش فشار اسمزی درون سلول، کاهش می‌یابد. Casenave و Toselli (۲۰۰۷) گزارش کردند در اثر تنش خشکی، مقدار کلروفیل، کاروتنوئید و روغن کاهش یافت در حالی که مقدار پروتئین در ژنوتیپ‌های پنبه تحت دوره کوتاه تنش خشکی افزایش یافت. اخیرا، توجه به سمت استفاده از تکنیک‌های مختلف پرایمینگ در شرایط تنش خشکی در مزعه جلب شده است. پرایمینگ بذر با آب باعث افزایش سبزشدن گیاهچه، استقرار و مقاومت به خشکی برنج آپلند در مناطق نیمه‌خشک در هند شده است (Harris et al., 1999). پرایمینگ بذر بر روی سنتز DNA، RNA و پروتئین موثر است و همچنین رشد جنین را بهبود می‌بخشد (Mcdonald, 2000). Harris و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند هیدروپرایمینگ منجر به بهبود استقرار گیاهچه و بنیه بذر ذرت، نخود و برنج آپلند می‌شود که این امر باعث تسریع در نمو، گلدهی، بلوغ و عملکرد بیشتر می‌شود. همچنین آن‌ها گزارش کردند هیدروپرایمینگ باعث افزایش مقاومت به خشکی و کاهش آسیب آفات و بیماری‌ها در گیاهان می‌شود. Mehra و Raaj (۲۰۰۲) همچنین بهبود سبزشدن و استقرار گیاهچه کلزا را تحت شرایط تنش گزارش کردند. گزارش شده است که هیدروپرایمینگ باعث بهبود جوانه‌زنی بذور پنبه دانه تحت شرایط تنش و غیرتنش می‌شود (Casenave and Toselli, 2007). Kaya و همکاران (۲۰۰۶) جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بیشتری را در بذور نخود هیدروپرایم‌شده آفتابگردان تحت تنش خشکی و شوری گزارش کردند. به علاوه Ghassemi-Golezani و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد بیشتری را در بذور نخود تحت تیمار ۱۶ ساعت هیدروپرایمینگ بدست آوردند. همچنین Kahlon و همکاران (۱۹۹۲)، Hussain وهمکاران (۲۰۰۶) و Farooq و همکاران (۲۰۰۶) عملکرد دانه بیشتری را به ترتیب در بذور هیدروپرایم شده آفتابگردان، برنج و گندم گزارش کردند. Ghassemi-Golezani و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند هیدروپرایمینگ باعث افزایش سرعت و درصد سبزشدن گیاهچه، عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود. آن‌ها همچنین گزارش کردند هیدروپرایمینگ نسبت به اسموپرایمینگ اثر بهتری بر روی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه عدس در مزرعه داشته است. Kaur و همکاران (۲۰۰۲) افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و سوکرزسنتتاز در ساقه و ریشه گیاهچه‌های تیمارشده گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و تبدیل مواد اندوخته‌ای به مواد انتقالی و در نتیجه افزایش رشد گیاه می‌شود. احتمالا هر یک از تکنیک‌های تیمار بذر از قبیل هیدروپرایمینگ با افزایش سرعت، درصد و یکنواختی سبزشدن، بنیه و استقرار گیاهچه در شرایط مزرعه را بهبود می‌بخشد و این امر می‌تواند منجر به تولید گیاهانی با بنیه بالاتر تحت شرایط نرمال و تنش خشکی شود. این گیاهان می‌توانند سطح برگ و سرعت فتوسنتز بیشتری نسبت به گیاهان تیمارنشده داشته باشند که این امر در نهایت به عملکرد بیشتر در شرایط مزرعه منجر می‌شود. بنابراین هدف از این آزمایش تعیین اثرات سودمند بذور هیدروپرایم شده بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام مختلف گلرنگ در مزرعه تحت شرایط تنش خشکی است.

مواد و روش ها

ارقام کوسه، PI و IL111 با رطوبت ۱۲ درصد به مدت ٦ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند. بعد از تیمار، بذور در جریان هوا تحت شرایط سایه با دمای ۳±۲۷ درجه سانتی‌گراد خشکانده شدند تا به رطوبت پایه برسند (Besra et al., 2002). سپس بذور در ورقه‌های پلی‌تن و دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان کاشت نگهداری شدند. تست جوانه‌زنی بذور به روش ایستا قبل از کاشت انجام شد. طرح آزمایشی در مزرعه، اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با

www.SID.ir

 Archive of SID

۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (لورک) با ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا و بارندگی سالانه حدود ۱۴۰ میلی‌متر در سال زراعی ۸۷-۸۶ انجام شد. کرت اصلی شامل سه رژیم آبیاری (۶۰ (I_1)، ۷۵ (I_2) و ۹۰ (I_3) درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک) بود. کرت فرعی شامل دو نوع تیمار بذری (شاهد و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ) و سه ژنوتیپ گلرنگ (کوسه، PI و IL111) بود. آب قابل دسترس از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Available Water} = FC - PWP$$

AW: آب قابل دسترس

FC: رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی

PWP: رطوبت خاک در نقطه پژمردگی

نوع خاک، اریدی‌سول و بافت خاک لوم‌رسی بود. قبل از کاشت ۶۰ کیلوگرم در هکتار ازت به خاک اضافه شد. در تاریخ ۱۸/ ۸۶/۱۲ کشت انجام شد. عمق کاشت ۵ سانتی‌متر و فاصله بذور ۸ سانتی‌متر و تراکم آن ۷۵ بذر در مترمربع بود. آبیاری تا زمان استقرار کامل گیاه هر ۸ روز یکبار انجام می‌شد. رژیم‌های آبیاری از زمان استقرار گیاه تا رسیدگی فیزیولوژیک اعمال شدند. هر پلات شامل ۶ ردیف بود که چهار ردیف وسط آن در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد. برای اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک، تمام نمونه‌برداری‌ها در مرحله ۵۰ درصد گلدهی انجام شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل و کاروتنوئید، ۰/۵ گرم برگ تازه استفاده شد. پس از تهیه محلول‌ها به روش لیتنتالر (۱۹۸۷) نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر UV (مدل Spectra Max Plus; Molecular Devices, USA) در طول موج‌های ۶۶۳ (کلروفیل a)، ۶۴۶ (کلروفیل b) و ۴۷۰ نانومتر (کاروتنوئید) قرائت شدند. برای اندازه‌گیری پرولین، ۱۰۰ میلی‌گرم برگ تازه استفاده شد. پس از تهیه محلول به روش بیتز (۱۹۷۳) نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر UV (مدل Spectra Max Plus; Molecular Devices, USA) در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شدند. تبادلات فتوسنتزی توسط دستگاه Li-Cor 6200 (Li-cor, Lincoln, USA) در سومین برگ کامل پایین گل‌آذین اندازه‌گیری شد. مقدار روغن دانه هر کرت، به روش سوکسله عمل اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقدار دو گرم نمونه آسیاب و خشک شده مربوط به هر کرت، توسط دستگاه سوکسله به مدت ۱۶ ساعت در مجاورت حلال پترولیوم اتر مورد استخراج روغن قرار گرفت و پس از توزین توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، مقدار روغن نمونه هر کرت بر اساس ماده خشک، به صورت درصد در یک گرم نمونه، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Acosta-Callegos and Adams, 1991).

$$\text{درصد روغن دانه بر اساس ماده خشک} = \frac{\text{وزن بالن وروغن} - \text{وزن بالن خالی و خشک}}{\text{وزن نمونه خشک}} \times 100$$

برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه هر کرت، به روش مایکروکلدال عمل گردید. بدین منظور، از نمونه آرد هر کرت آزمایشی دو نمونه نیم گرمی در کاغذ پیچیده شده و در لوله‌های هضم قرار گرفت. برای عمل هضم از اسید سولفوریک غلیظ ۹۷ درصد به اضافه یک قرص کاتالیزور مخصوص دستگاه کلدال اتوماتیک (۱/۵ گرم سولفات پتاسیم + ۰/۰۰۷۵ گرم سلنیم) استفاده گردید. عمل هضم به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام پذیرفت. عمل تیتراسیون در دستگاه کلدال اتوماتیک به کمک سود ۴۰ درصد، محلول معرف بروموکروزول گرین[1] به اضافه متیل رد[2] و محلول اسید کلریدریک ۰/۱نرمال انجام شد. درصد پروتئین نمونه برداشتی با ضریب ثابت ۶/۲۵ (ضریب تبدیل نیتروژن دانه گلرنگ به پروتئین (Acosta-Callegos and Adams, 1991)، توسط دستگاه مایکروکلدال مدل تیکیتر ۱۰۳۰، قرائت شد. سپس،

1- Bromocrosol green

2- Methyl red

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار پروتئین نمونه هر کرت بر اساس ماده خشک، به صورت درصد در یک گرم نمونه، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Acosta-Callegos and Adams, 1991).

$$\text{درصد پروتئین دانه بر اساس ماده خشک} = \frac{\text{عدد درصد پروتئین قرائت شده توسط دستگاه}}{\text{وزن نمونه خشک}} \times 100$$

نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[1] در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه گردید.

نتایج

هیدروپرایمینگ بذر باعث افزایش شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، کلروفیل، پرولین، کاروتنوئید و مقدار روغن و پروتئین در بذر گلرنگ شد. جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر هیدروپرایمینگ بر مقدار کلروفیل و کاروتنوئید از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. با افزایش سطوح تنش خشکی، پروتئین بذر و مقدار پرولین برگ‌ها افزایش یافت در حالی‌که شاخص سطح برگ و مقدار کاروتنوئید برگ‌ها کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین تبادلات گازی و مقدار روغن بذر در رژیم آبیاری I_2 بدست آمد. ژنوتیپ PI بیشترین شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل و کاروتنوئید را به خود اختصاص داد در حالی‌که ژنوتیپ کوسه بیشترین تبادلات فتوسنتزی، روغن و پروتئین را داشت (جدول ٤). هیدروپرایمینگ بذر باعث بهبود صفات فیزیولوژیک در همه ژنوتیپ‌ها شد. کوسه هیدروپرایم‌شده بیشترین مقدار روغن و پروتئین را داشت در حالی‌که بذور کوسه تیمارنشده کمترین شاخص سطح برگ، پرولین و پروتئین را داشت (جدول ۵). ژنوتیپ IL111 بیشترین تبادلات فتوسنتزی، کلروفیل و کاروتنوئید را در حالت هیدروپرایم شده و کمترین میزان کلروفیل، کاروتنوئید، روغن و تبادلات فتوسنتزی را در حالت شاهد به خود اختصاص داد (جدول ۵). ژنوتیپ PI بیشترین مقدار پرولین و شاخص سطح برگ را در حالت هیدروپرایم شده داشت (جدول ۵). بیشترین شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین و روغن به ترتیب در ژنوتیپ PI تحت رژیم آبیاری I_2، کوسه تحت رژیم آبیاری I_2، PI تحت رژیم آبیاری I_3، IL111 تحتت رژیم آبیاری I_1، کوسه تحت رژیم I_2 و PI تحت رژیم آبیاری I_2 مشاهده شد (جدول ٦). در حالی‌که کمترین شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین و روغن به ترتیب در ژنوتیپ کوسه تحت رژیم آبیاری I_3، کوسه تحت رژیم آبیاری I_3، PI در رژیم آبیاری I_2، کوسه در رژیم آبیاری I_3، IL111 در رژیم آبیاری I_3 و IL111 در رژیم آبیاری I_1 بدست آمد (جدول ٦).

بیشترین شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین و روغن در بذور هیدروپرایم شده تحت رژیم‌های آبیاری I_3، I_2، I_3، I_1، I_3 و I_2 مشاهده شد. در حالی‌که کمترین مقدار برای این صفات در بذور شاهد به ترتیب تحت رژیم‌های آبیاری I_3، I_3، I_1، I_2، I_3، I_1 و I_3 بدست آمد (جدول ۷).

بیشترین شاخص سطح برگ، تبادلات فتوسنتزی، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین و روغن به ترتیب در بذور هیدروپرایم شده ژنوتیپ PI در رژیم آبیاری I_2، کوسه در رژیم آبیاری I_1، PI در رژیم آبیاری I_3، PI در رژیم آبیاری I_1، IL111 در رژیم ابیاری I_1، کوسه در رژیم آبیاری I_2 و کوسه در رژیم آبیاری I_1 بدست آمد (جدول ۷). اما کمترین مقدار برای این صفات به ترتیب در بذور شاهد ژنوتیپ کوسه در رژیم آبیاری I_3، IL111 در رژیم آبیاری I_3، کوسه در رژیم آبیاری I_1، کوسه در رژیم آبیاری I_2، IL111 در رژیم آبیاری I_3، IL111 در رژیم آبیاری I_2 و IL111 در رژیم آبیاری I_1 بدست آمد (جدول ۷).

[1]- least significant difference

www.SID.ir

 Archive of SID

بحث

تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ، کلروفیل و کاروتنوئید شد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. مقدار روغن بذر و میزان تبادلات فتوسنتزی در رژیم آبیاری I_2 افزایش یافت اما در رژیم آبیاری I_3 کاهش یافت. مقدار پرولین و پروتئین با افزایش سطوح تنش خشکی، افزایش یافت. نتایج ما با یافته‌های حاصل از تحقیق Wright و همکاران (۱۹۹۷) مشابهت داشت. آن‌ها گزارش کردند تنش خشکی باعث کاهش روغن بذر و افزایش میزان پروتئین در بادام‌زمینی شد. همچنین Quarrie و Jones (۱۹۷۹) و Ashraf و Farooq (۲۰۰۵) نیز افزایش میزان پرولین و کاروتنوئید و کاهش میزان کلروفیل، پروتئین، شاخص سطح برگ و میزان تبادلات فتوسنتزی را در گیاهان مختلف تحت شرایط تنش خشکی گزارش کردند. کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی باعث ایجاد تغییر در لیپیدها و پروتئین‌ها و ترکیبات رنگدانه پروتئین می‌شود. در شرایط تنش خشکی یا بازدارندگی نوری با بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش جذب CO_2، میزان تبادلات فتوسنتزی کاهش می‌یابد (Lee and Kim, 2000). تنش خشکی باعث کاهش فشار اسمزی داخل سلول و در نتیجه، کاهش تقسیم سلولی می‌شود و این امر باعث کاش شاخص سطح برگ می‌شود. پلاسمولیز سلول در اثر تنش خشکی باعث ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود. این تنش باعث اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوای کلروفیل می‌شود و در نتیجه منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌گردد (Jaleel et al., 2008). میزان تبادلات گازی، شاخص سطح برگ، پروابن، کلروفیل، کاروتنوئید، روغن و پروتئین بذور هیدروپرایم شده ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط تنش و غیرتنش در مزرعه در مقایسه با بذور تیمارنشده بهبود یافت. برای اولین بار اثرات سودمند هیدروپرایمینگ بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های گلرنگ در این تحقیق گزارش شد. جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار گیاهچه بر روی تراکم گیاهی، یکنواختی سبزشدن و رشد اثرگذار است. جوانه‌زنی بذر و استقرار بهتر گیاهچه و رشد از مراحل حساس رشد و نمو گیاه در شرایط تنش خشکی هستند. هیدروپرایمینگ بر روی سنتز DNA و RNA، در دسترس بودن ATP، فعالیت آلفاآمیلاز و رشد بهتر جنین اثر می‌گذارد. بنابراین بهبود سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبزشدن، بنیه و استقرار گیاهچه باعث بهبود رشد گیاه می‌شود (Ruan et al., 2002 ;Harris et al., 1999; Basra et al., 2005). پرولین از تولیدات ثانویه در گیاهان است که یک مکانیسم سازگاری در برابر تنش اسمزی است. در اثر تنش خشکی، پرولین در سلول‌های گیاهی تجمع می‌یابد (Diaz et al., 2005). افزایش سنتز پرولین یکی از مکانیزم‌های مقاومت به تنش خشکی است (Lee and Liu, 1999). برای اولین بار، نتایج ما نشان داد که محتوای پرولین در قسمت‌های رویشی گلرنگ در بذور هیدروپرایم‌شده تحت شرایط تنش و غیر تنش افزایش یافت. در تحقیق ما در شرایط تنش و غیر تنش، بیشترین میزان پرولین در بذور هیدروپرایم‌شده ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ مشاهده شد. بنابریان افزایش تجمع پرولین در گیاهان تیمارشده باعث رشد بهتر این گیاهان می‌شود. احتمالا تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در طی پرایمینگ منجر به تجمع بیشتر پرولین در طی چرخه نمو گیاه می‌شوند. محتوای کاروتنوئید قسمت‌های رویشی گیاهان تیمارشده تحت شرایط تنش و غیرتنش افزایش یافت. پرایمینگ بذر منجر به تغییراتی در تعادل هورمونی و رشد بهتر گیاهچه‌ها می‌شود (Kuar et al., 2000; Kibite and Harker, 1991). بنابراین تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، فعالیت‌های متابولیک باعث افزایش مقدار پرولین، کاروتنوئید و محتوای کلروفیل در گیاهان هیدروپرایم‌شده می‌گردد. همچنین این امر می‌تواند باعث افزایش محتوای پروتئین و روغن در ژنوتیپ‌های گلرنگ شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	ρb	θ_{FC}	θ_{pwp}	D	EC	pH	N	P	K
لوم‌رسی	۱/۳	۲۵	۱۰	۴۵-۶۵	۱/۷	۷/۵	۰/۰۴۵	۱۷	۲۶۵

ρb = soil bulk density ($g.cm^{-3}$)
θ_{FC} = mass soil moisture at field capacity (%)
θ_{pwp} = mass soil moisture at wilting point (%)
D = root depth (cm)
EC = electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)
N = nitrogen total (%)
P = phosphor ($mg.kg^{-1}$)
K = potassium ($mg.kg^{-1}$)

جدول ۲- میانگین دما، رطوبت نسبی و میزان بارندگی در سال زراعی ۸۷-۸۶ است

سال	ماه	میانگین دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	بارندگی (mm)
۱۳۸۶	اسفند	۱۳/۵	۲۹	۲/۱
۱۳۸۷	فروردین	۱۶/۸	۳۰	۷/۳
	اردیبهشت	۲۰	۲۶	۰
	خرداد	۲۵/۹	۲۰/۴	۰
	تیر	۲۹/۲	۲۱/۵	۰

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، تبادلات فتوسنتزی، پروتئین و روغن

تیمار	شاخص سطح برگ (متر مربع/متر مربع)	پرولین (میکروگرم/گرم)	کلروفیل (میکروگرم /گرم)	کاروتنوئید (میکروگرم/گرم)	تبادلات فتوسنتزی (میکروگرم/گرم)	پروتئین (٪)	روغن (٪)
سطوح خشکی							
I۱	۴/۴۴۳^{a*}	۵/۴۲^{c}	۰/۰۳۲^{a}	۱/۴۴^{a}	۳/۲۴^{b}	۱۸/۵۶^{c}	۲۷/۲۰^{b}
I۲	۴/۳۸^{a}	۵/۷۵^{b}	۰/۰۱۴^{a}	۱/۰۸^{a}	۳/۶۵^{a}	۱۸/۷۲^{b}	۲۹/۰۴^{a}
I۳	۳/۹۵^{a}	۶/۴۸^{a}	۰/۰۲۱^{a}	۱/۰۱^{a}	۲/۴۴^{c}	۱۸/۹۶^{a}	۲۶/۱۴^{c}
تیمار بذر							
شاهد	۳/۸۶^{b}	۵/۷۸^{b}	۰/۰۲۲^{a}	۱/۰۸^{a}	۲/۴۱^{b}	۱۸/۶۱^{b}	۲۷/۲۶^{b}
هیدروپرایمینگ	۴/۶۵^{a}	۵/۹۹^{a}	۰/۰۲۴^{a}	۱/۲۸^{a}	۳/۸۱^{a}	۱۸/۸۷^{a}	۲۷/۶۶^{a}
رقم							
کوسه	۳/۴۲^{b}	۵/۶۷^{b}	۰/۰۱۹^{a}	۱/۱۳^{a}	۳/۲۸^{a}	۱۹/۵۴^{a}	۲۸/۰۶^{a}
PI	۴/۹۱^{a}	۶/۲۳^{a}	۰/۰۲۵^{a}	۱/۲۷^{a}	۳/۰۱^{b}	۱۹/۱۱^{b}	۲۷/۲۲^{b}
IL۱۱۱	۴/۴۴^{a}	۵/۷۶^{b}	۰/۰۲۴^{a}	۱/۱۴^{a}	۳/۰۴^{b}	۱۷/۵۸^{c}	۲۷/۱۱^{c}

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

www.SID.ir

جدول ٤- اثر متقابل تیمار بذر و رقم بر شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، تبادلات فتوسنتزی، پروتئین و روغن

رقم	شاخص سطح برگ		پرولین		کلروفیل		کاروتنوئید		تبادلات فتوسنتزی		پروتئین		روغن	
	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ
کوسه	٢/٨١^{c*}	٤/٠٣^{b}	٥/٤١^{d}	٥/٩٤^{b}	٠/٠١٨^{b}	٠/٠٢^{ab}	١/٠٣^{ab}	١/٢٣^{ab}	٢/٦١^{c}	٣/٩٧^{a}	١٨/٥٣^{e}	٢٠/٥٥^{a}	٢٧/٤٤^{c}	٢٨/٦٧^{a}
PI	٤/٦٧^{ab}	٥/١٤^{a}	٦/١٦^{a}	٦/٣٠^{a}	٠/٠١٩^{ab}	٠/٠٣^{ab}	١/٢١^{ab}	١/٣٣^{a}	٢/٧٣^{c}	٣/٣٠^{b}	١٨/٧٤^{c}	١٩/٨٤^{b}	٢٦/٥٧^{d}	٢٧/٨٦^{b}
IL١١١	٤/١١^{b}	٤/٧٧^{ab}	٥/٦٤^{c}	٥/٨٨^{b}	٠/٠١٥^{b}	٠/٠٤^{a}	٠/٨٨^{b}	١/٤٠^{a}	١/٩٢^{d}	٤/١٧^{a}	١٦/٥٩^{f}	١٨/٥٧^{d}	٢٦/٤٤^{e}	٢٧/٧٧^{b}
LSD	٠/٩٢		٠/١٧		٠/٠١٥		٠/٤٢		٠/٢٤		٠/٠٢		٠/١١	

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشند.

جدول ٥- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف خشکی بر شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، تبادلات فتوسنتزی، پروتئین و روغن

رقم	شاخص سطح برگ			پرولین			کلروفیل			کاروتنوئید			تبادلات فتوسنتزی			پروتئین			روغن		
	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3
کوسه	٣/٩^{cd*}	٣/٤^{de}	٢/٩^{e}	٥/١^{f}	٥/٦^{de}	٦/٣^{b}	٠/٠٣^{ab}	٠/٠١^{b}	٠/٠٢^{ab}	١/٤^{ab}	١/١^{ad}	٠/٨^{d}	٣/٥^{b}	٤/٤^{a}	١/٩^{e}	١٧^{g}	٢٠^{a}	٢٠^{b}	٣٠^{b}	٢٧^{e}	٢٦^{g}
PI	٤/٣^{cd}	٥/٨^{a}	٤/٦^{bc}	٥/٧^{de}	٥/٩^{cd}	٧/٢^{a}	٠/٠٤^{a}	٠/٠١^{b}	٠/٠٣^{ab}	١/٣^{ad}	١/٢^{ad}	١/٤^{bc}	٣/١^{c}	٣/٤^{b}	٢/٦^{d}	١٩^{d}	١٨^{f}	١٩^{c}	٢٦^{f}	٣٠^{a}	٢٤^{i}
IL١١١	٥/١^{ab}	٣/٩^{cd}	٤/٣^{cd}	٥/٥^{e}	٥/٨^{d}	٦/١^{c}	٠/٠٤^{a}	٠/٠٢^{b}	٠/٠٢^{b}	١/٥^{a}	٠/٩^{cd}	٠/٩^{cd}	٣/١^{c}	٣/١^{c}	٢/٩^{c}	١٨^{e}	١٧^{h}	١٧^{h}	٢٤^{h}	٢٨^{c}	٢٨^{d}
LSD	١/١			٠/٢			٠/٠١			٠/٥			٠/٢٩			٠/٠٢			٠/١٣		

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشند.

جدول ٦- اثر متقابل تیمار بذر و سطوح مختلف خشکی بر شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، تبادلات فتوسنتزی، پروتئین و روغن

سطوح خشکی	شاخص سطح برگ		پرولین		کلروفیل		کاروتنوئید		تبادلات فتوسنتزی		پروتئین		روغن	
	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ	شاهد	هیدروپرایمینگ
I١	٤/٠٥^{a*}	٤/٤٤^{a}	٥/٢٦^{e}	٥/٥٨^{d}	٠/٠٣^{ab}	٠/٠٣^{a}	١/٢١^{b}	١/٦٧^{a}	٢/٧٦^{d}	٣/٧٢^{b}	١٨/٢٦^{f}	١٨/٨٥^{b}	٢٥/٧٨^{e}	٢٨/٦٢^{b}
I٢	٤/٤٢^{a}	٤/٧١^{a}	٥/٦٥^{d}	٥/٨٧^{c}	٠/٠١^{c}	٠/٠١^{bc}	١/٠٨^{b}	١/٠٩^{b}	٢/٩٩^{d}	٤/٣٣^{a}	١٨/٦٨^{e}	١٨/٧٥^{d}	٢٧/٨٥^{c}	٣٠/٢٤^{a}
I٣	٣/٠٩^{b}	٤/٨٢^{a}	٦/١٢^{b}	٦/٨٦^{a}	٠/٠٢^{bc}	٠/٠٢^{ab}	٠/٩٤^{b}	١/٠٧^{b}	١/٥١^{e}	٣/٣٩^{c}	١٨/٨٣^{c}	١٩/٠٩^{a}	٢٥/٣٢^{f}	٢٦/٩٦^{d}
LSD	٠/٩٢		٠/١٧		٠/٠١		٠/٤٢		٠/٢٠		٠/٠١		٠/١١	

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- ثر متقابل سطوح مختلف خشکی، رقم و تیمار بذر بر شاخص سطح برگ، پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، تبادلات فتوسنتزی، پروتئین و روغن

تیمارها			شاخص سطح برگ	پرولین	کلروفیل	کاروتنوئید	تبادلات فتوسنتزی	پروتئین	روغن
I۱	کوسه	هیدروپرایمینگ	٤/٥٨$^{b-f*}$	٥/٢٢^{gh}	٠/٠٣^{abc}	١/٧٨^{ab}	٤/٩٦^{a}	١٨/٢٠^{i}	٣٢/٩٥^{a}
		شاهد	٣/٢١$^{e-h}$	٥/٠٣^{h}	٠/٠٢^{bc}	١/١٨^{bc}	٢/١٣^{e}	١٧/٠٠^{m}	٢٨/٥٨^{e}
	PI	هیدروپرایمینگ	٥/٦٢^{ab}	٥/٦٧^{def}	٠/٠٥^{a}	١/٢٥^{abc}	٣/٠٩^{cd}	١٩/٧٦^{d}	٢٧/٦٣^{f}
		شاهد	٣/٠٤^{fgh}	٥/٦٨^{def}	٠/٠٢^{c}	١/٣٥^{abc}	٣/٠٣^{d}	١٩/٠٣^{f}	٢٥/٦٣^{h}
	IL١١١	هیدروپرایمینگ	٥/٦٣^{ab}	٥/٨٤^{cd}	٠/٠٤^{ab}	١/٩٧^{a}	٣/١١^{cd}	١٨/٧٥^{h}	٢٥/٢٨^{i}
		شاهد	٤/٤٩$^{c-g}$	٥/٠٨^{h}	٠/٠٢^{c}	١/٠٩^{bc}	٣/١٢^{cd}	١٨/٥٩^{i}	٢٣/١٢^{i}
I۲	کوسه	هیدروپرایمینگ	٣/٩٢$^{c-g}$	٥/٨١^{cde}	٠/٠١^{c}	١/١٤^{bc}	٤/٩٠^{a}	٢٢/٣٢^{a}	٢٨/٧١^{de}
		شاهد	٢/٩٢^{gh}	٥/٤٧^{fg}	٠/٠١^{c}	١/١١^{bc}	٣/٩٦^{b}	١٩/٥٣^{e}	٢٥/٧٣^{h}
	PI	هیدروپرایمینگ	٧/٠٠^{a}	٦/٠٢^{c}	٠/٠١^{c}	١/٣٤^{abc}	٣/٤٥^{c}	١٨/٢١^{i}	٣٣/١٢^{a}
		شاهد	٤/٥١$^{c-g}$	٥/٦٨^{def}	٠/٠١^{c}	٠/٩٦^{c}	٣/٤١^{cd}	١٨/١٨^{i}	٢٨/٨٣^{cd}
	IL١١١	هیدروپرایمینگ	٤/٧٤$^{b-e}$	٥/٨١^{cde}	٠/٠٣^{abc}	١/١٤^{bc}	٤/٦٣^{a}	١٨/٥١^{j}	٢٨/٩٩^{bc}
		شاهد	٣/٢١$^{e-h}$	٥/٧٦$^{c-f}$	٠/٠٢^{c}	٠/٨١^{c}	١/٥٩^{f}	١٥/٥٤^{o}	٢٨/٨٩^{bcd}
I۳	کوسه	هیدروپرایمینگ	٣/٥٨$^{e-h}$	٦/٩٨^{b}	٠/٠٣^{abc}	٠/٨٠^{c}	٢/٠٤^{e}	٢١/١٢^{b}	٢٨/٧٣^{de}
		شاهد	٢/٣٠^{h}	٥/٥٣^{efg}	٠/٠١^{c}	٠/٧٨^{c}	١/٧٣^{ef}	١٩/٠٥^{f}	٢٣/٦٥^{k}
	PI	هیدروپرایمینگ	٥/٣٩^{bcd}	٧/٥٣^{a}	٠/٠٣^{abc}	١/٤٠^{abc}	٣/٦٠^{cd}	٢٠/٤٩^{c}	٢٤/٨٤^{i}
		شاهد	٣/٨٧$^{d-h}$	٦/٧٩^{b}	٠/٠٣^{abc}	١/٣٠^{abc}	١/٧٦^{ef}	١٨/٩٩^{g}	٢٣/٢٥^{l}
	IL١١١	هیدروپرایمینگ	٥/٤٨^{abc}	٦/٨٠^{b}	٠/٠٢^{c}	١/٠٥^{bc}	٤/٧٧^{a}	١٨/٤٥^{k}	٢٩/٠٥^{b}
		شاهد	٣/٠٩^{fgh}	٥/٢٨^{gh}	٠/٠١^{c}	٠/٧٣^{c}	١/٠٤^{g}	١٥/٦٥^{n}	٢٧/٣٢^{g}

میانگین هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

فهرست منابع:

1. Acosta-Callegos, J. A. and Adams, M. W., 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. Journal of Agriculture and Science of Cambrig, 117: 213-219.
2. Ashraf, M. and Farooq, M., 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advance Agronomy, 88: 223–271.
3. Basra, S. M. A., Afzal, I., Rashid, A. R. and Farooq, M., 2005. Pre-sowing seed treatment to improve germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.). Cadernode Pesquisa Ser. Bio., Santa Cruz de Sul, 17: 155-164.
4. Casenave, E. C. and Toselli, M. E., 2007. Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. Seed Science and Technology, 35: 88-98.
5. Diaz, P., Monza, J. and Marquez, A. J., 2005. Drought and saline stress in Lotus japonicus Lotus japonicus Handbook. Springer, the Netherlands, pp: 39-50.

www.SID.ir

6. Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzadeh-Mosaddegh, P. and Valizadeh, M., 2008. Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Research Journal of Seed Science, 1(1): 34-40.
7. Farooq, M., Basra, S. M. A. and Hafeez, U. R., 2006. Seed priming enhances emergence, yield and quality of direct-seeded rice. Crop Management of Physiology, 3: 42-44.
8. Hamrouni, I., Salah, h. and Marzouk, B., 2001. Effects of water-deficit on oil of safflower aerial parts. INRST, Laboratoire d'Adaptation et d'Amelioration des Plants, BP 95 2050, Hammam-Lif, Tunisia, 95: 21-52.
9. Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P. and Sodhi, P. S., 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimant of Agriculture, 35: 15-29.
10. Hussain, M., Farooq, M., Basra, S. M. A. and Ahmad, N., 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. International of Agriculture and Biology, 8: 14-18.
11. Jaleel, C., Gopi, R., Kishorekumar, A., Manivannan, P., Sankar, B. and Panneerselvam, R., 2008. Interactive effects of triadimefon and salt stress on antioxidative status and ajmalicine accumulation in *Catharanthus roseus*. Acta Physiology of Plantarum, 30(3): 287-292.
12. Kahlon, P. S., Dhaliwal, H. S., Sharma, S. K. and Randawa, A. S., 1992. Effect pre-sowing seed soaking on yield of wheat (*Triticum aestivum*) under late sown irrigated conditions. Indian Journal of Agriculture Science, 62: 276-277.
13. Kaur, S. A., Gupte, K. and Kaur, N., 2000. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-87.
14. Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M. and Kolsarici, Y., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24: 291-295.
15. Kibite, S. and Harker, K. N., 1991. Effects of seed hydration on agronomic performance of wheat, barley and oats in central Alberta. Canadian Journal of Plant Science, 71: 515-518.
16. Kuar, S., Gupta, A. K. and Kaur, N., 2002. Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Regulator, 37: 17-22.
17. Lee, T. M. and Liu, C. H., 1999. Correlation of decreases calcium contents with proline accumulation in the marine green macroalga, Ulva fasciata exposed to elevated NaCl contents in seawater. Journal of Experimantal and Botany, 50: 1855-1862.
18. Lee, S. S. and Kim, J. H., 2000. Total sugars, alpha-amylase activity and germination after priming of normal and aged rice seeds. Korean Journal of Crop Science, 45: 108-111.
19. Manivannan, P., Cheruth, A. J., Zhao, C. X., Somasundaram, R., Azooz, M. M. and Panneerselvam. R., 2008. Variations in growth and pigment composition of sunflower varieties under early season drought stress. Global Journal of Molecular Science, 3 (2): 50-56.
20. Mcdonald, M. D., 2000. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177–183.
21. Mehra, R. and Raaj, R., 2002. "Mood fluctuations, projection bias, and volatility of equity prices. Journal of Economic Dynamics and Control, 26(5): 869-887.
22. Quarrie, S. A. and Jones, H. G., 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomata conductance, and abscises acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. Annual Botany, 44: 323-332.
23. Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, K., 2002. Effects of seed priming on germination and health of rice (*Oryza sativa* L.) seeds. Seed Science and Technology, 30: 451-458.
24. Weiss, E. A., 2000. Safflower. In: Oilseed Crops, Blackwell Sci. Ltd, 93-129.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Wright, P. R., Morgan, J. M. and Jessop, R. S., 1997. Turgor maintenance by osmoregulation in *Brassica napus* and *B. juncea* under field conditions. Annual Botany, 80: 313-319.

www.SID.ir

Archive of SID

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

www.SID.ir