تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۷
۶۷۵-۶۹۰
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.581.1115

اثر تقویت‌کنندگی غلظت‌های مختلف عصاره‌های رازیانه، زیره سبز و نعناع بر خصوصیات فیزیولوژیکی جوانه‌زنی بذر و عملکرد دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط کم‌آبی

محمد علیوند، الناز فرج‌زاده معماری تبریزی*
گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۷

چکیده

در اغلب تحقیقات تأثیر منفی ترکیبات دگرآسیب بررسی‌شده، ولی تحقیقات بسیار کمی در خصوص تأثیر مثبتی که این گیاهان می‌توانند در کشاورزی داشته باشند، انجام شده است. این مطالعه به‌منظور تأثیر پرایمینگ بذر گلرنگ با غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و نعناع فلفلی (*Mentha × piperita*) (عدم پرایمینگ، هیدروپرایمینگ، غلظت یک درصد و غلظت دو درصد عصاره) در سطوح مختلف آبیاری انجام پذیرفت (در شرایط آزمایشگاهی شاهد، ۳- و ۶- بار و در شرایط مزرعه‌ای آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر). آزمایش در آزمایشگاه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در مزرعه به‌صورت اسپلیت فاکتوریل پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۵ و در مزارع دانشگاه آزاد ملکان به اجرا در آمد. در شرایط مزرعه‌ای سطوح آبیاری به‌عنوان کرت اصلی در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج این مطالعه در شرایط آزمایشگاهی پرایمینگ بذر گلرنگ با عصاره گیاهان دارویی موردبررسی، باعث بهبود جوانه‌زنی (تا ۱۱/۶ درصد) و رشد گیاهچه‌های گلرنگ (تا ۳۸/۸ درصد) و بهبود شرایط فیزیولوژیکی در گیاهچه‌های گلرنگ شد. در شرایط مزرعه‌ای کم‌آبی شدید کاهش معنی‌داری (تا ۳۸/۲ درصد) را در عملکرد دانه گلرنگ باعث شد، ولی پرایمینگ با عصاره گیاهان دارویی، به‌ویژه غلظت یک درصد و غلظت دو درصد زیره سبز و نعناع فلفلی افزایش معنی‌داری (تا ۵۰/۹ درصد) را در این صفت در هر دو شرایط کم‌آبی و آبیاری کامل باعث شد. با توجه به این نتایج می‌توان عملکرد گلرنگ را چه در شرایط کم‌آبی و چه در شرایط آبیاری کامل به‌طور مطلوبی با پرایمینگ با عصاره گیاهان دارویی موردبررسی، افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: **پرایمینگ بذر، تنش، غلظت، فیزیولوژی**

مقدمه

گلرنگ زراعی گیاهی یک‌ساله و از خانواده کاسنی است. امروزه این گیاه در گروه گیاهان روغنی جا گرفته و به این منظور کشت می‌شود (Shakeri-Amoughin et al., 2012). در بین گیاهان روغنی سازگار به آب‌وهوای ایران، گلرنگ به دلیل مقاومت به کمبود آب و شوری و امکان کاشت پاییزه و بهاره جایگاه مهمی در تناوب دارد (Badri et al., 2011). گلرنگ تحمل بالایی به خشکی دارد و آب را از مناطقی از خاک خارج می‌کند که سایر گیاهان زراعی توانایی آن را ندارند (Omidi et al., 2012; Mosallayi et al., 2011).

کم‌آبی، گرما و تنش شوری عواملی جهانی هستند که عملکرد گیاهان زراعی و تولید مواد غذایی را به‌شدت کاهش می‌دهند (Radhikaand Thind, 2013). بسته شدن روزنه‌ها در هنگام کم‌آبی، پاسخ اولیه گیاه به کم‌آبی است که میزان جذب دی‌اکسید کربن را کاهش می‌دهد. در اثر کمبود دی‌اکسید کربن، تولید مجدد ریبولوز ۵،۱ – بیس

* نگارنده پاسخگو: الناز فرج‌زاده. پست الکترونیک: farajzadeh_e@malekaniau.ac.ir

فسفات (RUBP) در گیاهان C_3 کاهش می‌یابد (Babayev et al., 2013). تحت کم‌آبی، سرعت رشد گیاه کاهش می‌یابد که عمدتاً ناشی از کاهش کارایی مصرف نور خورشید در مراحل مختلف مانند پنجه‌زنی، گرده‌افشانی و نمو دانه‌ها است. کم‌آبی همچنین میزان جذب مواد غذایی را کاهش می‌دهد و درنتیجه رشد و نمو گیاه کاهش می‌یابد (Mushtaq et al., 2011). غلظت‌های پایین ترکیب‌های دگرآسیب به‌صورت پیش‌تیمار بذری قبل از کاشت می‌تواند باعث بهبود درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول پلومول، وزن تر و خشک گردد (Magbul et al., 2012). تکنیک پرایمینگ بذر جهت کاهش زمان ظهور، یکنواختی سبز شدن و همگنی بهتر (تغییر در رشد بخش‌های مختلف گیاهان در طی زمان) به کار گرفته می‌شود (Heidari and Sadeghi. 2014). ترکیبات دگرآسیب باعث افزایش رشد گیاهان و مقاومت آن‌ها به عوامل تنش‌زا می‌شود. مطالعات کمی در خصوص اثرهای تحرک کنندگی ترکیبات دگرآسیب بر گیاهان انجام شده است (Farooq et al., 2013). عصاره آبی گیاهی می‌تواند ارزان‌ترین و مؤثرترین منبع کاربرد اگزوژنی آللوکمیکال‌های محرک رشد برای افزایش رشد و عملکرد گیاهان به‌صورت پایداری باشد. این روش سالم و نزدیک به طبیعت است (Farooq et al., 2009). شهری و همکاران (Shahri et al., 2013) مشاهده نمودند که کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در عملکرد روغن، عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد طبق گلرنگ باعث می‌شود. فاروق و همکاران (Farooq et al., 2009) تأثیر عصاره دگرآسیب آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) را در بهبود مقاومت به شوری برنج (*Oryza sativa*) بررسی نموده و مشاهده نمودند که پرایمینگ بذر برنج با عصاره مواد دگرآسیب آفتابگردان باعث بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در شرایط شوری می‌شود. عصاره آبی آفتابگردان باعث بهبود درصد جوانه‌زنی، کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و تولید تعداد برگ بیشتری در برنج شد.

هگاب و غریب (Hegab and Ghareib, 2010) نشان دادند که اسید وانیلیک جوانه‌زنی بذر و رشد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) را افزایش داده و باعث تحریک تولید فرم‌های فعال اکسیژن می‌شود. بیشترین اثر تحریکی در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام جزء استونی *Chenopodium murale* و غلظت ۰/۵ پی‌پی‌ام اسید وانیلیک به دست آمد. در مقابل بیشترین غلظت اثر منفی بر تمامی پارامترهای موردبررسی داشت.

با توجه به گفته‌های فوق هدف از این پژوهش بررسی اثر تقویت‌کنندگی غلظت‌های مختلف عصاره‌های رازیانه، زیره سبز و نعناع بر جوانه‌زنی و رشد گیاه گلرنگ تحت شرایط کم‌آبی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در آزمایشگاه و مزارع دانشگاه آزاد ملکان استان ملکان اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه‌ی شمالی با ارتفاع ۱۲۸۰ متر از سطح دریای آزاد است. این بررسی در آزمایشگاه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در مزرعه به‌صورت اسپلیت فاکتوریل پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش خاصیت تحریک‌کنندگی عصاره گیاهان دارویی مختلف مانند رازیانه، زیره سبز، نعناع فلفلی، شوید، بابونه، مریم‌گلی، آویشن و ریحان بررسی شدند که در بین این گیاهان سه گیاه رازیانه، زیره سبز و نعناع فلفلی دارای اثرات محرکی بارزتری بر جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ بودند.

شرایط آزمایشگاهی

در شرایط آزمایشگاهی پلی‌اتیلن گلیکول (شاهد، ۳- و ۶- بار)، نوع گیاه (رازیانه، زیره سبز و نعناع فلفلی) و غلظت عصاره (عدم پرایمینگ، پرایمینگ با آب، غلظت یک و دو درصد) گیاهان دارویی بررسی شد. در ایم مطالعه از پتری دیش‌های شیشه‌ای با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. ظرف‌های پتری دیش بعد از ضدعفونی با الکل اتیلیک، در آون الکتریکی با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت به‌منظور حذف پاتوژن‌های احتمالی، به مدت ۱۲ ساعت در هود الکتریکی زیر تشعشع فرابنفش (UV) قرار داده شدند. در مرحله بعدی به‌منظور آزمون جوانه‌زنی، به‌طور جداگانه درون هر یک از ظرف‌های پتری با دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک در زیر و یک لایه روی بذرها قرار داده شدند. هر یک از عصاره‌ها به میزان ۵ سی‌سی به هر پتری دیش اضافه گردید. دمای ژرمیناتور در مدت آزمون جوانه‌زنی بذرها ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس بوده و نمونه‌ها روزانه به مدت ۱۱ روز مورد بازدید قرار گرفت و تعداد

بذرهای جوانه‌زده روزانه شمارش شدند. پس از اتمام آزمون جوانه‌زنی اقدام به اندازه‌گیری صفات گردید.

ضریب سرعت جوانه‌زنی مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است که از رابطه ۱ محاسبه می‌گردد (Miri et al., 2013).

[۱]

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + ... + G_n}{(1 \times G_1) + (2 \times G_2) + (3 \times G_3) + ... + (n \times G_n)}$$

G_1-G_n تعداد بذور جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر را نشان می‌دهد.

شرایط مزرعه‌ای

در شرایط مزرعه‌ای سه سطح آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) در کرت‌های اصلی و نوع گیاه (رازیانه، زیره سبز و نعناع فلفلی) و غلظت عصاره (عدم پرایمینگ، پرایمینگ با آب، غلظت یک و دو درصد) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند.

اعمال تیمارهای سطوح آبیاری پس از استقرار بوته‌های گلرنگ در مزرعه آغاز شد. پرایمینگ قبل از کاشت انجام پذیرفت. پس از پرایمینگ، بذرها به مدت ۲۴ ساعت هوا خشک شدند. پس از تهیه نقشه کاشت اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی و پشته گردید. هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر و به فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متر، فاصلهٔ بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر، فاصله بین تیمارها ۵۰ سانتی‌متر و بین دو تکرار ۱ متر در نظر گرفته شد. در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵ بذرهای گلرنگ در عمق ۴ سانتی‌متری پشته به‌صورت خشکه‌کاری کاشته شد. برای اطمینان از سبز شدن در هر محل، دو عدد بذر استفاده گردید. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت انجام شد. تمام کود فسفر و پتاسیم و یک‌سوم کود نیتروژن قبل از کاشت و مابقی کود نیتروژنه نیز در مرحله ۸ برگی به‌صورت نواری به‌کاربرده شد. مقدار کودهای نیتروژنه و فسفره به ترتیب ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود.

جهت تجزیه خاک محل اجرای طرح، یک نمونه خاک مرکب از ۶ نقطه‌ی مزرعه از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تجزیه، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک به شرح زیر تعیین شد:

جدول ۱. نتیجه‌ی آزمون تجزیه خاک

Table 1. Analysis of soil samples

هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده TNV	کربن آلی O.C (%)	ازت کل T.N (%)	فسفر قابل‌جذب Absorbable P (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب Absorbable K (ppm)	شن sand	سیلت silt	رس clay	بافت خاک Soil texture
1.84	7.87	17.25	2.24	0.215	53.22	194	67%	21%	12%	لوم شنی Sandy loam

شاخص پایداری غشاء سلول از طریق اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌های برگ ارزیابی شد. برای این منظور یک گرم نمونه‌ی برگ درون آب مقطر با حجم ۲۰ میلی‌لیتر منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس میزان هدایت الکتریکی آب مقطر همراه نمونه به‌عنوان نشت اولیه اندازه‌گیری شد. نشت ثانویه نیز از طریق اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها پس از حرارت دادن آن‌ها به‌وسیله اتوکلاو به مدت یک ساعت و در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. شاخص پایداری غشاء از طریق معادله ۲ محاسبه شد. (Ibrahim et al., 2013)

[۲]

شاخص پایداری غشاء = (۱-(نشت ثانویه/ نشت اولیه))×۱۰۰

برای استخراج جیبرلین طبق روش بائوسکا و همکاران (Bauska et al., 1993) یک گرم از بافت برگی بلافاصله توسط ازت مایع منجمد و سپس پودر شدند. نمونه‌های آسیاب شده در ۲۰ میلی‌لیتر محلول حامل متانول، آب، استیک اسید به ترتیب با نسبت‌های (۳۰: ۷۰: ۱) تهیه شده بودند، حل و یک محلول هموژن ایجاد شد. ترکیب هموژن به مدت ۱۵ دقیقه با سانتریفیوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه

سانتریفیوژ شده و سپس ۱۶ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۸۰ درصد به ترکیب اضافه شد. درنهایت محلول زلال رویی در ستون C18-SPE دستگاه HPLC تزریق شد و سپس در ۱۰ میلی‌لیتر محلول اتانول، آب و استیک اسید به ترتیب با نسبت (۸۰: ۲۰: ۱) شسته شد. محلول استخراج‌شده در دمای اتاق با استفاده از یک خنک‌کننده، خنک شد و مجدداً یک میلی‌لیتر متانول به آن برای تهیه محلول نهایی برای استخراج هورمون اضافه شد. سپس سطح منحنی تعیین و از طریق روابط موجود (منحنی استاندارد) غلظت نمونه‌ها تعیین شد.

جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۲۰ میلی‌گرم در یک میلی‌لیتر فسفات پتاسیم pH=7 به داخل لوله‌آزمایش منتقل شد سپس ۰/۵ میلی‌لیتر آنزیم استخراج‌شده از مرحله استخراج به آن اضافه‌شده و بعد از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌وسیله ۱ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریدریک ۰/۱ نرمال واکنش را متوقف کرده و در ادامه یک میلی‌لیتر از معرف ید به آن اضافه شد. پس‌ازآن حجم محتوی لوله را با آب مقطر به حدود ۱۰ سی‌سی رسانده و میزان جذب رنگ را با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل ۷۳۱۰ ساخت کمپانی Jenway در طول‌موج ۶۲۰ نانومتر خوانده و با نمونه شاهد (محلول نشاسته با ید بدون افزودن آنزیم) مقایسه شد. اندازه‌گیری فعالیت آلفاآمیلاز با دستگاه فالینگ نامبر (Perten مدل ۱۵۰۰ سوئد) و روش مصوب AACC شماره ۶۵-۸۱B انجام شد (Murteza et al., 2012).

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول، عمل استخراج مشابه پرولین انجام گرفت. پس از استخراج، ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره الکلی با ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه‌شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون+ ۱۰۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۷۲٪) مخلوط گردید. این محلول ده دقیقه در حمام آبجوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. سپس میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه شد.

قبل از تجزیه آماری، تست نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری صفات موردنظر با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع عصاره تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ نداشت، ولی کم‌آبی و غلظت عصاره اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ در سطح‌احتمال ۱٪ داشت (جدول ۲).

کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ باعث شد. هر دو تیمار ۳- بار و ۶- بار باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شدند، ولی میزان کاهش جوانه‌زنی تحت تأثیر ۶- بار بیشتر بود. تیمارهای ۳- بار و ۶- بار به ترتیب ۷/۹ و ۱۴/۷ درصد از جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ کاست (جدول ۵). جوانه‌زنی به‌شدت به کمبود آب حساس است. حساس‌ترین مراحل جوانه‌زنی به عوامل تنش‌زا شامل مراحل: یک (جذب فیزیکی آب) و دو (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جذب آب می‌باشند. اگر در این مراحل آب به‌صورت کنترل‌شده در اختیار بذر قرار گیرد، اثر تنش کاهش‌یافته و بذر به‌خوبی جوانه می‌زند. در طی پرایمینگ بذر مراحل یک و دو جوانه‌زنی را کامل کرده و فقط به یک شیب مطلوب جذب آب به‌منظور شروع رشد ریشه‌چه نیازمند است (Aymen et al., 2014).

پرایمینگ بذر گلرنگ با عصاره گیاهان دارویی موردبررسی باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ شد. بین غلظت‌های عدم پرایمینگ و هیدروپرایمینگ ازنظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت‌های بالاتر بر درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ افزود که بیشترین افزایش نیز مربوط به پرایمینگ بذرهای با غلظت دو درصد بود. پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک درصد و غلظت دو درصد به ترتیب ۷/۷ و ۱۱/۶ درصد بر درصد جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ افزود (جدول ۴). هورمون‌ها ازجمله ترکیبات موجود در عصاره گیاهان هستند که از آن جمله هورمون‌های سیتوکنین و جیبرلین قابل‌ذکر هستند (Saxena et al., 2016). بررسی‌های مختلف نشان داده که سیتوکنین و جیبرلین نقش مهمی را در جوانه‌زنی بذر بر عهده دارند. عدم حضور جیبرلین جوانه‌زنی بذر گیاهان را متوقف می‌کند (Lee et al., 2012).

سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج این مطالعه برهم‌کنش پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره بر سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). در شرایط آبیاری نرمال هر سه عصاره گیاهان دارویی اثر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ داشت، ولی در تیمارهای ۳- و ۶- بار عصاره‌های رازیانه و زیره سبز اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ داشتند (شکل ۱). در تیمار عدم پرایمینگ، غلظت دو درصد رازیانه و زیره سبز و غلظت‌های غلظت یک درصد و غلظت دو درصد نعناع فلفلی به ترتیب ۱۵/۳، ۱۴/۸، ۱۹/۲ و ۱۳/۲ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ در تیمار شاهد و غلظت یک درصد نعناع فلفلی به دست آمد. در تیمار ۳- بار غلظت دو درصد رازیانه و غلظت‌های غلظت یک درصد و غلظت دو درصد زیره سبز به ترتیب ۱۲/۸، ۱۵/۷ و ۲۵ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. در تیمار ۶- بار نیز تنها غلظت دو درصد رازیانه و زیره سبز به ترتیب ۱۸/۳ و ۱۶/۹ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ نداشتند (شکل ۱). مدت‌زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تأثیر زیادی بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. در همین رابطه سرعت و درصد جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. تسریع و هم‌زمانی فرآیندهای جوانه‌زنی، استقرار یک پوشش گیاهی خوب و استفاده کارآمد از منابع پیش‌نیاز افزایش عملکرد است. کیفیت بذر به‌ویژه قوه نامیه و بنیه بر استقرار و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر بسیار زیادی دارند. گیاهان سالم که دارای سیستم‌های ریشه‌ای توسعه‌یافته هستند، کار آیی بیشتری در استفاده آب و عناصر غذایی محدودکننده از خاک داشته و شرایط نامساعد (مانند دوره‌های خشکی) را بهتر تحمل می‌کنند. همچنین بین رشد اولیه قوی گیاهچه‌ها و عملکردهای بالاتر، رابطه مثبت وجود دارد بنیه بذر را می‌توان به کمک انواع روش‌های پرایمینگ بذر که باعث افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی می‌شوند، بهبود بخشید (Miri et al., 2013).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات موردبررسی در گلرنگ در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Analysis of variance for traits surveyd in safflower under laboratory condition

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول گیاهچه Seedling length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصد سبز شدن emergence%
پلی‌اتیلن گلیکول Polyethylene glycol	2	1487.434**	150.301**	11.687**	3167.353**
نوع گیاه Plant type	2	13.006 n.s	3.565 n.s	0.03 n.s	38.464 n.s
پلی‌اتیلن گلیکول × نوع گیاه poly ethylene glycol ×Plant type	4	32.62 n.s	5.051 n.s	0.545 n.s	37.656 n.s
غلظت Concentration	3	502.927**	47.815**	5.731**	1018.042**
پلی‌اتیلن گلیکول × غلظت Polyethylene glycol × Concentration	6	33.535 n.s	1.59 n.s	0.54 n.s	19.397 n.s
نوع گیاه × غلظت Plant type × Concentration	6	33.802 n.s	4.578 n.s	0.778*	77.361 n.s
پلی‌اتیلن گلیکول×نوع گیاه×غلظت Polyethylene glycol × Plant type × Concentration	12	25.637 n.s	3.305 n.s	0.655*	26.972 n.s
خطا Error	72	34.536	2.063	0.283	44.775
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		*7.2*	*16.96*	*6.41*	*8.74*

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

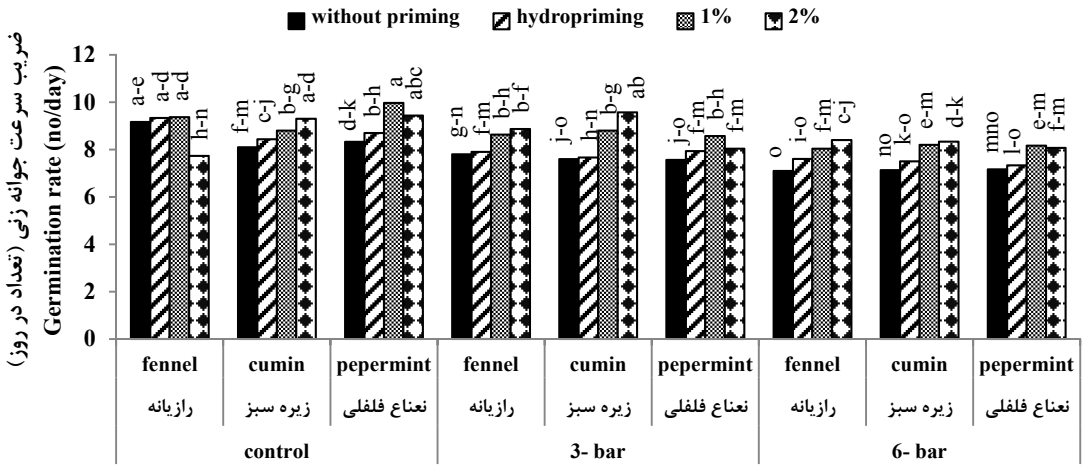
S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی df	پایداری غشای سلولی Cell wall stability	محتوای جیبرلین Gibberellin content	محتوای کربوهیدرات محلول Carbohydrae contnt	آلفا آمیلاز α amylase	پروتئین محلول Soluble protein
پلی‌اتیلن گلیکول Polyethylene glycol	2	989.767**	1033.784**	1107.939**	10.426**	4427.843**
نوع گیاه Plant type	2	51.541 n.s	136.216*	62.881 n.s	0.13 n.s	281.696 n.s
پلی‌اتیلن گلیکول × نوع گیاه poly ethylene glycol ×Plant type	4	23.615 n.s	45.615 n.s	51.079 n.s	0.307 n.s	130.756 n.s
غلظت Concentration	3	533.300**	334.145**	416.285**	4.345**	1494.416**
پلی‌اتیلن گلیکول × غلظت Polyethylene glycol × Concentration	6	84.761*	31.494 n.s	17.55 n.s	0.088 n.s	238.230*
نوع گیاه × غلظت Plant type × Concentration	6	32.843 n.s	49.735 n.s	24.601 n.s	0.433 n.s	179.65 n.s
پلی‌اتیلن گلیکول×نوع گیاه×غلظت Polyethylene glycol × Plant type × Concentration	12	27.404 n.s	44.405 n.s	46.304 n.s	0.459 n.s	136.678 n.s
خطا Error	72	32.907	32.028	37.7	0.329	105.195
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		*26.57*	*26.03*	*28.08*	*11.28*	*29.77*

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

** and * indicates significant at 1 and 5% probability level, respectively.

سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج این مطالعه برهم‌کنش پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره بر سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). در شرایط آبیاری نرمال هر سه عصاره گیاهان دارویی اثر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ داشت، ولی در تیمارهای ۳- و ۶- بار عصاره‌های رازیانه و زیره سبز اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ داشتند (شکل ۱). در تیمار عدم پرایمینگ، غلظت دو درصد رازیانه و زیره سبز و غلظت‌های غلظت یک درصد و غلظت دو درصد نعناع فلفلی به ترتیب ۱۵/۳، ۱۴/۸، ۱۹/۲ و ۱۳/۲ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ در تیمار شاهد و غلظت یک درصد نعناع فلفلی به دست آمد. در تیمار ۳- بار غلظت دو درصد رازیانه و غلظت‌های غلظت یک درصد و غلظت دو درصد زیره سبز به ترتیب ۱۲/۸، ۱۵/۷ و ۲۵ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. در تیمار ۶- بار نیز تنها غلظت دو درصد رازیانه و زیره سبز به ترتیب ۱۸/۳ و ۱۶/۹ درصد بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ افزود. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی گلرنگ نداشتند (شکل ۲). مدت‌زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تأثیر زیادی بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. در همین رابطه سرعت و درصد جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. تسریع و هم‌زمانی فرآیندهای جوانه‌زنی، استقرار یک پوشش گیاهی خوب و استفاده کارآمد از منابع پیش‌نیاز افزایش عملکرد است. کیفیت بذر به‌ویژه قوه نامیه و بنیه بر استقرار و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر بسیار زیادی دارند. گیاهان سالم که دارای سیستم‌های ریشه‌ای توسعه‌یافته هستند، کار آیی بیشتری در استفاده آب و عناصر غذایی محدودکننده از خاک داشته و شرایط نامساعد (مانند دوره‌های خشکی) را بهتر تحمل می‌کنند. همچنین بین رشد اولیه قوی گیاهچه‌ها و عملکردهای بالاتر، رابطه مثبت وجود دارد بنیه بذر را می‌توان به کمک انواع روش‌های پرایمینگ بذر که باعث افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی می‌شوند، بهبود بخشید (Miri et al., 2013).



سطوح آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک) و نوع گیاه

Irrigation regimes (mm evaporation from pan) and plant type

شکل ۱. مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

Fig. 1. Mean comparison for germination rate influenced by PEG, plant type and extract concentration (unsimilar letters represent significant differences at 5% level).

طول گیاهچه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، طول گیاهچه تحت تأثیر هر دو سطح کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول کاهش معنی‌داری را در طول گیاهچه‌های گلرنگ در سطح احتمال یک درصد باعث گردید و با افزایش سطح پلی‌اتیلن گلیکول نیز کاهش بیشتری در طول گیاهچه‌های گلرنگ مشاهده شد. تیمارهای ۳- بار و ۶- بار به ترتیب ۱۵/۵ و ۳۸/۸ درصد از طول گیاهچه‌های گلرنگ کاست (جدول ۵). در بررسی مشابهی خماری و همکاران (Khomari et al., 2014) نشان دادند که کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول باعث کاهش معنی‌دار طول گیاهچه‌های گلرنگ می‌شود. محققین گزارش نموده‌اند که تأثیر کم‌آبی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها ناشی از کاهش فعالیت جیبرلین، افزایش میزان ABA و تغییر نفوذپذیری غشا است (Lians et al., 2015). در بررسی حاضر میزان جیبرلین و میزان کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های گلرنگ تحت تأثیر کم‌آبی کاهش یافت. به نظر می‌رسد جیبرلین برای رشد گیاهچه‌ها ضروری است. این هورمون فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده نشاسته را در بذر افزایش می‌دهد و درنتیجه میزان انتقال ترکیبات کربنی را به گیاهچه‌ها افزایش می‌دهد (Yamaguchi, 2008)؛ بنابراین احتمال دارد بر وزن خشک گیاهچه‌ها تحت تأثیر این هورمون افزوده شود. همچنین کم‌آبی در اثر ایجاد اختلال در فعالیت غشا کاهش معنی‌داری را در پایداری غشا باعث شد که این تغییر فعالیت نرمال سلول‌ها را مختل و از رشد گیاهچه‌ها می‌کاهد (Lians et al., 2015).

پایداری غشای سلولی

مقایسه میانگین‌های پایداری غشای سلولی تحت تأثیر پلی‌اتیلن گلیکول و غلظت عصاره گیاهان دارویی نشان داد که بیشترین میزان پایداری غشا در تیمار عدم پرایمینگ و غلظت دو درصد عصاره به دست آمد. در هر سه سطح آبیاری، پرایمینگ بذر گلرنگ با عصاره گیاهان افزایش معنی‌داری را در پایداری غشا باعث گردید (جدول ۶)، هرچند تأثیر افزایش پرایمینگ بذر وابسته به غلظت عصاره بود. بیشترین میزان افزایش تحت تأثیر پرایمینگ نیز در بالاترین سطح پلی‌اتیلن گلیکول مشاهده شد. در تیمار ۶- بار پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک درصد و غلظت دو درصد به ترتیب ۵۵/۷ و ۱۱۵/۹ درصد بر پایداری غشای سلولی افزود که با توجه به این نتایج، بیشترین افزایش نیز مربوط به سطح غلظت دو درصد بود. در تیمار ۳- بار پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک درصد به میزان

۵۲/۹ درصد بر پایداری غشا سلول افزود. در تیمار شاهد نیز پایداری غشای سلولی با پرایمینگ بذرهای گلرنگ با سطوح غلظت یک درصد و غلظت دو درصد به ترتیب ۴۵/۴ و ۶۰/۲ درصد افزوده شد (جدول ۶). در اغلب سطوح کم‌آبی پرایمینگ بذور با عصاره گیاهان دارویی افزایش معنی‌داری را در پایداری غشا باعث شد. بررسی‌ها نشان داده که آنتی اکسیدانت‌ها و پرولین از مهم‌ترین ترکیباتی هستند که در عصاره گیاهان وجود دارند (Ibrahim et al., 2013) و این ترکیبات نقش بسیار مهمی در افزایش پایداری غشای سلولی دارند (Anjum et al., 2011). ابراهیم و همکاران (Ibrahim et al., 2013) گزارش نمودند که عصاره مواد دگرآسیب گیاهان می‌تواند باعث افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان هدف شوند و از این طریق بر پایداری غشای سلولی بیفزایند.

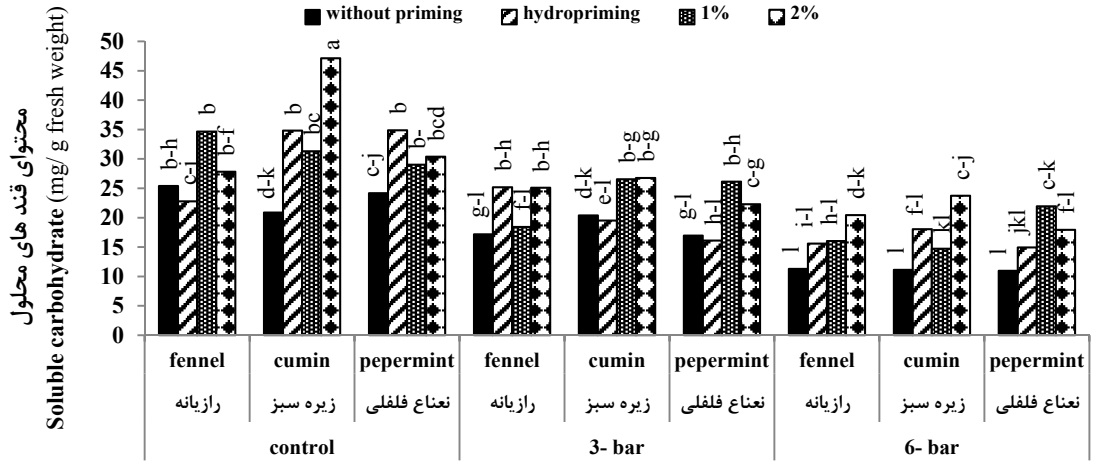
محتوای پروتئین‌های محلول

تجزیه واریانس صفات موردمطالعه تحت تأثیر سطوح کم‌آبی و غلظت عصاره گیاهان دارویی موردبررسی نشان داد که برهم‌کنش پلی‌اتیلن گلیکول در غلظت عصاره در محتوای پروتئین محلول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این مطالعه بیشترین محتوای پروتئین‌های محلول در بین ترکیبات تیماری سطوح آبیاری و غلظت عصاره، در تیمار شاهد و سطح غلظت دو درصد به دست آمد. در هر سه سطح پلی‌اتیلن گلیکول پرایمینگ بذرهای گلرنگ با عصاره گیاهان دارویی افزایش معنی‌داری را در محتوای پروتئین باعث شد که بیشترین افزایش نیز مربوط به تیمار ۶- بار بود. در تیمار ۶- بار پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت‌های یک و دو درصد به ترتیب ۱۳۳/۳ و ۱۹۱/۶ درصد بر محتوای پروتئین‌های محلول گلرنگ افزود که افزایش قابل‌ملاحظه‌ای به شمار می‌آید. در کم‌آبی متوسط، ۳- بار، نیز پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک درصد به میزان ۶۱/۵ درصد بر محتوای پروتئین گیاهچه‌های گلرنگ افزود. در شرایط آبیاری کامل نیز پرایمینگ بذرهای گلرنگ با سطوح غلظت یک درصد و غلظت دو درصد به ترتیب ۱۴/۲ و ۳۳/۳ درصد بر محتوای پروتئین گیاهچه‌های گلرنگ افزود؛ بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه، در شرایط کم‌آبی پرایمینگ بذر با عصاره گیاهان دارویی، بیشترین اثر مثبت را بر محتوای پروتئین گیاهچه‌های گلرنگ داشت (جدول ۶). در کل، کم‌آبی محتوای پروتئین‌ها را در گیاهچه‌های گلرنگ کاهش داد، درحالی‌که پرایمینگ افزایش معنی‌داری را در این صفت باعث گردید. بررسی‌ها نشان داده که هورمون‌های سیتوکنین و جیبرلین نقش مهمی را در سنتز پروتئین‌های جدید و انتقال پروتئین‌های موجود در بذر به گیاهچه‌ها دارند (Miransari and Smith, 2014). این هورمون‌ها از ترکیب‌های موجود در عصاره گیاهان هستند (Iqbal, 2014). این در حالی است که کم‌آبی باعث کاهش میزان تولید این هورمون‌ها در گیاهان می‌شود (Farooq et al., 2009). به نظر می‌رسد پرایمینگ بذر با عصاره گیاهان دارویی محتوی هورمون‌های گیاهی، می‌تواند هورمون‌های موردنیاز گیاه را در اوایل دوره رشدی گیاه در مقابل کم‌آبی تأمین کند.

محتوای قندهای محلول

برهم‌کنش سطوح پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره بر محتوای قندهای محلول معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، بیشترین محتوای ترکیبات قندی محلول در تیمار شاهد و پرایمینگ بذور با غلظت دو درصد زیره سبز به دست آمد. در کم‌آبی متوسط پرایمینگ بذرهای گلرنگ با عصاره گیاهان دارویی تأثیر معنی‌داری بر محتوای قندهای محلول گلرنگ نداشت. در تیمار ۶- بار نیز تنها پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک درصد عصاره نعناع فلفلی به میزان ۱۱۰ درصد بر محتوای قندهای محلول افزود؛ اما در بالاترین سطح پلی‌اتیلن گلیکول، تیمارهای بیشتری افزایش معنی‌داری را در محتوای قندهای محلول باعث گردید که مؤثرترین عصاره در این خصوص نیز مربوط به عصاره زیره سبز بود. در شرایط آبیاری کامل، هیدروپرایمینگ، غلظت یک و دو درصد به ترتیب ۷۰، ۵۵ و ۱۳۵ درصد بر محتوای قندهای محلول افزود که بیشترین میزان افزایش در این آزمایش مربوط به تیمار غلظت دو درصد عصاره زیره سبز بود. غلظت هیدروپرایمینگ عصاره نعناع فلفلی نیز ۴۱/۶ درصد بر محتوای قندهای محلول گلرنگ افزود (شکل ۳). رشد گیاهچه‌ها کاملاً وابسته به ذخایر کربوهیدراته انتقال‌یافته از لپه‌ها به گیاهچه‌ها است. بررسی‌ها نشان داده که کم‌آبی باعث کاهش تجزیه نشاسته به کربوهیدرات‌های محلول و انتقال آن به گیاهچه‌ها می‌شود، چراکه کم‌آبی باعث کاهش میزان تولید آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود (Lians et al.,

2015)، اما پرایمینگ فعالیت این آنزیم را افزایش داده و باعث افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول می‌شود (Sing et al., 2015). در بررسی حاضر تیمار پرایمینگ با عصاره گیاهان دارویی باعث افزایش میزان آنزیم آلفا آمیلاز ناشی از افزایش میزان جیبرلین و درنتیجه محتوای کربوهیدرات‌های محلول گیاهچه‌ها شد.



سطوح آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک) و نوع گیاه
Irrigation regimes (mm evaporation from pan) and plant type

شکل ۲. مقایسه میانگین‌های محتوای قندهای محلول تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 2. Mean comparison for soluble sugars content influenced by PEG, plant type and extract concentration (unsimilar letters represent significant differences at 5% level).

محتوای جیبرلین

اثر پلی‌اتیلن گلیکول، نوع گیاه و غلظت عصاره بر محتوای جیبرلین معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش این عوامل تأثیری بر محتوای جیبرلین نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های محتوای جیبرلین در گیاهچه‌های گلرنگ تحت تأثیر سطوح آبیاری نشان داد که کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در محتوای جیبرلین گیاهچه‌های گلرنگ باعث شد. بیشترین کاهش نیز مربوط به تیمار ۶- بار بود. تیمارهای ۳- بار و ۶- بار نیز به ترتیب ۲۴ و ۳۸/۶ درصد از محتوای جیبرلین گیاهچه‌های گلرنگ کاست (جدول ۵). در بررسی مشابهی همایون و همکاران (Hamayun et al., 2010) نیز کاهش معنی‌داری را در محتوای جیبرلین در گیاهچه‌های سویا تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول به دست آوردند. این محققین حضور آب را از مهم‌ترین عوامل برای آغاز فعالیت‌های متابولیکی و آغاز تولید هورمون‌ها گزارش نمودند.

بین نوع گیاه ازنظر محتوای جیبرلین اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با توجه به نتایج حاصل در صورت پرایمینگ بذرهای گلرنگ با عصاره نعناع فلفلی، محتوای جیبرلین بیشتری در مقایسه با عصاره رازیانه و زیره سبز به دست آمد، ولی بین عصاره‌های رازیانه و زیره سبز ازنظر محتوای جیبرلین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفت در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر تیمار نوع عصاره

Table 3. Comparison of mean of traits in laboratory conditions affected by treatment of extract type

Different plants	گیاهان مختلف	محتوای جیبرلین Gibberellin content
Fennel	رازیانه	20.70 b
Cumin	زیره سبز	20.55 b
Mint	نعناع	23.99 a

بین سطوح عدم پرایمینگ و هیدروپرایمینگ ازنظر محتوای جیبرلین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی غلظت‌های بالاتر افزایش معنی‌داری را در محتوای جیبرلین باعث شد. غلظت‌های غلظت یک درصد و غلظت دو درصد عصاره گیاهان دارویی به ترتیب ۳۵/۸ و ۳۳/۱ درصد بر محتوای جیبرلین گیاهچه‌های گلرنگ افزود (جدول ۴). بررسی‌ها نشان داده است که پرایمینگ میزان هورمون جیبرلین را در گیاهان افزایش می‌دهد (Singh et al., 2015). از سوی دیگر طبق گزارش‌های موجود، عصاره گیاهان دارویی حاوی جیبرلین است که این امر باعث افزایش میزان هورمون جیبرلین در گیاهچه‌ها می‌شود (Iqbal, 2014).

محتوای آلفا آمیلاز

پلی‌اتیلن گلیکول و غلظت عصارها، اثر معنی‌داری بر محتوای آلفا آمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ داشتند (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌های محتوای آلفاآمیلاز تحت تأثیر سطوح پلی‌اتیلن گلیکول، هر دو سطح کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول کاهش معنی‌داری را در محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ باعث شد. بیشترین میزان کاهش نیز مربوط به تیمار ۶- بار بود. این تیمار به میزان ۱۹/۶ درصد از محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ کاست. تیمار ۳- بار نیز کاهش ۸/۹ درصدی را در محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ باعث گردید (جدول ۵). میزان تولید آنزیم آلفاآمیلاز کاملاً وابسته به حضور هورمون جیبرلین است. این هورمون با تأثیر بر میزان رونویسی RNA میزان تولید پروتئین‌ها و ازجمله آلفاآمیلاز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Białecka and Kępczyński,2009). در بررسی حاضر نیز مشاهده شد که کم‌آبی میزان هورمون جیبرلین را کاهش داد که این کاهش می‌تواند زمینه‌ساز کاهش در محتوای آلفاآمیلاز بوده باشد.

پرایمینگ بذرهای گلرنگ با غلظت یک و دو درصد باعث افزایش معنی‌دار محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ گردید، ولی هر دو سطح غلظت یک درصد و غلظت دو درصد ازنظر آماری افزایش مشابهی را در محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ باعث شد. پرایمینگ بذرهای گلرنگ با سطوح غلظت یک درصد و غلظت دو درصد عصاره گیاهان دارویی افزایشی به ترتیب ۱۲/۷ و ۱۴/۸ درصدی را در محتوای آلفاآمیلاز گیاهچه‌های گلرنگ باعث گردید. سطح هیدروپرایمینگ عصاره گیاهان دارویی تأثیر معنی‌داری بر محتوای آلفاآمیلاز نداشت (جدول ۴). آندوسپرم بذر در حین جوانه‌زنی از طریق فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌های هیدرولاز در اختیار رویان قرار می‌گیرد. جیبرلین‌ها سنتز و تولید هیدرولازها، مخصوصاً α– آمیلاز را در بذرهای در حال جوانه‌زنی تحریک می‌کنند. جیبرلین‌ها قادر به القای تعدادی از ژن‌ها هستند که برای تولید آمیلازهایی مانند α– آمیلاز، پروتئاز و β– گلوکانازها ضروری است (Miransari and Smith, 2014). این آنزیم‌ها نقش مهمی را در رشد اولیه و توسعه رویان بر عهده دارند. هرگونه افزایشی در فعالیت این آنزیم‌ها منجر به رشد قوی و بهبود استقرار بوته‌ها می‌گردد. پرایمینگ روی فعالیت این آنزیم‌ها در بذرهای در حال جوانه‌زنی تأثیر مثبتی می‌گذارد (Nawaz et al., 2013).

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر غلظت عصاره

Table 4. Comparison of traits average in laboratory conditions under the influence of extract concentration

تیمار های پرایمینگ Ppiming treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percent	درصد سبز شدن Emergence percent	محتوای جیبرلین (میکروگرم در گرم وزن تر) Gibberellin content (mg/g wet weight)	آلفا آمیلاز (نانو مول بر بذر در دقیقه) α amylase (nm/seed/min)
شاهد Control	77.40 c	70.06 c	18.49 b	4.715 b
هیدرو پرایمینگ Hydropriming	78.77 c	73.26 c	18.93 b	4.767 b
یک درصد 1%	83.39 b	78.79 b	25.00 a	5.385 a
دو درصد 2%	86.80 a	83.97 a	24.57 a	5.478 a

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های صفات در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر تیمار کم‌آبی

Table 5. Comparison of traits average under laboratory conditions under dehydration treatment

سطوح آبیاری (بار) Irrigation regimes (bar)	درصد جوانه‌زنی Germination percent	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	درصد سبز شدن Emergence percent	محتوای جیبرلین (میکروگرم در گرم وزن تر) Gibberellin content (mg/g wet weight)	آلفا آمیلاز (نانو مول بر بذر در دقیقه) α amylase (nm/seed/min)
0	88.21 a	10.37 a	86.16 a	27.48 a	5.608 a
-3	81.18 b	8.731 b	75.97 b	20.89 b	5.117 b
-6	75.38 c	6.306 c	67.42 c	16.87 c	4.533 c

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Unsimilar letters represent significant differences at 5% level

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های صفات در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر تیمار کم‌آبی و غلظت عصاره

Table 6. Comparison of mean traits in laboratory conditions under the influence of dehydration treatment and extract concentration

سطوح آبیاری (بار) Irrigation regimes (bar)	غلظت‌های مختلف عصاره Extract concentration	پایداری غشا Cell memberance stability	پروتئین محلول (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Soluble protein (mg/g wet weight)
0	شاهد Control	20.90 cde	42.31 bc
0	هیدرو پرایمینگ Hydropriming	24.42 cd	36.70 cd
0	یک درصد 1%	30.43 ab	48.73 ab
0	دو درصد 2%	33.54 a	56.19 a
-3	شاهد Control	16.80 efg	26.11 de
-3	هیدرو پرایمینگ Hydropriming	19.38 def	32.09 cd
-3	یک درصد 1%	25.79 bc	42.20 bc
-3	دو درصد 2%	19.64 def	33.59 cd
-6	شاهد Control	11.34 g	12.93 f
-6	هیدرو پرایمینگ Hydropriming	14.77 fg	18.38 ef
-6	یک درصد 1%	17.62 ef	28.27 de
-6	دو درصد 2%	24.43 cd	35.88 cd

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Unsimilar letters represent significant differences at 5% level.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات موردمطالعه هر سه عامل موردبررسی سطوح آبیاری، نوع گیاه و غلظت عصاره اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گلرنگ داشت (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه گلرنگ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری نشان داد که بین سطوح آبیاری پس

از ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و ازنظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری به دست نیامد، ولی کم‌آبی شدیدتر کاهش معنی‌داری را در عملکرد دانه گلرنگ باعث گردید. با کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک عملکرد دانه گلرنگ به میزان ۳۸/۲ درصد کاهش یافت (شکل ۳). عملکرد نهایی دانه حاصل تعداد دانه و وزن دانه است. وزن دانه بستگی به مدت و سرعت پر شدن دانه‌ها دارد. باوجوداین اختلاف در عملکرد دانه در ابتدا نتیجه تعداد دانه است. محققین گزارش نموده‌اند خشکی می‌تواند تأثیر معنی‌داری روی عملکرد از طریق انتقال این ترکیبات به بذور داشته باشد (Manderscheid et al., 2009). محققین دیگری اظهار داشتند که خشکی قبل از گرده‌افشانی به دلیل کاهش تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Alishah and Ahmadikhah. 2009). قاسمی و همکاران (Ghassemi et al., 2016a) و آیمن و همکاران (Aymen et al., 2012) نیز کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گلرنگ را تحت تأثیر کم‌آبی گزارش نمودند. قاسمی و همکاران (Ghassemi et al., 2016b) و آیمن و همکاران (Aymen et al., 2012) نیز کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گلرنگ را تحت تأثیر کم‌آبی گزارش نمودند.

ازنظر عملکرد دانه بین گیاهان دارویی مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. در دو گیاه زیره سبز و نعناع فلفلی عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با تیمار رازیانه به دست آمد، ولی بین تیمارهای زیره سبز و نعناع فلفلی ازنظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۴).

پرایمینگ بذرهای گلرنگ با هر سه غلظت عصاره گیاهان دارویی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گلرنگ شد، ولی بیشترین افزایش مربوط به تیمارهای غلظت یک درصد و غلظت دو درصد بود. این دو سطح عصاره گیاهان دارویی به ترتیب ۵۰/۹ و ۴۷/۶ درصد بر عملکرد دانه گلرنگ افزود. تیمار هیدروپرایمینگ نیز به میزان ۳۳/۳ درصد بر عملکرد دانه گلرنگ افزود (شکل ۵).

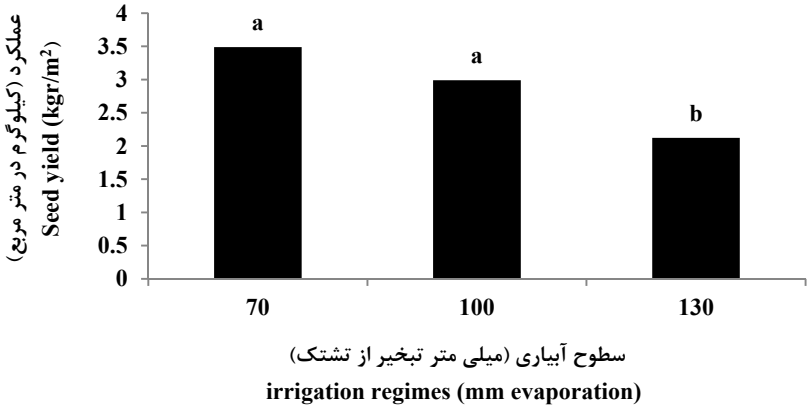
جدول ۷. تجزیه واریانس عملکرد در مترمربع گلرنگ در شرایط مزرعه‌ای

Table 7. Analysis variance of trait surveyd in safflower in field condition

منابع تغییر S. O. V	درجه آزادی df	عملکرد در مترمربع Grain yield
تکرار Rep	2	0.206 n.s
سطوح آبیاری Irrigaion regimes	2	17.213**
خطای اصلی Main error	4	0.931 n.s
نوع گیاه Plant type	2	1.848**
سطوح آبیاری×نوع گیاه Irrigaion regimes ×Plant type	4	0.257 n.s
غلظت Concentration	3	6.498**
سطوح آبیاری× غلظت Irrigaion regimes × Concentration	6	0.322 n.s
نوع گیاه×غلظت Plant type×Concentration	6	0.453 n.s
سطوح آبیاری×نوع گیاه×غلظت Irrigaion regimes ×Plan type×Concentration	12	0.187 n.s
خطا Error	66	0.294
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)		*18.91*

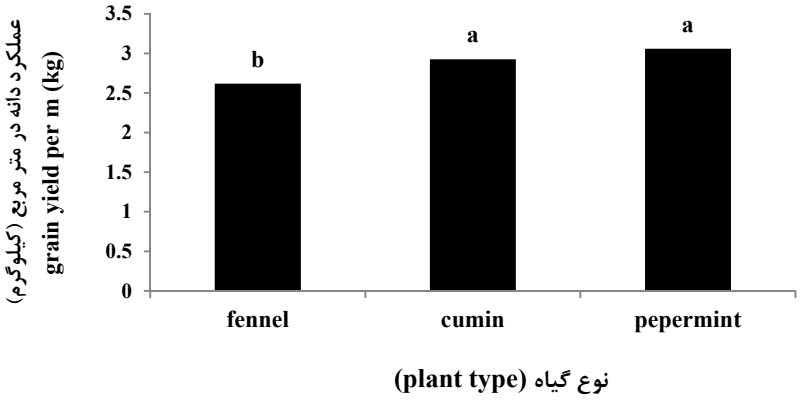
** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

** and * indicates significant at 1 and 5% probability level, respectively.



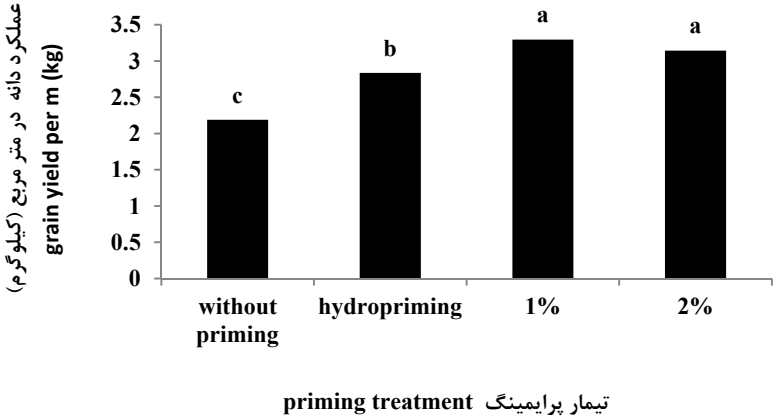
شکل ۳. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح آبیاری (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 3. Mean comparison for wet yield per m2 influenced by irrigation regimes (unsimilar letters represent significant differences at 5% level).



شکل ۴. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت تأثیر نوع گیاه (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 4. Mean comparison for wet yield per m2 influenced by plant type (unsimilar letters represent significant differences at 5% level).



شکل ۵. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت تأثیر غلظت عصاره (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلافات معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 5. Mean comparison for wet yield per m2 influenced by extract concentration (unsimilar letters represent significant differences at 5% level).

نتیجه‌گیری کلی

در کل در شرایط مزرعه‌ای کم‌آبی شدید کاهش معنی‌داری را در رشد و عملکرد دانه گلرنگ باعث شد، ولی پرایمینگ با عصاره گیاهان دارویی، به‌ویژه غلظت یک درصد و غلظت دو درصد زیره سبز و نعناع فلفلی افزایش معنی‌داری را در این صفات در هر دو شرایط کم‌آبی و آبیاری کامل باعث شد. پرایمینگ با بهبود خصوصیات فیزیولوژیک مانند افزایش پایداری غشا، محتوای پروتئین‌های محلول، آنزیم‌های مسئول جوانه‌زنی و هورمون جیبرلین، درنهایت باعث بهبود رشد اولیه قوی گیاهچه‌ها در شرایط کم‌آبی و درنتیجه افزایش رشد و عملکرد گلرنگ شد.

منابع

Alishah, O., Ahmadikhah, A., 2009. The effect of drought stress on improved cotton varieties in Golesatn province of Iran. International Journal of Plant Production. 3(1), 17-25.

Ashrafi, E., Razmjoo, K., 2010. Effects of priming on seed germination and field emergence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Seed Science and Technology. 38, 675-681.

Aymen, E. M., Fredj Meriem, B., Kaouther, Z., Cherif, H., 2014. Influence of NaCl seed priming on growth and some biochemical attributes of safflower grown under saline conditions. Reserarch on Crop Ecophysiology. 9, 13 - 20.

Aymen, E. M., Kaouther, Z., Fredj, M. B., Cherif, H. 2012. Seed priming for better growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) under saline condition. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 8, 135-143.

Babayev, H.G., Bayramov M., Mehvaliyeva, Sh.U.A., Aliyeva, M.N., Guliyev, N.M., Huseynova, I.M., Aliyev, J.A., 2013. Activities of C4-photosynthetic enzymes in different wheat genotypes under continuous soil drought conditions. Journal of Biochemistry Research. 1 (1), 7-16.

Badri, A. R., Shirani Rad, A.H., Seifzadeh, S., Bitarafan, Z. 2011. Sowing date effect on spring safflower cultivars. International Journal of Science and Advanced Technology. 1(9), 139-144.

Białecka, B., Kępczyński, J., 2009. Effect of ethephon and gibberellin A3 on Amaranthus caudatus seed germination and α- and β-amylase activity under salinity stress. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 51, 119–125.

Chen, S., Kuo, S., Chien, C., 2008. Roles of gibberellins and abscisic acid in dormancy and germination of red bayberry (*Myrica rubra*) seeds. Tree Physiology. 28, 1431–1439.

Farooq, M., Ahsan Bajwa, A., Cheema, S. A., Cheema, Z. A., 2013. Application of allelopathy in crop production.International Journal of Agriculture and Biology. 15, 1367–1378.

Farooq, M., Habib, M., Rehman, A., Wahid, A., Munir, R., 2011. Employing aqueous allelopathic extracts of sunflower in improving Salinity Tolerance of Rice. Journal of Agriculture &Social Sciences. 7, 75-80.

Ghassemi, S., Yaghoubian, I. and Moradi, M., 2016a. Effects of hydro-priming durations and water stress on some morphological characteristics of safflower. Biological Forum – An International Journal 8(1), 466-470.

Ghassemi, S., Yaghoubian, I., Yaghoubian, Y., 2016b. Hydro-priming effects on safflower under water limitation: Some physiological traits, grain and oil yields. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 9, 367-375.

Hamayun, M., Afzal Khan, S., Khan Shinwari, Z., Latif Khan, A., Ahmad, N., Lee, I., 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of soybean. Pakistan Journal of Botany. 42(2), 977-986.

Hegab, M.M., Ghareib, H.R., 2010. Antioxidative effects of acetone fraction and vanillic acid from chenopodium murale l. on tomato plant. 45(1), 235-240.

Heidari, M., Sadeghi, H., 2014. Germination and emergence of primed cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds with GA3 under different temperature regimes. International Journal of Biosciences. 5, 266-272.

Ibrahim, M., Ahmad, N., Khan Shinwari, Z., Bano, A., Ullah, f., 2013. Allelopathic assessment of genetically modified and non modified maize (*Zea mays* L.) on physiology of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany. 45(1): 235-240.

Iqbal, M. A., 2014. Role of moringa, brassica and sorghum water extracts in increasing crops growth and yield: a review. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science. 14(11), 1150-1158.

Khomari, S., Soltani-nezhad, M., Sedghi, M., 2014. Effect of seed vigour and pretreatment on germinability and seedling growth of safflower under drought and salinity conditions. International Journal of Farming and Allied Sciences. 3(12), 1229-1233.

Lee, S., Cheng, H., King, K.E., Wang, W., He, Y., Hussain, A., Lo, J., Harberd, N. P., Peng, J. 2012. Gibberellin regulates Arabidopsis seed germination via RGL2, a GAI/RGA-like gene whose expression is up-regulated following imbibition. Genes and Development. 16, 646-658.

Llanes, A., Andrade, A., Masciarelli, O., Alemano, S., Luna, V., 2015. Drought and salinity alter endogenous hormonal proles at the seed germination phase. Seed Science Research. 5, 1-13.

Manderscheid, R., Pacholski, A., Fruhauf, C., Weigel, H., 2009. Effects of free air carbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth and yield of winter barley cultivated in a crop rotation. Field Crops Research. 110, 185–196.

Miransari, M., Smith, D.L., 2014. Plant hormones and seed germination. Environmental and Experimental Botany. 99, 110– 121.

Miri, Y.S., Kochebagh, B., Mirshekari, B., 2013. Effect of inoculation with bio-fertilizers on germination and early growth, dill (*Anethum graveolens*), Fennel (*Foeniculum vulgare*), Cumin (*Cuminum cyminum*) and Marigold (*Calendula officinalis*). International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(1), 104-108.

Moghadam, A., Mohammadi, K., 2013. Different priming treatments affected germination traits of safflower. Applied Science Reports. 2(1), 22-25.

Mosallayi, A.A, Sharifmogaddasi, M.R., Omidi, A.H., 2011. Evaluation of different irrigation regimes effects on grain yield and some important traits of new Iranian safflower cultivars. Advances in Environmental Biology. 5(5), 868-871.

Mushtaq, T., Hussain, S., Bukhsh, M.A.H.A., Iqbal, J., Khaliq, T., 2011. Evaluation of two wheat genotypes Performance of under drought conditions at different growth stages. Crop and Environment. 2(2), 20-27.

Nawaz, A., Amjad, M., Khan, S.M., Afzal, I., Ahmed, T., Iqbal, Q., Iqbal, J., 2013.Tomato seed invigoration with cytokinins.The Journal of Animal and Plant Sciences. 23(1), 121-128.

Omidi, A. H., Khazaei, H., Monneveux, P., Stoddard, F., 2012. Effects of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Field Crops. 17(1), 10-15.

Radhikaand Thind, S. K., 2013. Biochemical variation as influenced by benzylaminopurine alication in wheat genotypes under variable water deficit conditions. Radhika and Thind. Institute of Integrative Omics and Applied Biotechnology. 4(1), 10–16.

Razaji, A., Eradatmand Asli, D., Farzanian, M., 2012. The effects of seed priming with ascorbic acid on drought tolerance and some morphological and physiological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Annals of Biological Research. 3(8), 3984-3989.

Saber, Z., Pirdashti, H., Heidarzade, A. 2012. Osmopriming and hydropriming effects on seed and seedling parameters of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. International Journal of Agriculture: Research and Review. 2(5), 547-554.

Saxena, R., Singh Tomar, R., Kumar, M., 2016. Allelopathy: a green approach for weed management and crop production. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology. 3(4), 43-50.

Shahri, A., Reza Ganjali, H., Rezi Fanayi, H., 2013. Effect of drought stress on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities.

International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6, 1342-1346.

Shakeri-Amoughin, R., Tobeh, A., Jamaati-e-Somarin, S., 2012. Study on the effect of different plant density on some morphological traits and yield of safflower under irrigated and rain-fed planting conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production. 3 (8), 284-290.

Singh, H., Kaur Jassal, R., Kang, J.S., Sandhu, S.S., Kang, H., Grewal, K., 2015. Seed priming techniques in field crops - A review. Agricultural Review. 36(4), 251-264.

Murtaza, G., Asghar, R., 2012. α-amylase activities during seed development and germination in pea (*Pisum sativum* L.) treated with salicylic acid". Pakistan Journal of Botany. 44(6), 1823-1829.

Yamaguchi, S., 2008. Gibberellin metabolism and its regulation. Annual Review of Plant Biology. 59, 225–251.