بسم الله الرحمن الرحيم

فصلنامه علمی پژوهشی یافته های نوین کشاورزی

صاحب امتیاز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

مدیر مسئول: دکتر حمید مشهدی **سر دبیر: دکتر حمید مدنی** **مدیر داخلی: دکتر شیلا گلدسته**

هیات تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر حسین حیدری شریف آباد، استاد موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال

دکتر جهانفر دانشیان، دانشیار موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

دکتر حجت الله زاهدی پور، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

دکتر اسکندر زند، دانشیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی

دکتر علیرضا صبوری، استاد دانشگاه تهران

دکتر حمید مدنی، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی اراک

دکتر حمید مشهدی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی اراک

بررسی کنندگان مقالات این شماره: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر مسعود اصفهانی	دکتر حسین سلیمان زاده
دکتر مهدی چنگیزی	دکتر مسعود گماریان
دکتر شهاب خاقانی	دکتر حمید مدنی
دکتر جهانفر دانشیان	دکتر حمید مشهدی
دکتر مجید رحیمی زاده	دکتر امید مسعودی فر
دکتر نورعلی ساجدی	دکتر قربان نورمحمدی

چاپ و صحافی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

مسئول فنی: مهندس حمید قلی پور

آدرس: اراک، کیلومتر ۳ جاده اراک- خمین، شهرک دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دفتر فصلنامه یافته‌های نوین کشاورزی. تلفن و دورنگار: ۳٤۱۳۲۱۵۳-۰۸٦

فصلنامه یافته های نوین کشاورزی، سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

فهرست مطالب

عنوان مقالات **صفحه**

واکنش محتوای نسبی آب برگ، پروتئین دانه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم به سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید ۱۶۷-۱۷۸

شبنم مرادی، نورعلی ساجدی، شهاب خاقانی

تاثیر کاربرد روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پائیزه در گیلان ۱۷۹-۱۹۱

انسیه فانی اخلاق، جهانفر دانشیان

تاثیر طول دوره غرقابی و دما بر فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک- تخمیری در گیاهچه های گندم ۱۹۳-۲۰۴

مریم طهماسبی، سرالله گالشی، افشین سلطانی، حمیدرضا صادقی پور، احمد ابراهیمی

تاثیر روش های مختلف کاشت و زمان چین برداری بر خصوصیات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای در شهرستان ایرانشهر ۲۰۵-۲۱۳

احمد مهربان، افسانه کمالی دلجو، امید عزیزیان شرمه

تأثیر پیش تیمار های هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی در بذر اسپرس ۲۱۵-۲۲۵

مجتبی یوسفی‌راد، محمد شریف مقدسی، ابوالفضل معصومی زواریان، محسن اصغری، ماهرخ نجاتی

بررسی تنوع و روابط بین صفات کمی و کیفی علوفه شبدر قرمز در شرایط اقلیمی شهرستان بروجرد ۲۲۷-۲۳۹

شهرام نخجوان، علی اشرف جعفری، مهدی خراط چی، محمد شاهوردی

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

واکنش محتوای نسبی آب برگ، پروتئین دانه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم به سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید

شبنم مرادی، کارشناسی ارشد زراعت، وزارت جهاد کشاورزی، اراک، ایران
نورعلی ساجدی*، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
شهاب خاقانی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر محتوای نسبی آب برگ، پروتئین دانه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم، آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار درسال ۱۳۹٤-۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی با۱۰۰میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید بودند. نتایج نشان داد بیشترین تعداد دانه در سنبله و درصد پروتئین دانه از محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید حاصل شد. با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید وزن هزار دانه به میزان ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بیشترین محتوای آب نسبی برگ از محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید حاصل شد. بیشترین عملکرد دانه (۱۷۱۲/۵کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید حاصل شد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی با محلول‌پاشی توأم سالیسلیک اسید و آسکوربیک اسید میتوان به عملکرد کمی و کیفی مطلوب رسید.

واژه های کلیدی: آسکوربیک اسید، سالیسیلیک اسید، شرایط دیم، گندم، عملکرد دانه

---

* نویسنده مسئول: E-mail : N-Sajedi@iau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۹/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۳/۲۵

مقدمه

خشکی یکی از عوامل غیرزنده است که تولید محصولات کشاورزی را بهویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محدود می‌کند (۳). تنش خشکی معمولاً باعث تجمع گونه‌های اکسیژن واکنشگر از قبیل رادیکال سوپراکسید، اکسیژن یکتایی، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدرواکسیل می‌شود که نتیجه آن خسارت اکسیداتیو بافت‌های گیاهی می باشد (۱۸). رادیکال‌های آزاد می توانند لیپدها، پروتئینها، آنزیمها و اسیدهای هسته‌ای را اکسید یا پراکسید کنند (۱۰). سلول‌های گیاهی برای مقابله با اثرات منفی ناشی از انواع اکسیژن فعال به مکانیسم های دفاعی ویژهای متشکل از آنتی اکسیدانها (آسکوربات، گلوتاتیون، آنتوسیانین، فلاونوئیدها) و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز) مجهز می‌باشند. با همکاری آنزیم‌های آنتی اکسیدان و آنتیاکسیدان‌ها، چرخه‌های گلوتاتیون – آسکوربات، مهلر و گزانتوفیل به وجود می‌آیند که مانع از تولید انواع اکسیژن فعال شده و یا آنها را به طور کامل احیاء و به آب تبدیل می‌کنند (۱۳). گزارش شده است که سازگاری و افزایش تحمل به تنش خشکی در گیاهان با بهبود ظرفیت آنتیاکسیداتیو همبستگی دارد (۲۰). آسکوربیک اسید یکی از آنتیاکسیدانهای غیرآنزیمی جاروب کننده رادیکال‌های آزاد برای حفاظت سلول‌ها در مقابل آسیب اکسیداتیو می باشد (٦). آسکوربیک اسید در فضاهای آپوپلاستی، سیتوزول، میتوکندری‌ها، پراکسیزوم‌ها، گلیاکسیزوم‌ها و واکوئل‌ها در غلظتی در حد چند میلیمولار وجود دارد (۸). کاربرد خارجی آسکوربات در گیاهان بر روی سیستم دفاعی تاثیر میگذارد و باعث تحمل به تنش‌های غیره زنده می‌شود (۹). گزارش شده است که آسکوربیک اسید اجزای سیکل گلوتاتیون آسکوربات را بهبود می‌دهد، بنابراین کاربرد آسکوربیک اسید در شرایط تنش اسمزی از طریق بهبود سیستم آنتیاکسیدان و گلیاکسالاز باعث افزایش سازگاری فیزیولوژیکی و کاهش خسارت اکسیداتیو در ارقام کلزا شد (۲).از هورمون جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید به عنوان آنتی اکسیدان در مقابله با تنش‌های غیرزیستی استفاده می‌شود (۲۱). سالیسیلیک اسید به عنوان یک هورمون مهم در واکنش به تنش‌های اکسیداتیو عمل می‌کند (۷). سالیسیلیک اسید یک اسید منوهیدروکسیل بنزوئیک می باشد که به عنوان یک مولکول پیامرسان در پاسخ به تنشهای مختلف غیره زنده محسوب می شود (۳٤). سالیسیلیک اسید میتواند برای القاء سیستم دفاعی مورد استفاده قرار گیرد که این سیستم دفاعی قادر است تحمل گیاهان را در برابر تعدادی از تنشهای زنده و غیر زنده افزایش دهد (۳۹). کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک بر روی فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی، ملکولی و بیوشیمایی در گیاهان از قبیل سیستم آنتی اکسیدان تاثیر میگذارد (۲۸). سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان مختلف از قبیل پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و غیره را تنظیم میکند. این آنزیمها از اجزای اصلی القاء کننده دفاع گیاهی در برابر تنشهای زنده و غیره زنده می‌باشند (۳۷). به علاوه اسید سالیسلیک اثر تنظیم کننده بر روی هموستازی گلوتاتیون دارد (۲۲). تحقیقات نشان داده است

که در شرایط تنش خشکی سالیسیلیک اسید علاوه بر تاثیر بر رشد گیاه، میزان تعرق، تنظیم روزنه‌ای، فتوسنتز، جذب و انتقال یون‌ها را نیز بهبود می‌بخشد (۱۹). با توجه به این که اطلاعات بسیار اندکی در زمینه اثر توام آسکوربیک اسید و سالیسلیک اسید در شرایط دیم و بررسی میزان تعدیل صفات منفی ایجاد شده در اثر خشکی توسط این دو ترکیب در گیاه گندم وجود دارد، لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژیکی و کمی و کیفی گندم سرداری در شرایط دیم بود.

مواد وروش ها

این تحقیق در مزرعه‌ای واقع در شهر هندودر از توابع استان مرکزی با طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ٤ دقیقه و عرض شمالی ٤۹ درجه و ١٤ دقیقه با ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه تابستان‌های ملایم تا گرم و زمستانهای سرد دارد. معمولاً برودت هوا از مهرماه شروع و گاهی تا اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. خصوصیات اقلیمی منطقه در سال زراعی آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول۱: داده‌های هواشناسی شهرستان شازند در سال ١٣٩٤-١٣٩٣

ماههای سال	بارندگی (میلی‌متر)	متوسط دما (درجه سلسیوس)	رطوبت نسبی (درصد)
مهر ۹۳	۹/۸	۱۵/۹	٤۳
آبان۹۳	۱٤۰/۵	۸/٦	٦٤
آذر۹۳	۸۱/۵	-۰/۳	٦۸
دی ۹۳	۸۲/۷	۰/۷	٦٤
بهمن ۹۳	۲۹/۷	-٤/۹	۵۰
اسفند ۹۳	۲۵/۸	-۳/٦	۵۰
فروردین ۹٤	۱۵۱/۲	۷/۹	۵٦
اردیبهشت۹٤	۲۲/۷	١٤/۹	۵۳
خرداد ۹٤	۰	۱۸/۸	۳۹
تیر ۹٤	۰	۲٤/۱	۳۳
مرداد ۹٤	۰	۲۳/۳	۳٤

این تحقیق به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد، تیمارها شامل: تیمارهای آزمایشی شامل عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی

با۱۰۰میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید بودند.

زمین مورد آزمایش در سال قبل آیش بود. قبل از کاشت از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۲ ارایه شده است. در زمان کاشت و طول دوره آزمایش هیچ نوع کود شیمیایی مصرف نشد. قبل از کشت شخم نیمه عمیق به همراه دیسک زده شد و کشت در ۱۵مهر ماه ۱۳۹۳ با دستگاه بذر کار غلات بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از رقم گندم سرداری انجام شد. ابعاد هر کرت ٦ مترمربع (۱/۵×٤)، شامل۱۰ ردیف کشت با فاصله ۱۵ سانتی‌متر در شرایط دیم در نظر گرفته شد.

جدول ۲: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۳۰-۰	۰/۵۹	۷/۸	۰/۸۵	۰/۸	۱۱	۲۷۰	٤۰	۳۹	۲۱

اولین مرحله محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید در اردیبهشت ماه در مرحله ساقه دهی و دومین محلول‌پاشی دو هفته بعد انجام شد. صفت محتوای آب نسبی برگ در مرحله ظهور سنبله مرحله ۵۹ زادوکس اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۲۰ برگ پرچم جوان کاملاً توسعه یافته از بوته‌های هر کرت در ساعت ۱۰ صبح برداشت و در داخل نایلون قرار داده شد و بلافاصله به آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شد و از پهنک برگ‌ها تعداد ۱۰ دیسک به قطر تقریبی ۳ سانتی‌متر از محل پهنک برگ‌ها تهیه شد. برای اندازه گیری وزن تر ۱۰ دیسک وزن شد، دیسک‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند، جهت اندازهگیری وزن اشباع، دیسک‌ها توزین گردیدند. در نهایت دیسک‌ها به مدت ٤٨ ساعت در داخل آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خشک شوند، درصد محتوای آب نسبی برگ از رابطه زیر محاسبه شد (۱۱).

برداشت نهایی در مرحله رسیدگی کامل بوته‌ها در پانزدهم تیرماه سال ۱۳۹٤ انجام گرفت. به منظور ارزیابی صفات زراعی و اجزای عملکرد از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۱۰ بوته انتخاب گردید. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد زیستی سطحی معادل یک متر مربع از هر کرت آزمایشی برداشت شد.

میزان نیتروژن دانه با استفاده از روش کجلدال محاسبه و سپس درصد پروتئین دانه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (۳۸).

۵/۷ × نیتروژن (درصد)= پروتئین (درصد)

داده‌های حاصل از این آزمایش به کمک نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر طول سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول۳). با توجه به نتایج بیشترین طول سنبله به ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با آب مقطر حاصل شد که طول سنبله به ترتیب به میزان۲۵/۳۰ و ۱۵/۳٦ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول٤). گزارش شده است که آسکوربیک اسید در فرایندهای رشد گیاه از قبیل تقسیم و بزرگ شدن سلول، توسعه دیواره سلولی و سایر فرایندهای نموی شرکت می کند (۲٦). آسکوربیک اسید با توان فیزیولوژیکی بالا، می تواند القاء کننده فرایند ماده سازی به ویژه قندها باشد که منجر به رشد می‌شود (۳۳).

جدول۳: میانگین مربعات صفات اندازهگیری شده در گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	طول سنبله	وزن سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	۳	٤۸۰/۰^{ns}	۰/۱۳۰^{ns}	۰/۲۸۱^{ns}	۰/۹٤٦^{ns}	۳۳/۲۹۱^{ns}
تیمار	۹۹	۱/۹٤۰**	۰/۱۰۱**	۳۳/۲۰**	۳/۳۷**	۱۳٦/۲۳ ^{ns}
خطا	۲۷	۰/۲٦۳	۰/۰۱۹	۲/۷٤	۰/۷۳۱	۱۳/۷۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۷/۲٤	۱۵/۵۸	۹/۳۵	۸/٤۷	۷/۵۳

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر وزن سنبله در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین وزن سنبله در بوته به ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر

سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک، محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسلیک توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم سالیسیلیک اسید حاصل شد (جدول٤). گزارش شده است که کاربرد خارجی آسکوربیک اسید باعث افزایش طول ریشه چه، ساقه چه و وزن تر و خشک گیاهچه بامیه شد (۵). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید از طریق تاثیر بر بازشدن روزنه، خصوصیات رشدی و سهم تولید مواد حاصل از فتوسنتز را در گیاهان تحت تاثیر قرار می دهد (۲۳).

اثر تیمارها بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنیدار شد (جدول ۳). با محلول‌پاشی آب مقطر و تیمارهای سالیسلیک و آسکوربیک اسید به تنهایی و ترکیب توأم آنها، تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین تعداد دانه در سنبله از تیمار محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید یا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید حاصل شد که تعداد دانه در سنبله را به ترتیب به میزان ۷٤/۷۵ و ٦۷/۹٦ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول٤). گزارش شده است که کاربرد آسکوربیک اسید، سالیسیلیک اسید و پراکسید هیدروژن به صورت پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی صفات مرفولوژیک، توزیع مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه ذرت بهاره را افزایش داد، اما تاثیر پرایمینگ بذر بیشتر از محلول‌پاشی بود (۱).

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳). نتایج نشان داد بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید حاصل شد. با محلول‌پاشی۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم آسکوربیک اسید به تنهایی، تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب به میزان ۲٦/۸٦ و ۲۵/۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ٤).

جدول٤: مقایسه میانگین اثر محلولپاشی سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر صفات اندازه گیری شده در گندم دیم

تیمارهای آزمایشی	طول سنبله (cm)	وزن سنبله در بوته (gr)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه (gr)
شاهد (عدم محلولپاشی)	٦/٦٤de	۰/٦٧٢cd	١٢/٨٠f	۹/۰٢cd	٤٥/٥٠b
محلولپاشی با آب مقطر	٧/٦٦ab	۰/۹٥٥ab	١٢/٦٠bc	١٠/٧٢ab	٤٧/٧٥ab
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٧/٤٧ bc	١/٠٣٧ab	١٥/٠٧ef	١٠/١٥a-d	٤٧/٢٥ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٨/٣٢ a	١/١٠٧a	٢٢/٣٧a	١١/٣٠a	٥٢/٢٥a
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک	٦/٧٢ cde	۰/٨٧٥abc	١٧/٤٠cde	۹/٥٢٥bcd	٤٨/٥٠ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک	٧/٥٠bc	١/٠٧٧a	٢١/٥٠ab	١١/٤٥٠a	٤٨/٥٠ab
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک	٦/٤٥de	۰/٨٤٢bc	١٧/٣٧cde	۹/٢٥٠cd	٥١/٠٠ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٥/٩٧e	۰/٦٢٥d	١٦/٠٥de	٨/٨٢d	٤٨/٢٥ab
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٧/٢٢bcd	۰/۹٣٥ab	١٨/٧٥de	١٠/٢٢abc	٥٠/٥٠ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٧/٠٢bcd	۰/۹٢٥ab	١٦/٨٢٥de	١٠/٤٠abc	٥٣/٢٥a

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر وزن هزار دانه معنی‌دار نشد (جدول۳). با این وجود تیمارها در دو گروه آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی آب مقطر و تیمارهای سالیسلیک اسید و آسکوربیک اسید به تنهایی یا توأم، وزن هزار دانه نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول۳). محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید به تنهایی، وزن هزار دانه به ترتیب به میزان۱۷ و ۱۵/٤ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول٤). ارتفاع بوته به طور معنی داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارهای سالیسلیک اسید و آسکوربیک اسید قرار گرفت (جدول۵). نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰

میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با آب مقطر ارتفاع بوته نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ٦). نتایج این تحقیق با نتایج اصغری و همکاران (۲۰۱٦) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند که با محلول‌پاشی ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید ارتفاع بوته به میزان ۱۳/۳٤، ۲۵/۷۱ و۱٤/۵۹ درصد به ترتیب در شرایط آبیاری کامل، تنش ملایم و تنش شدید در ذرت شیرین افزایش یافت. کاربرد آسکوربیک اسید باعث تعدیل کاهش رشد گیاهچه‌های برنج در واکنش به تنش کم آبی شد (۱۷). در گیاهان آسکوربیک اسید باعث تقسیم سلولی، گسترش دیواره سلولی و سایر پدیده های رشدی می‌شود (۸). با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر تیمارها بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). جدول مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید، محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید حاصل شد. علت افزایش عملکرد این تیمارها نسبت به شاهد مربوط به افزایش تعداد دانه در سنبله، افزایش وزن هزار دانه و محتوای نسبی آب برگ می باشد (جدول ٦). ثابت شده است که کاربرد خارجی سالیسلیک اسید می‌تواند تاثیر عوامل مختلف تنش‌زا را تعدیل کند و این اثر حفاظتی می-تواند ظرفیت فتوسنتزی را در گیاه بهبود دهد (۲۷). به نظر می‌رسد که سالیسیلیک اسید از طریق افزایش برخی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین ها و سیتوکنین ها باعث افزایش عملکرد می‌شود (۲۹). آسکوربیک اسید باعث خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد سوپر اکسید حاصل از تنش می‌شود و از این طریق باعث حفظ تمامیت غشاهای کلروپلاستی می‌گردد و در نتیجه عملکرد سیستم فتوسنتزی را افزایش داده و باعث تجمع کربوهیدرات‌های محلول می‌شود (۳۰). گزارش شده است که آسکوربیک اسید به دلیل خواص ضد اکسیدانی، از تخریب ملکول کلروفیل جلوگیری میکند و بطور غیر مستقیم سبب افزایش آن می‌شود (۱۲).

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با محلول‌پاشی۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید یا محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسلیک اسید به تنهایی، عملکرد زیستی به ترتیب۱۹/۷ و ۱٦/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ٦).

جدول۵: میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده در گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	محتوای آب نسبی برگ	محتوای پروتئین دانه
تکرار	۳	۲٤/۱۸۱^{ns}	۳٥۳۹۳/۳۳^{ns}	۱۲٥۳۳٥/۸۳^{ns}	٤/۸۲۱^{ns}	۰/۰۲٤^{ns}
تیمار	۹۹	۱۳٥/۹۰**	۲٤٤۱۳۷/۷۷**	۱۳۹۰۰٦۸/۰٦**	۱۱/٤۷*	۱/۰٦۷**
خطا	۲۷	۱۰/٤٦	۲۹٦۰۸/۱٤	٤٥۲۳۰/۲۸	٤/۷٤	۰/۲٦۱
ضریب تغییرات (٪)	–	٤/٤٦	۱۲/۸۱	٤/۱۷	۲/٤۸	٦/٥۲

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

افزایش عملکرد زیستی تیمارهای ذکر شده ناشی از افزایش صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله در بوته و عملکرد دانه نسبت به شاهد بوده است (جدول های ٤ و ٦). گزارش شده استفاده از سالیسلیک اسید در غلظت$^{-٥}$۱۰ مولار به صورت محلولپاشی روی برگها گیاهان استقرار یافته در خردل هندی باعث افزایش تجمع ماده خشک گردید. اما در غلظت های بالا اثر بازدارندگی داشت (١٤).

گزارش شده است که با اعمال تنش خشکی در گیاه کلزا میزان وزن تر اندام هوایی و ریشه کاهش یافت ولی محلول‌پاشی اسید اسکوربیک سبب افزایش وزن تر ریشه و اندام هوایی شد. آنها گزارش نمودند که خشکی سبب کاهش میزان آب قابل دسترس می شود لذا وزن تر کاهش یافت ولی کاربرد آسکوربیک اسید با افزایش توان تحمل گیاه زمینه بهتری برای جذب آب از محیط اطراف ریشه فراهم می‌کند، بنابراین وزن خشک ریشه و اندام هوایی با افزایش شدت تنش خشکی افزایش یافت (١٦).با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارها بر درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول۵). جدول مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد پروتئین به ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید و محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید به تنهایی حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معنیدار نشان ندادند ولی میزان پروتئین دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ٦/۸ و ۳/۷ درصد افزایش دادند (جدول ٦). گزارش شده است که محلول پاشی گیاهان با ۰/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش وزن غلاف ها، وزن صد دانه، مقدار پروتئین محلول کل و عملکرد دانه در نخود شد (٢٤). تیمار گیاهان با سالیسیلیک اسید، فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز را در شرایط تنش آبی کنترل می‌کند و در این شرایط محتوای پروتئین و نیتروژن برگ ها را در سطحی معادل گیاهچه شاهد نگه می‌دارد (۳۲).

جدول٦: مقایسه میانگین اثر محلولپاشی سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر صفات اندازه گیری شده در گندم دیم.

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد زیستی (kg/ha)	محتوای آب نسبی برگ (٪)	محتوای پروتئین دانه (٪)
شاهد (عدم محلولپاشی)	٦٦/۳۷cd	۱۰٦۲/٥e	٤۹۳٥/۰e	۸۸/٦٦ab	۸/۰۱ab
محلول پاشی با آب مقطر	۷۱/۷ab	۱۱۱٥/۰e	٥۲۰۰/۰de	۸٦/۲۲bc	۷/۹۸ab
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	۷۷/٤۰a	۱٤۸۲/٥abc	۲۹۰۷/٥a	۸۸/٤۰ab	۷/۹۹ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	۷۸/۰۰a	۱۰٥۰/۰e	٥٥۲۷/٥bc	۸٦/۹۷abc	۸/۳۱a
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک	۷۲/۲٦b	۱۲٦۰/۱۲cde	٥۷٦٥/۰ab	۸۷/٥۰abc	۸/۰۱ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک	۸۰/۹۷a	۱۱٦۰/۰ed	٥۳۷٥/۰cd	۸۷/۸۳ab	۷/٤۲bc
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک	٦٦/۱۷d	۱۳۹۰/۰bcd	٤۲۰٥/۰g	۸٤/۰۸c	۸/۰۱ab
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	٦٥/٥۰d	۱۷۱۲/٥a	٤٥۹۰/۰f	۸۸/۷۱ab	۷/٤۲bc
محلولپاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک	۷۸/۳۷a	۱٥٥۷/٥ab	٥۱۳۰/۰de	۹۰/٥٥٥a	٦/۷٥c
محلولپاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و۲۰۰ میلیگرم در لیتر اسید آسکوربیک	٦۷/۹۲bc	۱٦٤۰/۰ab	٤۲۷۷/٥g	۸۷/٥۸ab	۸/٥٦a

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

اثر تیمارها بر محتوای آب نسبی برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۵). جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین محتوای آب نسبی برگ از تیمار محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید توأم با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید حاصل شد که اختلاف معنیدار با شاهد نشان نداد (جدول ٦). گزارش شده است که آسکوربیک اسید به عنوان کوفاکتور بسیاری از هورمونهای گیاهی بوده و در بیوسنتز آنها دخالت می‌کند و از این طریق باعث تعدیل آثار تنش می‌شود (۳۵). آسکوربیک اسید از طریق تولید مجدد ویتامین E از رادیکال ها، باعث حفظ و پایداری ساختار غشاهای سلولی می‌شود (۲۵). به‌علاوه ویتامین E از طریق پاکسازی رادیکال های لیپوپراکسی، آلفا توکوفروکسیل را تولید می‌کند که توسط آسکوربیک اسید دوباره به شکل احیا بر می‌گردد و از این طریق باعث انسجام غشایی می‌شود. آسکوربیک اسید با کاهش تجمع پراکسید هیدروژن از پراکسیداسیون لیپیدی و تغییر نفوذپذیری غشاها جلوگیری کرده و مانع نشت یونی می‌شود (۱۵). افزایش محتوای آب نسبی برگ با وجود شرایط خشکی در حضور آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید حاکی از این پدیده می باشد. کاربرد آسکوربیک اسید در شرایط تنش اسمزی ایجاد شده بوسیله پلی اتیلن گلایکول باعث بهبود وزن تر، محتوای آب نسبی برگ و محتوای کلروفیل در ارقام کلزا شد (۲). سالیسلیک اسید باعث تحریک جوانهزنی افزایش محتوای آب نسبی، وزن خشک، فعالیت کربوکسیلازی و افزایش میزان

کلروفیل می‌شود (۳۱). گزارش شده است که در گیاه نخود فرنگی در شرایط تنش اسمزی و شوری، تیمار سالیسلیک اسید موجب افزایش پتانسیل آب شد، آنها علت این امر را تاثیر سالیسلیک اسید بر تجمع ترکیبات اسمزی آلی و غیر آلی ذکر نمودند که از طریق تجمع این ترکیبات و تغییر پتانسیل، سلول آب جذب می‌کند (۳۵). نتایج این تحقیق نشان داد که با محلول‌پاشی توأم سالیسلیک اسید و آسکوربیک اسید در دو مرحله در طول دوره رشد در گندم صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در شرایط دیم افزایش یافت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی با محلول‌پاشی توأم سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید از طریق حفظ وضعیت آب اندام‌های هوایی و در نتیجه تعدیل اثر تنش خشکی میتوان به عملکرد کمی و کیفی مطلوب رسید.

منابع

1- Ahmad, I., Maqsood, S., Basra, A. and Wahid, A. 2014. Exogenous application of ascorbic acid , salicylic acid and hydrogen peroxide improves the productivity of hybrid maize at low temperature stress . International Journal of Agriculture and Biology.۸۲۵-۸۳۰ :۱۶ .

2- Alam, M. M., Nahar, K., Hasanuzzaman, M. and Fujita, M. 2014. Allevation of osmotic stress in *Brassica napus*, *B.campestris*, and *B. Juncea* bt ascorbic application. Biologia Plantarum. 58(4): 697-708.

3- Amin, M., Ahmad, R., Ali, A., Aslam, M. and Lee, D. J. 2016. Silicon fertilization improves the Maize (*Zea mays* L.) performance under limited moisture supply. Cereals Research Communications. 44: 172-185.

4- Asghari, M., Masoumi Zavaryan, A. and Yousefi Rad, M. 2016. The effect of foliar application of ascorbic acid on yield components and physiologic character of sweet corn under different irrigation regimes. Cereal Research. 6(2): 229-240. (In Persian).

5- Baghizadeh, A. and Hajmohammadrezaei, M. 2011. Effect of drought stress and its interaction with ascorbate and salicylic acid on okra (*Hibiscus esculents* L.) germination and seedling growth. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 7: 55-65.

6- Beltagi , M. S. 2008. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.) plants. African Journal of Plant Science. 2(10): 118-123.

7- Clarke, S. M., Mur, L. A. J., Wood, J. E. and Scott, I. M. 2004. Salicylic acid dependent signaling promotes basal thermotolerance but is not essential for acquired thermotolerance in Arabidopsis thaliana. Plant Journal. 38: 432– 447.

8- Conklin, P. 2001. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. Plant, Cell and Environment**.** 24: 383-394.

9- Darvishan, M., Tohidi-Moghadam, H. R. and Zahedi, H. 2013. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on physiological and biochemical changes of corn (*Zea mays* L.) under irrigation withholding in different growth stages. Maydica. 58: 195-200.

10- Desai, K. M., Chang, T., Wang, H., Banigesh, A., Dhar, A ., Liu, J., Untereiner, A . and Wu, L.2010. Oxidative stress and aging: is methylglyoxal the hidden enemy? Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 88(3): 273-284.

11- Dhopte, A. M. and Manuel, L. M. 2002. Principals and Techniques for Plant Scientists.Lst End.Updeshpurohit for Agrobios (India). Odupur. p 373.

12- Dolatabadian, A., Modarres Sanavy S. A. M. and Sharifi, M. 2009. Effect of water deficit stress and foliar application of ascorbic acid on antioxidants enzymes activity and some biochemical's changes in leaves of grain Corn (*Zea maize* L.). Iranian Journal of Biology. 22(3): 407-422. (In Persian).

13- Esfandiari, E., Shakiba M. R., Mahboob, S., Alyari, H. and Toorchi, M. 2007. Water stress, antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in wheat seedling. Journal of Food, Agriculture and Environment. 5(1): 149-153.

14- Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosyntetica. 41(2):281-284.

15- Farouk, S. 2011. Osmotic adjustment in wheat flag leaf in relation to flag leaf area and grain yield per plant. Journal of Stress Physiology and Biochemistry.7: 117-138.

16- Ghorbanli, M., Farzami sepehr, M. and Noruzi, F. 2010. The effect of drought and Ascorbic acid on two cultivars of canola and response of soybean to treatment plants extract. Journal of Crop physiology. 3(7): 73-92. (In Persian).

17- Guo, Z., Tan, H., Zhu, Z., Lu, S. and Zhou, B. 2005. Effect of intermediates on ascorbic acid and oxalate biosynthesis of rice and in relation to its stress resistance. Plant Physiology and Biochemistry. 43: 955-962.

18- Hasanuzzaman, M., and M. Fujita. 2013. Exogenous sodium nitroprusside alleviates arsenic-induced oxidative stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings by enhancing antioxidant defense and glyoxalase system. Ecotoxicology. 22: 584- 596.

19-Hayat, S., and A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid: plant hormone. Springer. p. 97-99.

20- Hoque, M.A., M.N. Banu, Y. Nakamura, Y. Shimoishi ,and Y. Murata. 2007. Proline and glycinebetaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl-induced damage in cultured tobacco cells. Journal of Plant Physiology.165: 813-824.

21-Iqbal, N., R .Nazar, M.I.R. Khan, A. Masood, and N.A. Khan. 2011. Role of gibberellins in regulation of source-sink relations under optimal and limiting environmental conditions. Current Science.100 (7): 998-1007.

22- Kusumi, K., T. Yaeno, K. Kojo, M. Hirayama, D. Hirokawa, A. Yara, and K. Iba. 2006. The role of salicylic acid in the glutathione-mediated protection against photooxidative stress in rice. Physiologia Plantarum. 128:651–661.

23- Larque-Saaveda , A. 1979. Stomatal closure in response to Salicylic acid treatment. Plant Physiology. 93: 371-37.

24- Maddah, S.M., A. Majd, F. Fallahian, S. H. Sabbaghpour, and F. Chalbian. 2006. Effect salicylic acid on yield and yield components and anatomical structures chick pea (*Cicer arietinum*. L). Journal of Basic Sciences. Islamic Azad university. 1(62):61-70. (In Persian).

25- Parida, A.K. and A.B. Das 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60: 324-349.

26- Pignocchi, C. and Foyer, C. H. 2003. Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signaling. Current Opinion in Plant Biology. 6: 379-389.

27- Radwan, D. E. M . and Soltan, D. M. 2012. The negative effects of clethodim in photosynthesis and gas-exchange status of maize plants are ameliorated by salicylic acid pretreatment. Photosynthetica. 50:171–179.

28- Saruhan, N., Saglam, A. and Kadioglu, A. 2012. Salicylic acid pretreatment induces drought tolerance and delays leaf rolling by inducing antioxidant systems in maize genotypes. Acta Physiologiae Plantarum. 34:97–106.

29- Shakirova, F. M., Shakhbutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdionova, R. A. and Fatkhutdionova, D. R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322.

30- Shao, H. B., Chu, L. Y., Zhao, H. L. and Kang, C. 2008. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. International Journal of Biological Sciences. 4(1): 8-14.

31- Singh, B. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 39: 137-141.

32- Senaranta, T., Teuchell, D., Bumm, E. and Dixon, K. 2002. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30: 157-161.

33- Smirnoff, N. 2000. Ascorbic acid. Metabolism and functions of a multi-facetted molecule. Current opinion plant Biology. 3: 229-235.

34- Szalai, G., Krantev, A., Yordanova, R., Popova, L. P. and Janda, T. 2013. Influence of salicylic acid on phytochelatin synthesis in *Zea mays* during Cd stress. Turkish Journal of Botany.37:708–714.

35- Szepesi, A., Csiszar, J., Bajkan, S. Z., Gemes, K., Horvath, F., Erdei, L., Deer, A., Simon, L. M. and Tari, I. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt and osmotic stress. Acta Biologica Szegediensis. 49: 123-125.

36- Taqi, A. K., Mazid, M. and Firoz, M. 2011. A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agrobiology. 28(2): 97-111.

37- Vicent, M. R. S., and J. Plasencia. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. Journal of Experimental Botany. 62:3321–3338.

38- Voltas, J., Romagosa, I. and Araus, J. L. 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. Field Crops Research. 52: 117-126.

39- War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y. and Ignacimuthu, S. 2011. Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Signaling and Behavior. 6:1787–1792.

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

تاثیر کاربرد روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پائیزه در گیلان

انسیه فانی اخلاق*، کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه زراعت، تاکستان، ایران
جهانفر دانشیان، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- بخش تحقیقات دانه های روغنی(کرج)

چکیده

به منظور بررسی تاثیر روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پائیزه در گیلان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا گردید. در این آزمایش، عامل ها شامل استفاده از کود میکرو (ریز مغذی) در چهار سطح (سولفات روی، سولفات منگنز، توام سولفات روی و سولفات منگنز و عدم کاربرد آنها) و ارقام در سه سطح شامل Hyola 401، Hyola 308 و RGS003 در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اثر کود ریز مغذی و رقم بر ارتفاع گیاه، تعداد ساقه فرعی در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه های فرعی، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار شد. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی فقط بر تعداد خورجین در ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی معنی دار گردید. نتایج نشان داد که تیمار کاربرد سولفات روی به همراه سولفات منگنز در رقم هایولا ٤٠١ با میانگین ٧٤/٠٠ خورجین و ٢٦/٢٠ دانه، بیشترین تعداد خورجین در ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی را به خود اختصاص داد.

واژه های کلیدی: روی، عملکرد، کلزا، منگنز

* نویسنده مسئول: E-mai : Ensiyeh_Fani@yahoo.com
تاریخ دریافت مقاله: ٩٤/٦/١٥ تاریخ پذیرش مقاله: ٩٤/١٢/١٠

مقدمه

کلزا به سبب دارا بودن میزان روغن زیاد (٤٠ تا ٤٥٪ روغن خالص در دانه) کیفیت خوب روغن به دلیل فقدان کلسترول، کشت و کار آسان، عملکرد مطلوب در مقایسه با سایر محصولات، صفات زراعی ویژه و ثبات نسبی عملکرد، قابلیت جایگزینی در تناوب، کشت به صورت پائیزه و بهاره، تحمل در برابر شوری خاک، توقع اندک نسبت به مواد غذایی موجود در خاک، مقاومت به سرما و سازگاری با شرایط اقلیمی مناطق مختلف کشور، توانایی بالقوه بالایی برای تامین قسمت عمده روغن مورد نیاز کشور و کمک به اقتصاد خانوارهای کشور را داراست (۱۰). امروزه از کودهای شیمیایی به عنوان ابزاری جهت دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می شود. مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف بخصوص مصرف بی رویه فسفر، استفاده از ارقام پرمحصول، عدم رعایت تناوب زراعی و مصرف نکردن کودهای حاوی عناصر ریز مغذی در سالهای اخیر موجب کاهش میزان ذخیره این عناصر در خاک و در نتیجه علاوه بر افت عملکرد، فقر این عناصر حیاتی را در جیره غذای انسان و دام سبب شده است. یکی از راه های ساده و اقتصادی برای نیل به خودکفایی، اضافه کردن عناصر ریز مغذی به خاک و یا به صورت محلول پاشی روی گیاه است تا به این طریق علاوه بر افزایش تولید، غلظت عناصر غذایی را در محصولات کشاورزی افزایش دهد (۲۰).

کودهای ریز مغذی چهار درصد کل کودهای مصرفی را در جهان تکمیل می دهند، اما در ایران این مقدار در حدود ۱۷٪ است (۳۵). کمبود روی یکی از مهم ترین و گسترده ترین کمبودهای عناصر ریز مغذی در دنیا می باشد که سبب کاهش تولید محصولات زراعی می شود. مصرف روی در کلزا سبب افزایش عملکرد، افزایش غلظت روی در دانه ها، ریشه ها، کاه و کلش می گردد (۲۹). تالوث و همکارن (۲۰۰٦) بیان داشتند که محلول پاشی عنصر روی اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان داشت. محلول پاشی با عنصر روی به طور چشمگیری ریشه گیاه را تحت تاثیر قرار داد، با توجه به نقش اساسی این عنصر در گیاه که به طور مستقیم در بیوسنتز مواد رشد همانند اکسین دخالت دارد، بنابراین می تواند سلولهای گیاهی بیشتری و در نتیجه مواد خشک بیشتری را تولید و در دانه ها به عنوان مخزن ذخیره نماید، بنابراین موجب افزایش عملکرد می گردد (۳۱ و ۳٦).

گرانت و بایلگ (۲۰۰۰) اظهار نمودند که عنصر روی در گیاه کلزا سبب افزایش ساقه بندی، تعداد خورجین و عملکرد دانه می گردد. ضیائیان و همکاران (۱۳۷۹) مشاهده کردند که در اثر مصرف سولفات منگنز در خاک، غلظت روی، مس و آهن در دانه و برگ کاهش، ولی جذب آنها افزایش یافت. طبق تحقیقاتی تاثیر مثبت سولفات منگنز بر عملکرد و غنی سازی دانه ذرت گزارش شده است (۱۳). سلیم پور و همکاران (۱۳۸۰) محلول پاشی عناصر میکرو را نسبت به روش مصرف خاکی بهتر ارزیابی نمودند و همچنین افزایش دفعات محلول پاشی به دو بار در افزایش عملکرد کمی و کیفی زراعت کلزا، گلرنگ،

کنجد، آفتابگردان، ذرت و سایر محصولات زراعی مشاهده گردیده است (۲۲ و ٤٥). مارشنر (۱۹۹۵) اعلام نمود، در شرایط مزرعه ای و در خاکهای دارای کمبود روی و آهن، وقتی که سطح خاک خشک باشد، مصرف خاکی روی و آهن موثر نبوده بلکه محلول پاشی برگی این عناصر در اوایل دوران رشد رویشی گیاهان دانه ای، سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد.

قاسمیان (۱۳۷۹) در بررسی اثر عناصر آهن، روی و منگنز بر کمیت و کیفیت سویا نشان داد که تیماری های ٤٠ کیلوگرم روی و ٤٠ کیلوگرم منگنز بیشترین میزان عملکرد دانه را به ترتیب معادل با ۳۳۹۷ و ۳۳٦۷ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. به طور کلی، تیمارهای کود آهن، روی و منگنز با تاثیر بر تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در ساقه های اصلی و فرعی و تعداد دانه در غلاف ساقه های اصلی و فرعی موجب افزایش عملکرد دانه گردید. خیراندیش (۲۰۰۰) گزارش داد که محلول پاشی سولفات روی بر روی گیاه سویا باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته می گردد. دیندوست و همکاران (۱۳۸٦) طی یک بررسی گزارش نمودند، محلول پاشی آهن و روی در مراحل مختلف، بر صفاتی مانند عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و ارتفاع بوته در گیاه آفتابگردان تاثیر معنی دار داشت. بر طبق یافته های دی و این تالاب (۱۹۷۰) و عزیزی و همکاران (۱۳۷۸) کاهش ذخایر هیدرات کربن گیاه پس از گلدهی در نمو بذر در درون خورجین ها موثر بوده و موجب سقط دانه در درون خورجین می گردد.

ماسونیک و همکاران (۱۹۹٦) در ایتالیا اثرات کمبود آهن، سولفور، منگنز و روی را بر روی گیاهان آفتابگردان، ذرت، گندم و جو بررسی و مشاهده نمودند که کمبود تمامی عناصر مذکور موجب کاهش کلروفیل شده و در نتیجه عملکرد و ماده خشک گیاه را نیز کاهش می دهد. هیبرید هایولا ٤۰۱ بدلیل سازگاری با شرایط محیطی و زودرسی، ظرفیت تولید ماده خشک کل بالاتری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار است، لذا تولید ماده خشک بالا می تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده در این مرحله به دانه ها انتقال می یابند (قلی پور و همکاران، ۱۳۸۲) عالم خومرام و همکاران (۱۳۸۲) در سالهای۸۰ و ۸۱ در مناطق گرمسیر جنوب کشور نشان دادند که هیبرید و ارقام Hyola ٤۰۱ ، Hyola ۳۰۸ و Shiralee پایدارترین ارقام بوده و برای مناطق مذکور قابل توصیه می باشند. اطلسی پاک و مسگر باشی (۱۳۸۵) در منطقه اهواز، سه رقم کلزای بهاره Hyola ٤۰۱، PF۷۰٤٥/۹، RGS003 را از نظر تاثیر آرایش کاشت بر صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل نشان داد، اثر رقم به استثنای تعداد ساقه های فرعی، بر روی سایر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد معنی دار بوده است. غیر از عوامل وراثتی، عوامل محیطی نیز باعث تغییرات زیادی در کلزا می شود، ولی اثر عوامل وراثتی بیش از عوامل محیطی می باشد. ارقامی که

گلدهی آنها به موقع بوده و تعداد خورجین آنها بیشتر از ارقام دیگر است می توانند به عنوان ارقام مناسب برای محیط جدید کاشت انتخاب گردند (۷).

لذا تحقیق حاضر، در راستای تعیین مقدار روی و منگنز مورد نیاز برای تولید مطلوب عملکرد و اجزای عملکرد کلزا انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور، شهرستان رشت، واقع در کیلومتر ۵ جاده رشت – قزوین با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۷- متر از سطح دریا اجرا گردید. متوسط بارندگی در طول فصل رشد ۱۰۵/٤۹ میلی متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه فصل رشد به ترتیب ۹/۲۲ و ۱۷/۸۷ درجه سانتی گراد گزارش شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل ها شامل کود میکرو در چهار سطح شامل سولفات روی، سولفات منگنز، توام سولفات روی و سولفات منگنز و عدم مصرف کود (شاهد) و ارقام کلزا، شامل Hyola 401، Hyola 308 و RGS003 بودند. کلزا Hyola 401 دارای تیپ رشد بهاره، مقاوم به خوابیدگی و دارای رسیدگی یکنواخت بوده، درصد روغن دانه آن ٤۲ تا ٤۵٪ و دوره رویش این رقم ۱۷۰ تا ۱۸۰ روز گزارش گردیده است. Hyola 308 دارای تیپ رشد بهاره و مقاوم به خوابیدگی بوده، درصد روغن دانه آن ٤۰ تا ٤۳٪ و دوره رویش آن ۱٦۰ تا ۱۷۰ روز و RGS003 دارای تیپ رشد بهاره، مقاوم به خوابیدگی و ورس بوده، درصد روغن دانه آن ٤۳ تا ٤۵٪ و دوره رویش این رقم ۱۷۰ تا ۱۸۰ روز می باشد. قبل از اجرای طرح نمونه برداری از خاک جهت تجزیه ویژگی های فیزیکی و شیمیایی انجام گردید (جدول۱). محلول پاشی سولفات روی و سولفات منگنز به میزان سه در هزار قبل از ساقه دهی و گلدهی انجام گردید.

به منظور آماده سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش در اواخر شهریور ماه ۱۳۸۸، در زمین مذکور عملیات شخم و دیسک و ماله انجام گردید. کودهای فسفر از منبع فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پس از شخم و قبل از ماله کشی و کود اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیط در سه مرحله (یک سوم هنگام کاشت، یک سوم قبل از شروع ساقه رفتن و یک سوم قبل از گلدهی) در زمین مصرف گردید. عملیات کاشت بذر به صورت ردیفی و با دست انجام شد. هر کرت آزمایشی ٦ ردیف کاشت با فاصله خطوط ۲۵ سانتی متر و فاصله گیاهان روی ردیف های کاشت ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. عملیات تنک در مرحله ٤-۲ برگی انجام گردید. عملیات وجین نیز به صورت دستی انجام شد. برای مبارزه با علف های هرز از علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده گردید و برای مبارزه با حلزون در دو زمان ابتدای سبز شدن و

در زمان ٤-۳ برگی از سموم متالدهاید به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. نیاز آبی گیاه در طول دوره آزمایش از طریق بارندگی تامین گردید. به منظور تعیین صفات رویشی و اجزای عملکرد دانه، تعداد ٦ بوته از هر کرت به صورت تصادفی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک انتخاب و برداشت شد. سپس صفات مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، تعداد ساقه فرعی در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه های فرعی، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در برداشت نهایی از سطحی معادل ٤ متر مربع از هر کرت با حذف اثرات حاشیه ای از ٤ ردیف میانی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه شدند. آنالیز داده ها با نرم افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

جدول۱: نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایش قبل از اجرای طرح

هدایت الکتریکی ds/m^2	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	روی قابل جذب (ppm)	منگنز قابل جذب (ppm)	درصد شن	درصد سلیت	درصد رس	بافت خاک
۰/۸۹	٦/٤	۰/۹۷	۰/۱۵۵	۱٦/٤	۲۲٤	۳/٤	۲۳/۳	۰/۰٤	۰/٤۲	۰/۵٤	لومی- رسی

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد، تاثیر تیمار ریز مغذی بر ارتفاع گیاه در سطح ۵٪ و تاثیر رقم در سطح ۱٪ معنی دار گردید. در صورتیکه اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر ارتفاع گیاه معنی دار نشد. نتایج مقایسه میانگین های ارتفاع گیاه (جدول۳) بر سطوح مختلف ریز مغذی نشان داد که محلول پاشی سولفات روی به همراه سولفات منگنز با ۱۰۸/٤ سانتی متر، بیشترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص داد که با تیمار سولفات روی با ارتفاع ۱۰٤/٤ سانتی متر، در گروه آماری مشترکی قرار گرفت. مقایسه میانگین های سطوح رقم بر ارتفاع گیاه نشان داد که رقم RGS با میانگین ۱۱٦/٦ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع گیاه را دارا بود که با رقم هایولا ٤۰۱ در گروه آماری مشترکی قرارگرفت. ارتفاع گیاه عمدتاً یک صفت ژنتیکی است و به طور نسبی از پایداری برخوردار است، با این حال عوامل محیطی به ویژه نور بر آن اثر قابل ملاحظه ای دارد (۳). رقم هایولا ٤۰۱ بدلیل سازگاری با شرایط محیطی و زودرسی نسبی، از برتری ویژه ای نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش برخوردار است. علت افزایش ارتفاع گیاه در این آزمایش را می توان به وجود عنصر منگنز در کود ریز مغذی استفاده شده، با توجه به نقش این عنصر در فتوسنتز و رشد بیشتر دانست. منگنز نقش مهمی در سیستم های آنزیمی موثر در تولید

اکسین، سوخت و ساز نیتروژن و همانند سازی CO2 و غیره دارد تیسدال (۱۹۹۰). وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث رشد رویشی (افزایش ارتفاع)، افزایش ساقه بندی و فتوسنتز بیشتر می شود تاندون (۱۹۹۵). در بین ارقام مختلف از نظر ارتفاع گیاه اختلاف معنی داری وجود دارد (۱۱).

جدول۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد ساقه فرعی در گیاه	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در ساقه های فرعی	تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۲۳۰/۸٦۱*	۰/۰٦۳ ns	٤۹/۰۸۳ ns	۱۷/۵۸۳ ns	۲/۳۵٤ ns	۲/۵٦۹ ns	۵۳۳۰۸/۲۲ ns	۵۵٤٦۰/۳۹ ns
ریز مغذی	۳	۱٤۳/۱٤*	۰/۵٦۳**	۳۸۳/۰۰**	۵۵٤/٤۰۷**	۱٦/٦۰۹**	۱۲/۷۱۳**	۵۸۲۲۱۰/۷۱**	۲٤۳۷۳۰۹ **
رقم	۲	٤۰۷۵/۳٦**	٤/٤۵۱**	٦۹۲/۳۳۳**	۱۷٦۷/۵۸۳**	۲۰/۹۷۷**	۳۵/۸۱۹**	۵۰۵۰۸۰/۲۵**	۲۷۰۱۳۹/٤۳۸**
ریز مغذی × رقم	٦	۹/۹۵ ns	۰/۰۵۳ ns	۳۱/۵۵٦ ns	۹۳/۲۱۳**	٤/۱۷۸*	۳/۵۰٦ns	۲۰۲۹٤/۷۹ ns	۱٤۲۸۵۷/۸۰ns
خطا	۲۲	٤۲/۸٦	۰/۰۵۹	۲۳/۳۵٦	۱۹/٤٦۲	۱/٤٦۱	۱/٦۷۷	۳۲۰۰۰/٦۹	۲۰۱٤۱۰/۲٤
ضریب تغییرات (٪)		٦/۳۳	٦/٦۹	۱۱/۹۳	۸/۵۷	۵/۳۲	۵/۲٦	۸/۷۳	۷/۰٦

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

تعداد ساقه فرعی درگیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر ریز مغذی و رقم بر تعداد ساقه فرعی در گیاه در سطح ۱٪ معنی دار گردید، اما اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر این صفت معنی دار نشد (جدول۲). مقایسه سطوح ریز مغذی (جدول۳) نشان داد که مصرف توام سولفات روی و سولفات منگنز با میانگین ۳/۸۸۹ عدد ساقه فرعی، بیشترین تعداد ساقه فرعی در گیاه را به خود اختصاص داد که با تیمار کاربرد سولفات روی در گروه آماری مشترکی قرار گرفت. مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد ساقه فرعی در گیاه نشان داد، رقم هایولا ٤۰۱ با میانگین ٤/۱۳۳ عدد ساقه فرعی، بیشترین تعداد ساقه فرعی در گیاه را به خود اختصاص داد. منگنز بیشترین مقدار را بین عناصر ریز مغذی در ساقه ها، غلافها و برگهای کلزا دارد. کمبود منگنز رشد ساقه ها را محدود می نماید (۳۰). کاربرد روی باعث افزایش رشد ریشه ها، ساقه ها و فتوسنتز بیشتر می گردد (۱).

تعداد خورجین در ساقه اصلی

تاثیر تیمار ریز مغذی و رقم بر تعداد خورجین در ساقه اصلی در سطح ۱٪ معنی دار گردید. اما اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر این صفت معنی دار نشد (جدول۲). مقایسه سطوح مختلف ریز مغذی (جدول۳)

نشان داد که مصرف سولفات روی به همراه سولفات منگنز با میانگین ۴۸/۳۳ خورجین، بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی را دارا بود. میانگین اثر رقم بر تعداد خورجین در ساقه اصلی نشان داد که رقم هایولا ۴۰۱ با میانگین ۴۷/۸۳ خورجین، بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی را به خود اختصاص داد. خورجین ساقه اصلی زودتر از خورجین ساقه های فرعی تشکیل می گردد، در نتیجه عناصر به راحتی در اختیار گیاه قرار می گیرد و به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع آسیمیلات‌ها به میزان کافی صورت می گیرد (٦، ۸ و ۳۰). تاندون (۱۹۹۵) گزارش نمود، وجود روی در مناطق مریستمی به علت کارایی آن در هورمون اکسین باعث رشد رویشی و فتوسنتز بیشتر، در نتیجه باعث افزایش ساقه بندی و تعداد خورجین می گردد.

جدول۳: مقایسه سطوح مختلف ریز مغذی و رقم بر روی صفات مورد بررسی با آزمون دانکن در سطح۵٪

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی در گیاه	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در ساقه های فرعی	تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار)
سولفات روی	۱۰٤/۳۸ab	۳/۷۸a	٤۳/۳۳b	۵۳/۳۳b	۲۳/٤۳a	۲۵/۲۱a	۲۱۳۳ b	٦۵۵۰ab
سولفات منگنز	۱۰۱/۷b	۳/٤۹ b	۳٦/۰۰c	٤۸/۵٦c	۲۲/۹۰a	۲٤/۹۰a	۱۸۸۸c	٦۲٤٦b
سولفات روی و منگنز	۱۰۸/٤a	۳/۸۸۹a	٤۸/۳۳a	٦۱/۳۳a	۲۳/۷٤a	۲۵/٤۸a	۲۳٦۷a	٦۹۳۷a
شاهد	۹۹/۱۱b	۳/۳۵٦b	۳٤/۳۳c	٤۲/۷۸ c	۲۰/۷۳b	۲۲/۸۷b	۱۸۰٤c	۵۷۰٤c
هایولا٤۰۱	۱۱۱/۳a	٤/۱۳ a	٤۷/۸۳a	٦٤/٤۲ a	a۲۳/۹۵	a ۲٦/۲۸	۲۲٤۵ a	٦٦۹۷ a
هایولا ۳۰۸	۸۲/۳۳b	۲/۹۵c	۳۲/٦۷ c	٤۰/۳۳ c	۲۲/۸٤b	۲٤/۷۳b	۱۸۳٦c	۵۸۳۵b
RGS003	۱۱٦/٦a	۳/۷۹۲b	٤۱/۰۰b	٤۹/۷۵b	۲۱/۳۲c	۲۲/۸۳c	۲۰٦۳b	٦۵٤٦a

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در هرستون با آزمون دانکن در سطح۵٪ در گروه آماری مشابهی قرار دارند

تعداد خورجین در ساقه های فرعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار ریز مغذی و رقم و اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر تعداد خورجین در ساقه های فرعی در سطح ۱٪ معنی دار گردید (جدول۲). مقایسه میانگین های سطوح اثر متقابل تیمارها (جدول٤) نشان داد که مصرف توام سولفات روی به همراه سولفات منگنز در رقم هایولا ۴۰۱ با میانگین ۷٤/۰۰ خورجین، بیشترین تعداد خورجین در ساقه های فرعی را دارا بود و تیمار عدم مصرف ریز مغذی (شاهد) در رقم هایولا ۳۰۸ با میانگین ۳۷/٦۷ خورجین، کمترین تعداد خورجین در ساقه های فرعی را به خود اختصاص داد. گرانت و بایلگ (۲۰۰۰) بیان داشتند که عنصر روی در صورتیکه به صورت محلول پاشی قبل از گلدهی استفاده شود، سبب افزایش ساقه بندی، تعداد خورجین، علمکرد دانه و افزایش تشکیل دانه می شود. رقم هایولا ۴۰۱ به‌دلیل سازگاری با شرایط محیطی و

رسیدگی یکنواخت، بیشترین تعداد خورجین در ساقه های فرعی را نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارا بود. مصرف توام سولفات روی بهمراه سولفات منگنز در رقم هایولا ٤٠١ نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش، پاسخ برتری از خود نشان داد.

تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی

تاثیر تیمار ریز مغذی و رقم بر تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی در سطح ۱٪ معنی دار گردید و اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر این صفت در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین های سطوح اثر متقابل (جدول٤) نشان داد که مصرف توام سولفات روی به همراه سولفات منگنز در رقم هایولا ٤٠١ با میانگین ۲٦/۲۰ دانه، بیشترین تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی را به خود اختصاص داد و عدم کاربرد ریز مغذی (شاهد) در رقم هایولا ۳۰۸ با میانگین ۱۹/۷۳ دانه، کمترین تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی را دارا بود. گارنت و گراهام (۲۰۰۵) بیان داشتند، مقدار عناصر کم مصرف (روی، آهن، منگنز، مس) در دانه بستگی به مقدار جذب این عناصر بوسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش دارد و انتقال مجدد از این طریق بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد. کود ریز مغذی روی و منگنز باعث فتوسنتز بیشتر، ساخت قند و هیدروکربن ها و تشکیل بیشتر تعداد دانه در خورجین می گردد (۱۹). رقم هایولا ٤٠١ بدلیل زودرسی نسبی و واکنش بیشتر آن نسبت به مصرف توام سولفات روی بهمراه سولفات منگنز در مقایسه با سایر ارقام مورد آزمایش، بیشترین تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی را دارا بود.

تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تاثیر تیمار ریز مغذی و رقم بر تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی در سطح ۱درصد معنی دار گردید، اما اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر این صفت معنی دار نشد (جدول۲). مقایسه سطوح ریز مغذی (جدول۳) نشان داد که مصرف توام سولفات روی به همراه سولفات منگنز با میانگین ۲۵/٤۸دانه، بیشترین تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی را دارا بود. مقایسه میانگین های سطوح رقم بر تعداد خورجین در ساقه های فرعی نشان داد که رقم هایولا ٤٠١ با میانگین ۲٦/۲۸ دانه، بیشترین تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی را خود اختصاص داد. چای و تورلینگ (۱۹۸۹) در بررسی تاثیر کودهای ریز مغذی (آهن، روی، مس) بر طول خورجین و سایر اجزای عملکرد کلزا گزارش کردند، لاین هایی که دارای خورجین کشیده هستند، عموماً تعداد دانه بیشتری در هر خورجین تولید کردند، در نتیجه تعداد دانه در هر خورجین افزایش یافت. شارما (۱۹۹۰) اظهار نمود، تغذیه گیاه با روی

به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر دانه گرده شده، در نتیجه منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل تعداد دانه بیشتری در خورجین می شود.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر روی صفات مورد بررسی با آزمون دانکن در سطح ۵٪

تیمار		ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی در گیاه	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در ساقه های فرعی	تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
رقم	ریز مغذی								
Hyola 401	سولفات روی	۱۱۲/۳۰	٤/۳۰	٥۲/٦۷	۷۰/٦۷ab	۲٤/۱۰abc	۲٦/۱۷	۲۳٦۷	٦۸۷۸
Hyola 308		۸۳/٦۷	۳/۰۳	۳۳/۰۰	۳۸/۰۰ e	۲٤/۲۰abc	۲٦/۰۰	۱۸۸٤	٥۷۲۸
RGS003		۱۱۷	٤/۰۰	٤٤/۳۳	٥۱/۳۳d	۲۲/۰۰cde	۲۳/٤۷	۲۱٤۹	۷۰٤٤
Hyola 401	سولفات منگنز	۱۰۷/۷۰	۳/۹۰	٤۳/۰۰	٦۱/٦۷ c	۲۳/۲۰bcd	۲٦/٥۳	۲۰۳۱	٦٦۳۹
Hyola 308		۸۲/٦۷	۲/۹۹	۲۹/٦۷	٤۱/۰۰e	۲٤/٤۷ab	۲٦/۰۷	۱۷۸۲	٥۸۳۳
RGS003		۱۱٤/۷	۳/٦۰	۳٥/۳۳	٤۳/۰۰e	۲۱/۰۳def	۲۲/۱۰	۱۸٥۱	٦۲٦۷
Hyola 401	مصرف توام	۱۱۸/۷	٤/٥	٥٤/٦۷	۷٤/۰۰ a	۲٦/۲۰a	۲۸/۰۰	۲٦۰۱	۷۲٤٤
Hyola 308		۸٥/٦۷	۳/۰۳	۳۷/٦۷	٤٤/٦۷de	۲۲/۹۷ bcd	۲٤/۹۷	۲۰٤٦	٦٤۲۲
RGS003		۱۲۱/۰۰	٤/۱۳	٥۲/٦۷	٦٥/۳۳bc	۲۲/۰۷cde	۲۳/٤۷	۲٤٥٥	۷۱٤٤
Hyola 401	عدم مصرف	۱۰٦/۳۰	۳/۸۳۳	٤۱/۰۰	٥۱/۳۳ d	۲۲/۳۰be	۲٤/٤۳	۱۹۸۲	٦۰۲۸
Hyola 308		۷۷/۳۳	۲/۸	۳۰/۳۳	۳۷/٦۷ e	۱۹/۷۳f	۲۱/۸۷	۱٦۳۱	٥۳٥٦
RGS003		۱۱۳/۷۰	۳/٤۳	۳۱/٦۷	۳۹/۳۳e	۲۰/۱۷ef	۲۲/۳۰	۱۷۹۹	٥۷۲۸

سطوح تیماری که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد که تاثیر تیمار ریز مغذی و رقم بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی دار گردید، اما اثر متقابل آنها بر این صفت معنی دار نشد. کاربرد توام سولفات روی و سولفات منگنز (جدول ۳) با میانگین ۲۳٦۷ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. میانگین اثر رقم بر عملکرد دانه نشان داد که رقم هایولا ٤۰۱ با میانگین ۲۲٤٥ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. با توجه به متمرکز بودن روی و منگنز در اندام های زایشی، موجب افزایش تعداد خورجین و تشکیل بیشتر بذر شده و به علت فتوسنتز بیشتر و ساخت قند و هیدروکربن ها و ذخیره آنها در دانه، وزن هزار دانه افزایش یافته و در نهایت عملکرد دانه بیشتر می شود. رای و همکاران (۱۹۹۳) تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک را به عنوان بهترین شاخص های انتخاب برای بهبود عملکرد دانه شناسایی نمودند. سانا و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که تعداد غلاف در بوته بخش تعیین کننده ی عملکرد دانه در کلزا است و سهم مهمی در عملکرد دانه دارد. سلیم پور و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که با مصرف سولفات روی، عملکرد کلزا افزایش یافته

و بالاترین عملکرد با کاربرد توام محلول پاشی و مصرف خاکی روی به صورت نواری بدست آمد. بهمرام و فرجی (۱۳۸۱) با انجام رگرسیون چند متغیره در کلزا بیان نمودند که ارتفاع بوته، تعداد دانه درخورجین و تعداد خورجین در بوته به ترتیب بالاترین ارتباط را با عملکرد دانه داشتند و از جمله مهمترین صفات جهت بهبود عملکرد دانه در کلزا می باشند. تعداد خورجین در بوته را می توان یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده ی عملکرد به حساب آورد، خورجین ها در برگیرنده ی دانه ها بوده و تولید کننده ی مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه ها می باشند (۲۶). بسیاری از محققین صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و وزن هزار دانه را به عنوان مهمترین شاخص های انتخاب در رابطه با بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در کلزا معرفی نمودند (۲۱).

هیبرید هایولا ٤٠١ به‌دلیل سازگاری با شرایط محیطی و زودرسی، ظرفیت تولید ماده خشک کل بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار است، لذا تولید ماده خشک بالا می تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده در این مرحله به دانه ها انتقال می یابند (۱۸). ارقامی که دارای طول خورجین بیشتری هستند، عملکرد دانه بیشتری دارند و دلیل این موضوع افزایش تعداد دانه در خورجین اعلام شده است (۵). رامئه (۱۳۸۳) در بررسی۱۰ رقم آزاد گرده افشان هیبرید کلزا در مازندان گزارش نمود که هیبرید ٤٠١ و RGS به ترتیب با ٤٢٦٣ و ٣٦٦٨ کیلوگرم در هکتار از عملکرد بالایی برخوردار می باشند. اطلسی پاک و مسگر باشی (۱۳۸۵) در منطقه اهواز، سه رقم کلزای بهاره ٤٠١ Hyola، PF٧٠٤٥/٩، RGS003 را از نظر تاثیر آرایش کاشت بر صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل نشان داد، اثر رقم به استثنای تعداد ساقه های فرعی، بر روی سایر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد معنی دار بوده است.

عملکرد بیولوژیک

تاثیر تیمار ریزمغذی و رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱٪ معنی دار شد، اما اثر متقابل ریز مغذی و رقم بر این صفت معنی دار نشد (جدول۲) مقایسه سطوح مختلف ریز مغذی (جدول۳) نشان داد که کاربرد توام سولفات روی به همراه سولفات منگنز با میانگین ٦٩٣٧ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد که با کاربرد سولفات روی در گروه آماری مشترکی قرار گرفت. میانگین اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که رقم هایولا ٤٠١ با میانگین٦٦٩٧ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را داشت که با رقم RGS در گروه آماری مشترکی قرار گرفت. لیندسای (۱۹۷۲) گزارش نمود با مصرف مقادیر کودهای میکرو عملکرد بیولوژیک متغیر شد. به نحوی که با مصرف سه نوع کود آهن، روی و مس در مقایسه با شاهد عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. مصرف مقداری عناصر ریز مغذی باعث افزایش تولید ماده خشک بیشتر شده، در نتیجه تجمع مواد خشک شده

نهایی در انتهای دوره رشد گیاه افزایش یافت. البته در شرایط کمبود مواد ریز مغذی، افزایش تجمع ماده خشک محدود می شود و عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش خواهد یافت. تحقیقات نشان داد، مصرف برگی عناصر ریز مغذی (روی، منگنز، آهن) با افزودن بر ارتفاع ساقه، موجب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گردید (٤٤).

نتیجه گیری

با توجه به نقش روی و منگنز در تولید هورمون اکسین، انتقال الکترون و تولید کلروفیل، کود ریز مغذی باعث رشد رویشی، ساخت قند و هیدروکربن و فتوسنتز بیشتر می گردد. رقم هایولا ٤٠١ بدلیل سازگاری با شرایط محیطی و زودرسی نسبی، از برتری ویژه ای نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش برخوردار است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر سطوح مختلف کود میکرو (ریز مغذی) و رقم بر ارتفاع گیاه، تعداد ساقه فرعی در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه های فرعی، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین ساقه های فرعی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار شد. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی فقط بر تعداد خورجین در ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی معنی دار گردید. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از مصرف توام سولفات روی به همراه سولفات منگنز با میانگین ٢٣٦٧ و ٧٢٤٤ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. لذا می توان پیشنهاد نمود که کاربرد سولفات روی به همراه سولفات منگنز در رقم هایولا ٤٠١ در این آزمایش نسبت به سایر تیمارها ارجحیت داشته است. بنابراین استفاده از روی و منگنز، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا گردید.

منابع

۱- احمدی، م. و جاویدفر، ر. ۱۳۷۷. تغذیه ی گیاه روغنی کلزا . شرکت سهامی خاص توسعه ی کشت دانه های روغنی

۲- اطلسی پاک، و. و مسگرباشی، م. ۱۳۸۵. تأثیر آرایش کاشت بر صفات مورفولوژیک، اجزا عملکرد و عملکرد در کانوپی سه رقم کلزای بهاره در منطقهٔ اهواز. خلاصهٔ مقالات نهمین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۱۷.

۳- بهره ور، ح. ر.، مسلمی، ک. وبهمنیاز، م. ع. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر عناصر غذایی آهن، روی، منیزیم و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت ٧٠٤ در دشت نازساری. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران صفحه ٢٦٨.

٤- بهمرام، ر. ا. و فرجی، ا. ۱۳۸۱. تجزیه مرکب ارقام کلزا و بررسی روابط صفات مؤثر در عملکرد به روش رگرسیون چند متغیره و تجزیه علیت. چکیدهٔ مقالات هفتمین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان. صفحه ۳۵۳- ۳۵۲.

٥- پاسبان اسلام، م.، شکیبا، م.، نیشابوری، م.، مقدم، م. و احمدی، م. ۱۳۸۰. اثرات کمبود آب روی میزان رشد و ظرفیت فتوسنتزی خورجین در کلزا. دانش کشاورزی، جلد ۱۱ ، شماره یک، صفحه ۹۵-۸۳

٦- **جاهد، س.، شیرانی راد، ا. ح. و اردکانی، م. ر. ۱۳۸۳** . تاثیر تنش خشکی بر شاخص های رشد ارقام کلزا.

۷- **خوش نظر پرشکوهی، ر. ۱۳۷۸**. بررسی سازگاری و مقایسهٔ عملکرد ارقام و لاین های کلزا پایانامهٔ کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۸- **دهشیری، ع.، احمد، م. ر. و طهماسبی، ز. ا. ۱۳۷۹**. عکس العمل ارقام کلزا به تنش آب، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۲۰.

۹- **دیندوست، ص.، رشدی، م.، یوسف زاده، س. وعلیزاده، ا.۱۳۸٦**. تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر ریز مغذی (روی، آهن، منگنز) بر خصوصیات کمی وکیفی آفتابگردان روغنی رقم هایسان۳۳. چکیده مقالات دومین همایش منطقه ای کشاورزی و محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی صفحه ١٤٨.

۱۰- **رامئه، و. ۱۳۸۳**. مقایسه عملکرد و دیگر خصوصیات مرتبط با عملکرد دانه در ارقام و هیبریدهای بهاره کلزا. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵-۳ شهریور ۱۳۸۳. دانشگاه علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. ص٤٦.

۱۱- **ربیعی، م. ۱۳۷۹**. بررسی اثرات کاشت برعملکرد و اجزاء عملکرد ارقام پائیزه به عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه گیلان. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۲- **سلیم پور، س. ک.، میرزا شاهی، ع.، دریاشناس.، ع.، ملکوتی، م. ج. و رضایی، ح.۱۳۸۰**. بررسی میزان روش مصرف سولفات روی در کلزا در صفی آباد دزفول. مجله خاک و آب (وِیژه نامه کلزا)، موسسه تحقیقات خاک و آب (۱۲):۹۲صفحه

۱۳- **ضیائیان، ع. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷**. بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر ریز مغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید ذرت، مجله پژوهشی خاک و آب جلد ۱۲. شماره ۱۰(ویژه نامه مصرف بهینه کود) موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

١٤- **ضیائیان، ع. ۱۳۷۹**. کالیبراسیون عناصر کم مصرف و بررسی نقش آنها بر افزایش عملکرد و غنی سازی گندم در خاکهای شدیداً آهکی استان فارس. رساله دکترای خاکشناسی واحد علوم تحقیقات دانشکاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۱۵- **عالم خومرام، م. ح. ۱۳۸۲**؛ گزارش نهایی طرح ملی بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام پیشرفته کلزا در مناطق گرم جنوب کشور. شماره ۸۲/۱٤۲. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

١٦- **عزیزی، م. و سلطانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۷۸**. کلزا: فیزیولوژی، زراعت، به نژادی. تکنولوژی زیستی(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۷- **قاسمیان، و .۱۳۷۹**. بررسی تاثیر عناصر ریز مغذی آهن و روی و منگنز بر کمیت و کیفیت بذر سویا در آذربایجان غربی، پایان نامه کارشناسی ارشد تربیت مدرس، ۱۲۵صفحه.

۱۸- **قلی پور، ع.، گلخدانی، ک.، لطیفی، ن. و مقدم، م.۱۳۸۲**. مقایسه رشد عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم گرگان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول، سال یازدهم. صفحه: ۵۹-٤۳

۱۹- **ملکوتی، م .ج.، بغوری، ا.، گلچین، ا. و رضاخانی، م. ۱۳۷۹**. کودهای فسفاته ضروری انکارناپذیر در راستای نیل به کشاورزی پایدار (یادداشت فنی ۲). نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب جلد ۱۲. شماره ۹. تهران، ایران.

۲۰- ملکوتی، م. و طهرانی، م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات، عناصر خرد با تأثیر کلان، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۲۹۹ ص.

21- Algan, N. and Aygun, H. 2001. Correlation between yield and yield components in some winter rape genotypes in Turkish. The Journal of Ege university. Agriculthral Faculty. 38(1): 9-15

22- Baybordi, A., Malakouti, M. J. and Rezai, H. 2001. Effect of Zn, B and Mn with soil application and foliar application methods on seed yield of canola Miane. J. Water and soil sci. 12:158-169.(In Persian)

23- Cakmak, I. 2000. Possibel roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Physiol. 146: 185- 205.

24- Chay, P. and Thurling, N. 1989. Variation in pod length in spring rape and its effect on seed yield and yield components J. Agric Sci.(camb).113:139-147.

25- Day, A. D. and Intalap, S. 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. Agron. J. 62:27-29.

26- Dipenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.), a review. Field crop research, 67: 35- 49

27- Garnet, T. P. and Graham, R. D. 2005. Distribution and remobilization of iron and cupper in wheat. Annals of Botany.95:817-826.

28- Grant, C. A. and Bailelg, L. D. 2000. Fertlity management in canola production. Canada Journl.

29- Grawel, H. S. and Graham, R. 1999. Residual effect of subsoil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. Plant and Soil. 207: 29- 36.

30- Gregorie, T. 2007. Canola- High Temperature and Drought. http://www. ag.ndsu. edu. Accessed April.15.2007.

31- Hall, M. 2002. Mineral nutrition of higher plant. Academic press. P. 122-126.

32- Kherandish, M. 2000. study of effects of Zincsolate on soybean yield. Research center of oil seeds Company. Publisher Pp: 82-93.

33- Kimber, D. and Mcgregor, D. I. 1995. Brassica oilseeds production and utilization. CAB. International, UK.

34- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42, 421-428.

35- Malekoti, M. G. and Tehrani, M. M. 1999. Effects of Microelements on increase of yield and improve of quality. Crops. "Microelements with high effects.

36- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic press. P. 330-355.3

37- Masonic, A., Evacoli, A. and Mavoti, M. 1996. Spectral of leaves deficient in iron, sulphor, magnesium and manganese. Agronomy Journal. 88: 937- 943.

38- Rai, M., Kerkhi, S. A., Nagvi. P. A., Pandy, S. and Vashishta, A. K. 1993. Path anahysis for quality components in linseed . Indian. J. Genet. 53(4): 381-386.

39- Sana, M., Ali, A., Malhk, M. A., Saleem, M. F. and Rafia. 2003. Comparative yield potential and pil content of different canola cultivars (Brassica napus l.) Pakistan of agronomy. 2(1):1-7.

40- Sharma, P. N., chatterjee, C., Agrawala, S.C. and shrma, C. P. 1990. Variation in pod length in spring rape and its effect on seed yield and yield components J. Agric Sci.(camb).113:139-147.

41-Tandon, K. 1995. Micronutrients in soil, Crops, and fertilizer Development and consultation organization, new Dehli,India

42- Thalooth, M., Tawfik, M. and Magda Mohamed, H. 2006. A comparative study on the effect of foliar application of Zinc, Potassium and Magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mungbean plants growth under Water stress conditions. World J Agric Sci. 2: 37-46.

43- Tisdal, S. L. 1990. Soil fertilizers . hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Department of plant Husbandry . sewedan.

44- Whitty, E. N. and Chambliss, C. G. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops.Nevada State University Publication. 21pp.

45- Yari, L., Modares, M. A. and sorushzade, A. 2005. The effect of foliar application of Mn and Zn on qualitative characters in five spring safflower cultivars. J . Water soil sci. 18: 143-151.(In Persian)

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

تاثیر طول دوره غرقابی و دما بر فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک- تخمیری در گیاهچه های گندم

مریم طهماسبی، دانشجوی دکترای گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زابل
سرالله گالشی، استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
افشین سلطانی، استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
حمیدرضا صادقی پور، استادیار گروه زیست دانشگاه گلستان
احمد ابراهیمی*، دانشجوی دکترای گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زابل

چکیده

تنش غرقابی اثرات مخرب زیادی بر کیفیت و کمیت تولیدات زراعی دارد. این تحقیق به منظور بررسی فعالیت آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز در برگ گندم (N۸۰۱۹) در مرحله رویشی (٤ تا ٥ برگی) تحت تأثیر طول دوره غرقاب در دماهای متفاوت در قالب تجزیه مرکب با طرح پایه کاملاً تصادفی در ٤ سطح غرقاب (۰، ٢٤، ٤٨ و ٩٦ ساعت) و ٣ سطح دما (٥، ١٠ و ٢٠ درجه سانتی‌گراد) با ٤ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که اثر دما، طول دوره غرقابی و اثر متقابل دما در طول دوره غرقابی بر فعالیت آنزیم‌ها الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در سطح ١٪ معنی‌دار بود. با افزایش طول دوره غرقاب فعالیت آنزیم‌ها الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در دماهای ٥ و ١٠ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. در دمای ٢٠ درجه سانتی‌گراد با افزایش طول دوره غرقاب تا ٤٨ ساعت فعالیت هر دو آنزیم افزایش ولی با افزایش طول دوره غرقاب تا ٩٦ ساعت فعالیت هر دو آنزیم کاهش معنی‌داری یافت.

واژه‌های کلیدی: تنش، الکل دهیدروژناز، فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز، رشد رویشی

* نویسنده مسئول: E-mail : Ae.iranshahr@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ٩٤/٩/١٥ تاریخ پذیرش مقاله: ٩٥/٢/٢٨

مقدمه

هرگونه تغییر در شرایط محیطی که عکس‌العمل گیاه را از حد مطلوب خارج سازد تنش گویند (٤). کاهش اکسیژن به زیر سطح مطلوب (هیپوکسی[1]) رایج‌ترین شکل تنش در خاک‌های مرطوب است. هیپوکسی زمانی اتفاق می‌افتد که ریشه‌ها در طول دوره‌های کوتاه غرقاب یا آب ایستادگی در آب غوطه‌ورند اما تاج گیاه در شرایط کمبود اکسیژن قرار ندارد. فقدان کامل اکسیژن (آنوکسی[2]) زمانی اتفاق خواهد افتاد که خاک آب ایستادگی را به مدت طولانی‌تر تجربه کرده باشد. کاهش تنفس ریشه‌ای بدون توجه به متحمل یا غیر متحمل بودن گیاه، اولین پاسخ گیاهان تحت تنش آنوکسی می‌باشد (۱۲). گیاهان از طریق تغییر الگوی سنتز پروتئین نیز به تنش غرقابی پاسخ می‌دهند. زیرا در اثر تنش کمبود اکسیژن، تولید ATP[3] کاهش می‌یابد و برای جبران این کاهش باید NAD[4] از مسیر دیگری که نیاز به اکسیژن ندارد تأمین شود. در نتیجه گیاهان از مسیر تنفس بی‌هوازی استفاده می‌کنند. در طول تنش غرقاب گلیکولیز از طریق تخمیر اتانولی و یا در میزان کمتر از طریق مسیر تخمیر لاکتات ادامه می‌یابد. انرژی تولیدی از مسیر تخمیری پایین است. بنابراین، گیاه مسیر گلیکولیز را افزایش می‌دهد (۲). پروتئین‌هایی که به طور اختصاصی در پاسخ به شرایط بی‌هوازی ساخته می‌شوند پلی‌پپتیدهای بی‌هوازی یا ANP[5] نامیده می‌شوند که شامل ساکارز سنتاز، فسفوهگزوز ایزومراز، فروکتوز-۱و٦- بیس فسفات آلدولاز (FBP[6] آلدولاز)، پیروات دکربوکسیلاز، لاکتات دهیدروژناز و الکل دهیدروژناز (ADH[7]) می‌باشند (۱۱).

بنابراین آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فرکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز جزء آنزیم‌های گلیکولیتیک هستند. از بین پلی‌پپتیدهای بی‌هوازی الکل دهیدروژناز غالب بوده و بیشتر مطالعه شده است. از آنجائی‌که با فقدان پذیرنده نهایی الکترون در تنفس هوازی، زنجیره انتقال الکترون و چرخه تری کربوکسیلیک اسید متوقف شده و تخمیر بی‌هوازی در قسمت سلول ها و بافت های ریشه از طریق گلیکولیز اتفاق می‌افتد، بنابراین فعالیت الکل دهیدروژناز در اکثر گیاهان افزایش یافته (۸) و منجر به تجمع اتانول می‌گردد.

ایران‌نژاد و شهبازیان (۱۳۸٤) گزارش کردند ۵ روز ماندابی در گندم منجر به افزایش فعالیت‌های الکل دهیدروژناز و پیروات دکربوکسیلاز می‌گردد. پس از ٦/۵ روز ماندابی، سطح الکل دهیدروژناز در ریشه‌های رقم مقاوم جوای‌اچ‌آز۵۷ نسبت به رقم حساس ساکنن بیشتر بود (۱). فعالیت الکل دهیدروژناز، در گیاهان حساس (ذرت و نخود) در ریشه بیش از برگ و در گیاهان مقاوم (برنج و سوروف) در برگ بیش از ریشه مشاهده شده است (۳). در مطالعه‌ای که جاریلو و همکاران (۱۹۹۳) بر روی آرابیدوبسیس

1 Hypoxia
2 Anoxia
3 Adenosine Three Phosphate
4 Nicotinamide adenine dinucleotide
5 Anaerobic polypeptides
6. fructose 1,6 bisphosphate aldolase
7. Alcohol dehydrogenase

تالیانا انجام دادند دریافتند که در دمای پایین فعالیت الکل دهیدروژناز افزایش یافت، که دلیل این افزایش را، به افزایش غلظت هورمون اسید آبسزیک اسید در اثر تنش آب در دمای پایین مربوط دانستند. بنز و همکاران (۲۰۰۷) فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز را بر سه قسمت از بافت ریشه گیاه پیرویکیوتا کارولینیانا در شرایط کمبود اکسیژن خاک بررسی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که تا ۱۲ ساعت غرقابی فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز در هر سه بافت روندی رو به افزایش داشت ولی با افزایش طول دوره غرقابی تا ١٦ ساعت فعالیت آنزیم به علت حساس بودن گیاه به تجمع اتانول و مواد سمی و در تنیجه توقف میسر تخمیر کاهش پیدا کرد.

سینگلا و همکاران (٢٠٠٤) گزارش نمودند که فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز (FBP آلدولاز) در ریشه‌های گیاهچه‌های سورگوم غرقاب شده در حدود ۱۰ تا ۲۵٪ افزایش می‌یابد. فعالیت آنزیم پس از ۷۲ ساعت در ریشه‌های این گیاهان در مقایسه با شاهد دو برابر می‌شود. همچنین غرقابی موجب افزایش قابل توجه فعالیت این آنزیم در برگ‌های این گیاهان می‌گردد. افزایش فعالیت FBP آلدولاز در ریشه‌های گیاهچه‌های ذرت تحت شرایط بی‌هوازی نیز گزارش شده است (٦). اکسو و هیوآنگ (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای بر روی دو رقم اگروستیس گراس تحت تنش دمایی بالا فعالیت FBP آلدولاز را اندازه‌گیری کردند، آن‌ها دریافتند در هر دو رقم با افزایش دما تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد فعالیت FBP آلدولاز افزایش یافت ولی با افزایش دما تا ٤٠ درجه سانتی‌گراد، فعالیت آنزیم در رقم حساس به دمای بالا کاهش یافت ولی در رقم مقاوم همچنان روندی افزایشی داشت، و دلیل آن را به مقاومت بیشتر رقم مقاوم در دمای بالا جهت کاهش مصرف انرژی تنفسی ربط دادند.

شدت اثرات غرقابی بر روی رشد و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی به گونه‌ی گیاه، حتی ارقام زراعی در یک گونه، مرحله تکوین گیاه، ویژگی‌های خاک (مانند pH و میزان مواد آلی) و به ویژه دمای خاک بستگی دارد. زمانی که دما بالا می‌رود مصرف اکسیژن توسط ریشه گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌های موجود در خاک می‌تواند اکسیژن را در مدت کمتر از ٢٤ ساعت به طور کامل از آب خاک تخلیه کند (٦). چون با کاهش دما نیاز به اکسیژن برای تنفس کاهش می‌یابد، بنابراین، آسیب‌های ناشی از غرقابی در دماهای پایین در مقایسه با دماهای بالای خاک از شدت کمتری برخوردار است (۵). کافی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند در برخی از انواع خاک‌ها شرایط بی‌هوازی کامل به دلیل فعالیت میکروبی پایین و یا دمای کم هرگز اتفاق نمی‌افتد زیرا زمانی که دما پایین بوده و گیاهان در حالت رکود هستند، تخلیه اکسیژن خاک کند و نسبتاً بی ضرر است.

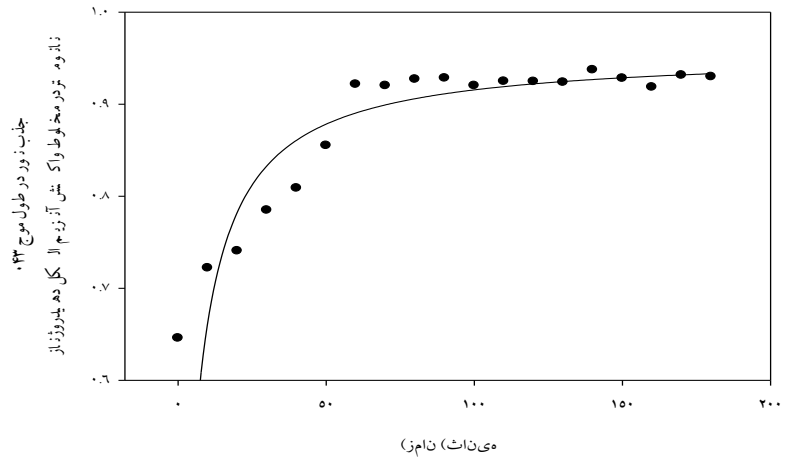
در واقع هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر طول دوره غرقاب در دماهای مختلف بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی برگ گیاه گندم به خصوص فرآیند متابولیسم تخمیری و آنزیم‌های نشانگر آن مثل آنزیم

الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز در مراحل اولیه رشد آن به دلیل حساس‌تر بودن گیاه نسبت به مراحل پایانی رشد بود.

مواد و روش ها

در این آزمایش فعالیت آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز در برگ بوته گندم در طول دوره غرقاب در دماهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل طول دوره‌های غرقابی (۰، ۲٤، ٤۸ و ۹٦ ساعت) و دما (۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) در ٤ تکرار، بودند. برای انجام این آزمایش تعداد ۲۵ بذر جوانه‌دار شده در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر در گلخانه کشت شدند. خاک مورد نیاز برای اجرای آزمایش از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شد. این خاک دارای ۲۸٪ رس، ٦۲٪ سیلت و ۱۰٪ شن بود، علاوه بر خاک پرلیت نیز جهت سبک کردن ساختمان خاک به نسبت ۱ به ۲ (۱ واحد پرلیت، ۲ واحد خاک) در هر گلدان اضافه شد. همچنین درصد رطوبت اشباع خاک (٤۹٪)، هدایت الکتریکی (۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر) و وزن مخصوص ظاهری (۱/۷ گرم در سانتی‌متر مکعب) خاک توسط آزمون خاک محاسبه شدند. پس از رسیدن بوته‌ها به مرحله ٤ برگی (۲۸ روز پس از کاشت)، برای اعمال تیمارهای غرقابی (بوته‌ها به طور مساوی تا ارتفاع ۳ سانتی‌متر بالای سطح خاک غرقاب شدند) و دما در اتاقک رشد (مدلWEISS TECHNIK-QS) قرار داده شدند.

در این آزمایش پس از اتمام اعمال تنش، استخراج و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز به روش فوکو و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز افزایش جذب نور در طول موج ۳٤۰ نانومتر برای مدت زمان ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد (شکل ۱). فعالیت آنزیم بر اساس اتانول تجزیه شده در هر دقیقه به ازای هر گرم بافت برگ با ضریب خاموشی (ϵ) برابر با $L.mmol^{-1}.cm^{-1}$ ٦۲۲۰۰ بیان شد. برای محاسبه فعالیت آنزیم از تغییرات جذب نور در یک دقیقه اول واکنش استفاده شد.



شکل ۱- تغییرات جذب نور با زمان در مخلوط واکنش آنزیم الکل دهیدروژناز در گندم (تیمار غرقابی ۹۶ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)

در نهایت با استفاده از رابطه ۱ فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز محاسبه شد:

$$\text{Activity} = \frac{10^9}{\varepsilon}\left(\frac{V_3 \times V_1}{V_2}\right)\frac{dA}{dt} \qquad \text{(معادله ۱)}$$

که در این رابطه:

V_1 برابر با حجم کل عصاره آنزیمی است که در آزمایش استفاده شد (بر حسب میلی‌لیتر).

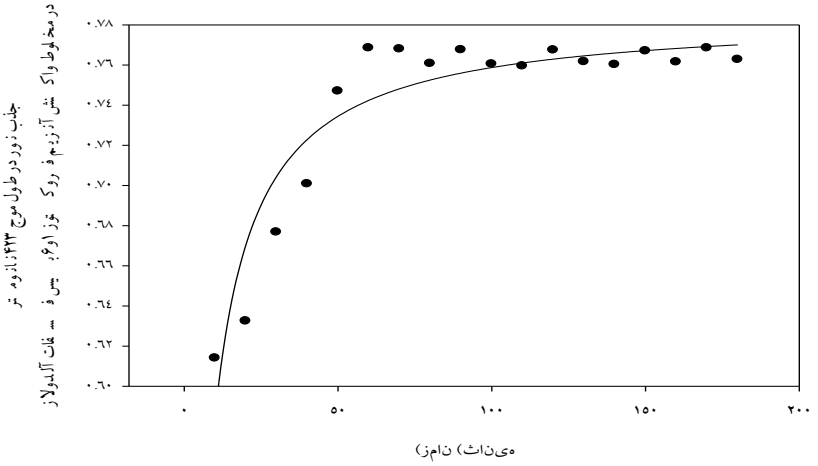
V_2 برابر با حجم محلولی از عصاره است که در آزمایش برای اندازه‌گیری استفاده شد (بر حسب میلی‌لیتر).

V_3 برابر با حجم کل مخلوط واکنش (بر حسب میلی‌لیتر) است.

dA برابر تغییرات جذب نور

dt برابر تغییر زمان بر حسب دقیقه است.

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز افزایش جذب نور در طول موج ۳۲٤ نانومتر برای مدت زمان ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد (شکل ۲). برای محاسبه فعالیت آنزیم از تغییرات جذب نور در یک دقیقه اول واکنش استفاده شد و میزان فعالیت آنزیم بر حسب تغییر جذب نور بر دقیقه بر گرم وزن تر بافت ($\triangle OD.\ min^{-1}.\ g^{-1}$) بیان گردید.



شکل ۲- تغییرات جذب نور با زمان در مخلوط واکنش آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز در گندم (تیمار غرقابی ۹٦ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)

داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب تجزیه مرکب با طرح پایه کاملاً تصادفی به کمک برنامه آماری SAS تجزیه شدند و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلافات معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر دما، طول دوره غرقابی و اثر متقابل دما در طول دوره غرقابی بر فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز و آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود.

جدول ۱: تجزیه واریانس (درجه آزادی و مجموع مربعات) فعالیت آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱-٦ بیس فسفات آلدولاز در سطوح مختلف غرقابی و دما

منابع تغییرات	درجه آزادی	فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز	فعالیت آنزیم فروکتوز ۱-٦ بیس فسفات آلدولاز
دما	۲	۰/۳۲۹**	۰/۱۱٥٤**
خطا ۱	۹	۰/۰۲۳۹ns	۰/۰۰۸۳ns
طول دوره غرقابی	۳	۰/٥۷۳**	۰/۲۰۱۱**
طول دوره غرقابی× دما	٦	٥٤/۹٦**	۰/۱۹۲۸**
خطا ۲	۲۷	۰/۰۷٤	۰/۰۲٥۹
ضریب تغییرات (٪)		۷/۳۳	۹/۳۸

*، ** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیرمعنی‌دار

آنزیم‌های الکل دهیدروژناز و فرکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز جزء آنزیم‌های گلیکولیتیک هستند. از بین ANPها الکل دهیدروژناز غالب بوده است. با فقدان پذیرنده نهایی الکترون در تنفس هوازی، زنجیره انتقال الکترون و چرخه تری کربوکسیلیک اسید متوقف شده و تخمیر بی‌هوازی در ریشه از طریق گلیکولیز اتفاق می‌افتد. بنابراین فعالیت الکل دهیدروژناز در اکثر گیاهان افزایش یافته (۸) و منجر به تجمع اتانول می‌گردد. در این آزمایش زرد شدن و مرگ سلول‌های برگ‌ها مشاهده شد که احتمالاً دلیل آن می‌تواند به علت افزایش اتانول باشد. سینگلا و همکاران (۲۰۰٤) در مطالعه خود بر روی گیاه سورگوم نشان دادند که غرقابی باعث افزایش آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس‌فسفات آلدولاز در برگ‌ها شد.

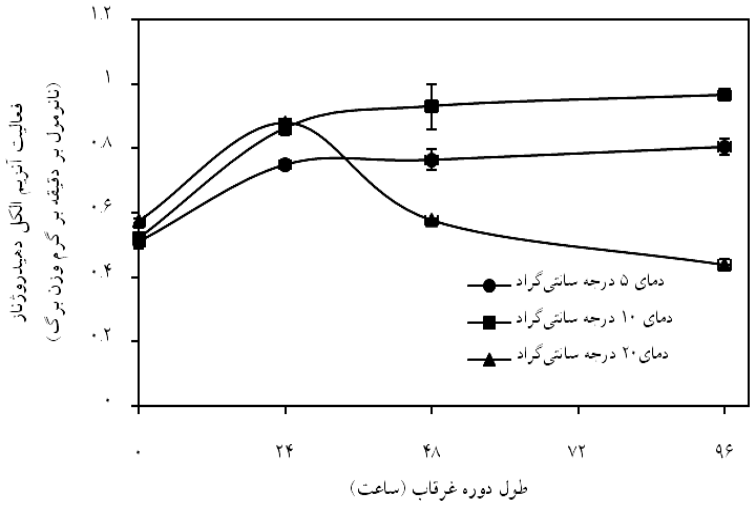
اثر غرقابی و دما بر فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز

در شکل (۳) میزان فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز در تیمارهای ۰ (به عنوان شاهد)، ۲٤، ٤۸ و ۹٦ ساعت غرقاب در دماهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز در تیمار شاهد (۰ ساعت غرقابی) ۰/۵۰۸۵٤ نانومول بر دقیقه بر گرم بافت برگ بود که با افزایش طول دوره غرقابی فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز نیز افزایش یافت به طوری‌که در تیمار ۹٦ ساعت غرقابی میزان فعالیت آن به ۰/۸۰۳۵۳ نانومول بر دقیقه بر گرم بافت برگ رسید. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز نیز همانند دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش طول دوره غرقابی ولی با شدت بیشتری افزایش یافت که این افزایش نیز از نظر آماری معنی‌دار بود.

میزان فعالیت آنزیم در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد (۰ ساعت غرقابی) و ۹٦ ساعت غرقابی به ترتیب ۰/۵۲۰۷۸ و ۰/۹٦۳۹ نانومول بر دقیقه بر گرم بافت برگ بود.

در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز نیز همانند دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش طول دوره غرقابی از تیمار شاهد (۰ ساعت غرقاب) تا ۲٤ ساعت غرقابی روندی رو به افزایش داشت ولی پس از آن با افزایش طول دوره غرقابی میزان فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار بود. میزان فعالیت آنزیم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد (۰ساعت غرقابی) و ۹٦ ساعت غرقابی به ترتیب ۰/۵۷۳۹۵ و ۰/٤۳۸٤۸ نانومول بر دقیقه بر گرم بافت برگ بود که فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز تیمار ۹٦ ساعت غرقاب در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمار ۹٦ ساعت غرقاب در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. بنز و همکاران (۲۰۰۷) فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز را بر سه قسمت از بافت ریشه گیاه پیرویکیوتا کارولینیانا در شرایط کمبود اکسیژن خاک بررسی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که تا ۱۲ ساعت غرقابی فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز در هر سه بافت روندی رو به افزایش داشت ولی با افزایش طول دوره غرقابی تا ۱٦

ساعت فعالیت آنزیم به علت حساس بودن گیاه به تجمع اتانول و مواد سمی و در نتیجه توقف میسر تخمیر کاهش پیدا کرد. که این نتایج مشابه نتایج به دست آمده در این آزمایش بود. در اثر تنش کمبود اکسیژن تولید ATP کاهش می‌یابد و برای جبران این کاهش باید NAD از مسیر دیگری که نیاز به اکسیژن ندارد تامین شود. در نتیجه گیاهان از مسیر تنفس بی‌هوازی استفاده می‌کنند. در طول تنش غرقاب گلیکولیز از طریق تخمیر اتانولی و یا در میزان کمتر از طریق مسیر تخمیر لاکتات ادامه می‌یابد. انرژی تولیدی از مسیر تخمیری پایین است. بنابراین، گیاه مسیر گلیکولیز را افزایش می‌دهد (۲).



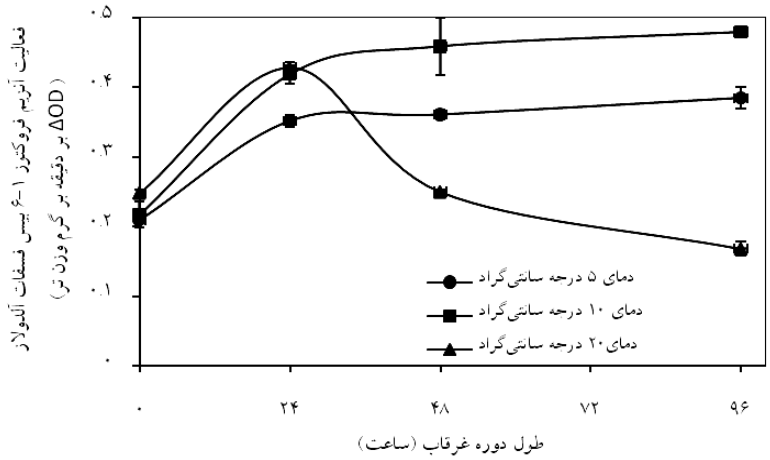
شکل ۳- تأثیر تنش غرقابی در دماهای مختلف بر فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز

ایران‌نژاد و شهبازیان (۱۳۸٤) گزارش کردند ۵ روز غرقابی در گندم منجر به افزایش فعالیت‌های الکل دهیدروژناز و پیروات دکربوکسیلاز می‌گردد. پس از ٦/۵ روز ماندابی، سطح الکل دهیدروژناز در ریشه‌های رقم حساس جوای‌اچ‌آز۵۷ نسبت به رقم مقاوم ساکنن بیشتر بود (۱). گیاهان از طریق تغییر الگوی سنتز پلی‌پپتیدهای بی‌هوازی نیز به تنش غرقابی پاسخ می‌دهند. فعالیت الکل دهیدروژناز، در گیاهان حساس (ذرت و نخود) در ریشه بیش از برگ و در گیاهان مقاوم (برنج و سوروف) در برگ بیش از ریشه مشاهده شده است (۳).

اثر غرقابی و دما بر فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز

در شکل (٤) نیز میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در تیمارهای ۰ (به عنوان شاهد)، ٢٤، ٤٨ و ٩٦ ساعت غرقاب در دماهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در تیمار شاهد در هر سه دما کمتر از تیمارهای دیگر بود که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در تیمار شاهد (۰ ساعت غرقابی) ۰/۲۰۹۲۵ △OD بر

دقیقه بر گرم بافت برگ بود که با افزایش طول دوره غرقابی فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز نیز افزایش یافت به طوری‌که در تیمار ۹٦ ساعت غرقابی میزان فعالیت آن به ۰/۳۸٤ △OD بر دقیقه بر گرم بافت برگ رسید. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز نیز همانند دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش طول دوره غرقابی ولی با شدت بیشتری افزایش یافت که این افزایش نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. میزان فعالیت آنزیم در تیمار شاهد (بدون غرقاب) و ۹٦ ساعت غرقابی به ترتیب ۰/۲۱٦۵ و ۰/٤۷۹ △OD بر دقیقه بر گرم بافت برگ بود. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز نیز همانند دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش طول دوره غرقابی از تیمار شاهد (بدون غرقاب) تا ۲٤ ساعت غرقابی روندی رو به افزایش داشت ولی پس از آن با افزایش طول دوره غرقابی میزان فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار بود، که می‌تواند دلیل آن مرگ تدریجی سلول‌های گیاهی باشد، زیرا با افزایش دما تنفس نیز افزایش می‌یابد و گیاه تا حدی می‌تواند این شرایط را تحمل کند. میزان فعالیت آنزیم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد (۰ ساعت غرقابی) و ۹٦ ساعت غرقابی به ترتیب ۰/۲٤۸ و ۰/۱٦۷۷ △OD بر دقیقه بر گرم بافت برگ بود که فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز تیمار ۹٦ ساعت غرقاب در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمار ۹٦ ساعت غرقاب در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ۵٦/۳۲٪ کاهش یافت.



شکل ٤- تأثیر تنش غرقابی در دماهای مختلف بر فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز

سینگلا و همکاران (۲۰۰٤) گزارش نمودند که فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز (FBP آلدولاز) در ریشه‌های گیاهچه‌های سورگوم غرقاب شده در حدود ۱۰ تا ۲۵٪ افزایش یافت. فعالیت آنزیم پس از ۷۲ ساعت در ریشه‌های این گیاهان در مقایسه با شاهد دو برابر شد. همچنین غرقابی موجب افزایش قابل توجه فعالیت این آنزیم در برگ‌های این گیاهان گردید. افزایش فعالیت FBP آلدولاز

در ریشه‌های گیاهچه‌های ذرت تحت شرایط بی‌هوازی گزارش شده است (دنیس و همکاران، ۲۰۰۰). این نتایج با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش مطابقت داشت.

نتایج مقایسه میانگین آنزیم الکل دهیدروژناز و آنزیم فرکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز نشان داد (جدول ۲) در ابتدا با افزایش ساعت غرقابی بر میانگین فعالیت هر دو آنزیم افزوده شد، ولی با طولانی‌تر شدن طول دوره غرقاب(۹٦ ساعت) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کاهش سطح فعالیت هر دو آنزیم مشاهده شد. زمانی که دما پایین بوده و گیاهان در حالت رکود هستند، تخلیه اکسیژن خاک کند و نسبتاً بی ضرر است. زمانی که دما بالا می‌رود مصرف اکسیژن توسط ریشه گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌های موجود در خاک می‌تواند اکسیژن را در مدت کمتر از ٢٤ ساعت به طور کامل از آب خاک تخلیه کند. رشد و بقای بسیاری از گیاهان تا حد زیادی تحت این شرایط کاهش می‌یابد. به هر حال در غیاب اکسیژن چرخه تری کربوکسیلیک اسید فعال نیست و تولید ATP تنها از طریق فرآیند تخمیر صورت می‌گیرد (٦). بنابراین شاید بتوان گفت این کاهش می‌تواند به دلیل از هم پاشیدن اجزاء داخلی گیاه به دلیل فعالیت هورمونی و تجمع اتانول باشد. اسماعیل و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که در ارقام حساس برنج و گندم پس از ۳ روز غرقابی نشاسته به دلیل به هم خوردن تعادل هورمونی بویژه افزایش هورمون اتیلن از هم پاشیده شد. در هر دو آنزیم بیشترین میزان فعالیت در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار ۹٦ ساعت غرقابی و کمترین میزان فعالیت در دمای ۲۰ درجه در تیمار ۹٦ ساعت غرقاب مشاهده شد، افزایش فعالیت آنزیم با افزایش طول دوره غرقابی می‌تواند به دلیل حساسیت گیاه در برابر شرایط بی‌هوازی باشد. افت ناگهانی فعالیت نیز با توجه به دیگر پارامترها می‌تواند به دلیل صدمات ناشی از تنش شدت غرقابی در گیاه باشد.

میانگین فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز نسبت به میانگین فعالیت آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز تحت تنش غرقابی بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت و در هر سه دما دارای مقدار بیشتری بود (جدول ۲). هر دو این آنزیم‌ها جزء پروتئیین‌هایی هستند که تحت شرایط اکسیژن پایین سنتزآن‌ها القا می‌شوند (٦). با این تفاوت که آنزیم فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در ابتدای مسیر گلیکولیز باعث کاتالیز تبدیل فرکتوز ۱و٦ فسفات به فسفوگلیسروآلدئید می‌شود که این فرآیند در شرایط هوازی هم صورت می‌گیرد، ولی فرآیند تبدیل استالدئید به اتانول که توسط آنزیم الکل دهیدروژناز کاتالیز می‌شود تحت تاثیر مستقیم کمبود یا فقدان اکسیژن است.

اثر دما، طول دوره غرقابی و اثر متقابل دما در طول دوره غرقابی بر فعالیت آنزیم‌ها الکل دهیدروژناز و فروکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز در سطح ٪۱ معنی‌دار بود. با افزایش طول دوره غرقابی فعالیت هر دو آنزیم افزایش یافت. این روند افزایشی در دمای پایین‌تر (۵ و ۱۰) نسبتاً ثابت‌تر از دمای ۲۰ درجه بود. که نشان می‌دهد گیاه زراعی گندم می‌تواند در دمای پایین بهتر از دمای بالا در شرایط غرقابی مقاومت کند.

جدول ۲: مقایسه میانگین فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز (نانومول بر دقیقه بر گرم بافت برگ) و فعالیت آنزیم فرکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز (△OD بر دقیقه بر گرم بافت برگ) در تیمارهای غرقابی در دماهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به روش LSD در سطح احتمال ۵ ٪

دما (درجه سانتی‌گراد) / تیمار غرقابی (ساعت)	۵	۱۰	۲۰	LSD
	فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز			
۰	۰/۵۰۸e	۰/۵۲۱e	۰/۵۷۳e	۰/۰۴۷٦
۲٤	۰/۷٤۷d	۰/۸٦۲bc	۰/۸۷۷bc	۰/۰٤۷٦
٤۸	۰/۷٦۳ d	۰/۹۲۹ab	۰/۵۷٦e	۰/۰٤۷٦
۹٦	۰/۸۰۳cd	۰/۹٦٤a	۰/٤۳۸f	۰/۰٤۷٦
LSD	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	
	فعالیت آنزیم فرکتوز ۱و٦ بیس فسفات آلدولاز			
۰	۰/۲۰۹ ef	۰/۲۱٦e	۰/۲٤۸e	۰/۰۲۸۲
۲٤	۰/۳۵۱d	۰/٤۱۸bc	۰/٤۲۷abc	۰/۰۲۸۲
٤۸	۰/۳٦d	۰/٤۵۸ab	۰/۲٤۹e	۰/۰۲۸۲
۹٦	۰/۳۸٤cd	۰/٤۷۹a	۰/۱٦۷f	۰/۰۲۸۲
LSD	۰/۰۲۲۵	۰/۰۲۲۵	۰/۰۲۲۵	

میانگین‌های با حروف یکسان از نظر آماری در سطح ۵ %اختلاف معنی‌داری ندارند

منابع

۱- **ایران‌نژاد، ح. و شهبازیان، ن. ۱۳۸٤.** مقاومت گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی. انتشارات کارنو. ۲۳۰ صفحه.

۲- **کافی، م.، برزونی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۳۸۸.** فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۵۰۲ صفحه.

۳- **کافی، م. و دامغانی، ع. ۱۳۸۱.** مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ٤٦۷ صفحه.

٤- **کوچکی، ع.، سلطانی، ا. و عزیزی، م. ۱۳۷٦.** اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۷۱ صفحه.

5- Benz, B. R., Rhoed, J. M. and Cruzan, M. B. 2007. Aerenchyma development and elevated alcohol dehydrogenase activity as alternative responses to hypoxic soils in the Piriqueta caroliniana complex. Amer J. Bot. 94(4):542–550.

6- Dennis, E .S., Dolferus, R., Ellis, M., Rahman, M., Wu, Y., Hoeren, F. U., Grover, A., Ismond, K. P., Good, A. G. and Peacock, W. J. 2000. Molecular strategies for improving waterlogging tolerance in plants. J. Exp. Bot. 51: 89-97.

7- Fukao, T., Kennedy, R. A., Yamasue, Y. and Rumpho, M. E. 2003. Genetic and biochemical analysis of anaerobicallyinduced enzymes during seed germination of Echinochloa crus-galli varieties tolerant and intolerant of anoxia. J. Exp. Bot. 54 (386):1421-1429.

8- Irfan, M., Hayat, S., Hayat, Q., Afroz, S. and Ahmad, A. 2010. Physiological and biochemical changes in plants under waterlogging. Protoplasma. 241:3-17.

9- Ismail, A. M., Ella, E. S., Vergara, G. V. and Mackill, D. J. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (Oryza sativa L.). Ann . Bota. 103:197–209.
10- Jarillo, J. A., Leyva, A., Salinas, J. and Martinez-Zapater, J. M. 1993. Low temperature induces the accumulation of alcohol dehydrogenase mRNA in Arabidopsis fhaliana, a chilling-tolerant plant. Plant Physiol. 101:833-837.
11- Sairam, R. K., Kumutha, D., Ezhilmathi, K., Deshmukh, P. S. and Srivastava, G. C. 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. Biol. Plant. 52:401-412.
12- Serres. J. B. and Voesenek, L. A. C. J. 2008. Flooding stress:Acclimations and genetic diversity. Ann Revi Plant Biol. 59:313-339.
13- Singla, N. K., Jain, V., Jain, S. and Sawhney, S. K. 2004. Activities of glycolytic enzymes in leaves and roots of contrasting cultivars of sorghum during flooding. Biol. Plant. 47: 555-560.
14- Xu, C. and Huang, B. 2008. Root proteomic responses to heat stress in two Agrostis grass species contrasting in heat tolerance. J.Exp. Bot. 59:4183–4194.

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

تاثیر روش های مختلف کاشت و زمان چین برداری بر خصوصیات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای در شهرستان ایرانشهر

احمد مهربان*، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، زاهدان، ایران
افسانه کمالی دلجو، دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران
امید عزیزیان شرمه، دانش آموخته کارشناسی ارشد فیتو شیمی، دانشکده علوم پایه، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

چکیده

به منظور بررسی بهترین روش کاشت و مناسب ترین زمان های برداشت سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید، آزمایشی به صورت طرح استریپ پلات درقالب بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در سال ۱۳۹٤-۱۳۹۳ در محل مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان واقع در شهرستان ایرانشهر انجام شد. که دو عامل روش های مختلف کاشت شامل کشت جوی و پشته ای، دستپاش و ردیفی و زمان های مختلف برداشت شامل ۵۰، ٦۰ و ۷۰ روز بعد از کاشت به ترتیب در کرت های اصلی و فرعی قرارگرفتند. صفات مورفولوژیک گیاه نظیر، وزن تر و خشک برگ و ساقه، درصد نیتروژن، فسفروپتاسیم و درصد پروتئین اندازه گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد که اثر روش های مختلف کاشت بر وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه از نظرآماری معنی دار بود، لیکن تفاوت معنی داری در درصد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و پروتئین مشاهده نگردید. زمان برداشت نیز به طورمعنی داری وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، درصد نیتروژن و پروتئین را تحت تاثیر قرار داد. با توجه به نتایج آزمایش، تیمار کشت جوی و پشته ای و ردیفی و زمان برداشت ۷۰ روز پس از کاشت جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی علوفه سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید درشرایط ایرانشهر توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: روش کشت، زمان برداشت، خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد، سورگوم علوفه ای

* نویسنده مسئول: E-mail: ahmadmh2004@yahoo.com
تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/٦/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٦/۰۱/۲۳

مقدمه

با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند خشک و نیمه خشک کره زمین و هم‌چنین افزایش روز افزون جمعیت و متعاقب آن فزونی گرفتن نیاز غذایی بویژه مواد پروتئینی، لزوم بهره برداری از گیاهان با درجه سازگاری بالا با اقلیم کشور و همچنین دارا بودن درصد پروتئین بالا برای تأمین علوفه مورد نیاز، بیش از پیش احساس می‌شود.کشت گیاهان علوفه‌ای پر ارزش مانند سورگوم با نیاز آبی کم، راه حل مناسبی به منظور افزایش تولیدات دامی کشور می‌باشد و گونه‌هایی که بتوانند با مصرف آب کمتر، ماده خشک بیشتری تولید نمایند و به عبارت دیگر راندمان آب (WUE) بالاتری داشته باشند از این نظر حائز اهمیت می‌باشند (۲۲). سورگوم از گیاهان علوفه ای اصلی است، که در اکثر مناطق دنیا کشت می شود. رشد سریع، مقاومت نسبی در برابر خشکی، درصد بالای پروتئین و عملکرد بالا، از دلایل اصلی افزایش سطح زیر کشت و توجه به این گیاه در ایران می باشد (۲۲). مدیریت و اتخاذ عملیات کشاورزی مناسب موجب بهبود کارایی تولیدات کشاورزی خواهد بود (۱۱). یکی از راههای پیشنهاد شده استفاده از الگوی کاشت مناسب می‌باشد. الگوی کاشت بر توزیع عمودی شاخص سطح برگ و راندمان مصرف نور خورشید تاثیر میگذارد(۱۰). همچنین زمان برداشت در بهبود عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه ای از اهمیت زیادی برخوردار است و این زمان روی عوامل زیادی از جمله کیفیت علوفه، مقدار تولید و میزان اسید پروسیک علوفه اثر می‌گذارد (٦، ۸ و ۱۹). زمان برداشت بر نسبت اجزای عملکرد موثر است (۳، ۵ و ۱۸). با تاخیر در زمان برداشت درصد اجزای گیاه تغییر می‌کند، به طوری که درصد وزن ساقه از کل عملکرد ماده خشک ۲۰٪ افزایش و درصد برگ ٤٤٪ کاهش می‌یابد (۵ و ۲۰). در آزمایشی که ایوب و همکارانانجام دادند، میزان پروتئین علوفه سورگوم به طور معنی داری تحت تاثیر زمان های مختلف برداشت قرار گرفت و حداکثر میزان پروتئین زمانی بدست آمد که سورگوم در زمان ٤۵ روز بعد از کاشت، برداشت گردید و حداقل آن مربوط به زمان برداشت ۷۵ روز بعد از کاشت بود (۲).

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۹٤-۱۳۹۳ در محل مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، واقع در شهرستان ایرانشهر اجرا گردید. این شهرستان دارای اقلیم گرم و خشک می باشد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده نواری در قالب بلوک های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل روش های کاشت (درهم، ردیفی و جوی پشته ای) و زمان های مختلف برداشت علوفه (۵۰، ٦۰ و ۷۰ روز) بودند که عامل روش‌های کاشت در کرت‌های اصلی و زمان برداشت در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. آزمایش شامل ۲۷ تیمار و مساحت هر کرت ۱۸ متر مربع و فواصل بین کرت ها یک متر و فواصل بین تکرارها ۱/۵ متر مربع در نظر گرفته شد.

بعد از انتخاب زمین مورد نظر به منظور تعیین وضعیت خاک مزرعه آزمایش نمونه برداری از خاک مزرعه در ٤ نقطه مختلف زمین بطور تصادفی انجام و جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول۱: مشخصات تجزیه خاک محل آزمایش در سال ۱۳۹۱

عمق (cm)	pH	EC (ds/m)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	روی (ppm)	آهن (ppm)	بافت خاک
۳۰-۰	۷/٦	۲/۷	۰/۷	۰/۰۳	۷/۵	۱۳۰	۱/۳۰	۰٦ .۱۰	لومی

پس از حصول اطمینان از مطلوب بودن خاک مزرعه جهت انجام آزمایش عملیات آماده سازی زمین از اوایل بهمن سال ۱۳۹۳ آغاز گردید که شامل دو مرحله شخم، دیسک و لولر جهت تسطیح کامل زمین بود. میزان ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب در مرحله آماده سازی زمین مصرف گردید. علاوه بر آن میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن نیز طی دو مرحله پنجه زنی و ساقه رفتن به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار داده شد. پس از آماده نمودن زمین نقشه آزمایش پیاده گردید. زمان کشت ۲۰ اسفند بود که پس از کاشت بذور آبیاری انجام و پس از سبز شدن در مرحله ٤ برگی نسبت به تنک نمودن بوته ها جهت حفظ فواصل بین بوته روی ردیف ۱۰سانتیمتر اقدام گردید. به منظور کنترل علف های هرز دو مرحله وجین و جهت مبارزه با آفات موریانه و ملخ در مرحله جوانه زنی از مخلوط سم سوین با سبوس استفاده گردید. آبیاری مزرعه با توجه به گرمی هوا به‌طور مرتب انجام گرفت و به طو متوسط هر هفت روز یکبار مزرعه آبیاری شد.

برای تعیین وزن تر و خشک برگ و ساقه و بوته ها از ۵ بوته به‌طور تصادفی نمونه ها انتخاب و از کف زمین برداشت و بلافاصله توسط ترازوی دیجیتال وزن و سپس برگ از ساقه جدا گردیده و میزان برگ و ساقه بطور جداگانه توزین گردید. به منظور تعیین وزن خشک نمونه های جداگانه در اوون تحت درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس وزن نمونه ها با گرفتن میانگین به یک بوته تعمیم داده شد. برای شناسایی عناصر موجود در گیاه و البته آماده سازی نمونه شامل شستشو، خشک و آسیاب کردن می باشد. برگ ها ابتدا با آب معمولی سپس با اسیدهیدروکلریک ۱٪ مول و سپس دوباره با آب مقطر شستشو گردید. نمونه گیاه به مدت ٤۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰ در جه سانتی گراد خشک و سپس آسیاب شده از الک ۰/۵ میلی متری عبور داده شد و میزان جذب عناصرغذایی آن (نیتروژن، فسفر

و پتاسیم) اندازه گیری شد.از نمونه برگ آماده شده به ترتیب زیر برای سنجش عناصر عصاره گیری شد. مراحل انجام عصاره گیری به شرح ذیل بود.

۱- هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک – اسیدسالسیلیک – آب اکسیژنه

۲- هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید هیدروکلریک

۲ گرم نمونه گیاه با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و در کوزه چینی ریخته شد و در کوره تا ۵۵۰ درجه به مدت ٤ ساعت حرارت داده و خاکستر حاصل را با آب مقطر کمی خیس کرده و ۱۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک ۲ مول اضافه و بعد از اتمام فعل و انفعالات محتویات کروزه از کاغذ صافی ریز به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر صاف شد. عصاره نهایی به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانیده شد.

همچنین برای اندازه گیری درصد ازت کل گیاه میزان ۰/۳ گرم نمونه گیاه با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و به لوله های هضم (بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر) منتقل شد، سپس ۲/۵ میلی لیتر از مخلوط اسیدها اضافه و ۲٤ ساعت به حال خود قرار داده شد. لوله ها بعد از این مدت به مدت ۲ ساعت تا ۱۸۰ درجه سانتی گراد حرارت دید و سپس بعد از خنک شدن ۳ بار و هر بار ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه به لوله ها اضافه شد، مجددا لوله ها روی هیتر تا ۳۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت گذاشته، تا عصاره بیرنگ شد. عصاره در بالن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانیده شد و از آن ۵ میلی لیتر رسانیده شد و از آن ۵ میلی لیتر گرفته و به بالن تقطیر منتقل می کنیم. میزان ۲ میلی لیتر از محلول هیدروکسید سدیم اضافه کرده و قیف دهانه بالن تقطیر را با آب می شوییم تا حجم محلول ۲۰ میلی لیتر گردد. بالن را به کمک بخار آب حرارت داده بعد از ظهور اولین قطره تقطیر عمل به مدت n دقیقه (۳-٤-۵ یا ٦ دقیق) ادامه دادیم، محلول حاصل از تقطیر در ۱۰ میلی لیتر اسیدبوریک حاوی ۱۰ قطره اندیکاتور جذب می شود. ۰/۵ دقیقه قبل از پایان عمل تقطیر ارلن محتوی اسید بوریک را اندکی پایین آورده تا انتهای مبرد با بخار آب شسته شود. اسیدبوریک حاوی آمونیاک را با اسیدسولفوریک ۰/۰۰۵ مول تا تغییر رنگ محلول از سبز به صورتی تیتر کردیم. عمل را با نمونه شاهد به‌دست آمده از عمل هضم نیز طبق روش انجام دادیم. در این بررسی اندازه گیری فسفر به روش کالیمتری انجام شد که به این منظور مقدار ۵ سی سی از محلول عصاره حاصل از هضم به روش ۱ را به داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتر ریخته و ۵ سی سی به آن محلول آمونیاک مولیبدات – وانادات اضافه کرده و به حجم می‌رسانیم. سپس میزان جذب را با دستگاه اسپکترفتومتر با طول موج ٤۷۰ نانو متر و اندازه گیری پتاسیم به روش نشر شعله ای با ساخت محلول حاصل از عصاره گیری به روش ۲ را به نسبت ۹+۱ با کلرور سزیم (cs) رقیق کرده و جذب را با دستگاه فلیمفوتومتر و در طول موج ۷٦٦/۵ نانومتر برای پتاسیم اندازه گیری نمودیم.

در این آزمایش اندازه گیری پروتئین با روش برادفورد انجام گرفت به طوری که برای استخراج عصاره پروتئینی، ۰/۵ گرم از ماده خشک گیاهی وزن گردید و ٤ سی سی از بافر تریس اسید کلریدریک به آن

اضافه شد، سپس نمونه ها روی شیکر به مدت ۲۰ دقیقه ورتکس گردید و بعد از آن به مدت ۳۰ دقیقه در دور ۵۰۰۰ سانتریفوژ گردید و فاز بالایی آن که حاوی پروتئین کل است جدا گردید. برای اندازه گیری پروتئین به روش برادفورد به ۰/۱ سی سی عصاره پروتئینی، ۵ سی سی محلول برادفورد اضافه سپس به مدت ۲۰ دقیقه ورتکس گردیده و جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر یادداشت گردید.

درنهایت پس از تعیین پارامترهای گیاهی ذکر شده، داده ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و تجزیه داده ها و رسم نمودارها جهت مقایسه بین تیمارها با استفاده از روش‌های آماری و نرم افزارهای MSTATC، Excel و SAS انجام گرفت. لازم به ذکر است که مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک برگ

وزن تر و خشک برگ سورگوم رقم اسپیدفید، به طور معنی داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر روش های مختلف کاشت قرار گرفت (جدول۲). کمترین وزن تر و خشک برگ، به ترتیب با میانگین های ۵/۲۷ و ۱٤/۲٦ و بیشترین وزن تر برگ مربوط به روش کاشت ردیفی با میانگین ٦۰/۳۷ و کمترین آن مربوط به روش جوی و پشته با میانگین ۸۵/۱۷ گرم می‌باشد (جدول۳).

محققان دریافتند که روش کشت به طور وزن خشک برگ را تحت تاثیر قرار نمی دهد (۱۵و۲۱). که نتایج این آزمایش با نتایج عنوان شده مغایرت دارد. اثر زمان های مختلف برداشت نیز بر وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول۲). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که حداکثر وزن تر و خشک برگ در زمان برداشت ۷۰ روز پس از کاشت به ترتیب با میانگین‌های ١٦۵/۵ و ۳٦/۱۸ گرم به دست آمد. ضمن اینکه حداقل وزن تر و خشک برگ مربوط به زمان برداشت ۵۰ روز به ترتیب با میانگین های ۱۰۹/۸ و ۱۷/۷۸ گرم بود (جدول۳) (۱۵)، تاثیر فواصل برداشت را در نسبت اجزای عملکرد موثر دانست. همچنین تاثیر مثبت زمان برداشت علوفه را بر عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم علوفه ای گزارش نمود که نتایج به‌دست آمده با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۱٦و۲۲).

اثرات متقابل روش کشت در زمان برداشت بر روی وزن تر و خشک برگ به لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی دار گردید (جدول۲) مقایسه میانگین داده های مربوط به اثرات متقابل روش کشت در زمان برداشت بر روی صفات مذکور در جدول شماره ٤ ذکر گردیده است.

وزن تر و خشک ساقه

تجزیه واریانس داده های آزمایش نشان داد که وزن تر و خشک ساقه سورگوم رقم اسپیدفید به طور معنی داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر روش های مختلف کشت و زمان های مختلف برداشت قرار گرفت (جدول۲). با مقایسه میانگین داده مشخص شد که بیشترین وزن تر و خشک ساقه به ترتیب با میانگین های ۱۵۲/٤ و ۲۹/۰۰ گرم در روش کشت جوی و پشته ای به دست آمد در حالی که کمترین وزن خشک و تر ساقه با میانگین های ۱۱۹/۱ و ۲۳/٦۷ گرم به ترتیب مربوط به روش های کشت دستپاش بود (جدول۳).

در آزمایشی تاثیر دو روش کاشت خطی و دستپاش را بر روی خواص کمی و کیفی سورگوم علوفه ای را بررسی کردند، که نتایج تاثیر معنی داری در عملکرد وزن تر و خشک گیاه نشان داد، به‌طوری که بیشترین عملکرد مربوط به روش ردیفی بود (۹ و ١٤). در بین تیمارهای مختلف زمان برداشت، بوته های سورگومی که در زمان ۷۰ روز بعد از کاشت برداشت گردید، با میانگین های ١٦٥/٥ و۳٦/۱۸ گرم به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک ساقه را تولید نمودند، در حالی که کمترین وزن تر و خشک ساقه به ترتیب با میانگین های ۱۰۹/۸ و ۱۷/۷۸ گرم مربوط به زمان برداشت ۵۰ روز بعد از کاشت بود (جدول۳). آزمایشات نشان داد که با تاخیر در برداشت، درصد اجزای گیاهی تغییر می کند به طوری‌که سهم برگ در عملکرد کاهش و سهم ساقه افزایش می یابد، که نتایج به‌دست آمده با نتایج عنوان شده مطابقت دارد (۷). اثرات متقابل زمان برداشت و روش کشت بر روی وزن تر و خشک ساقه از نظر آماری معنی دار نبود (جدول۲).

جدول ۲: تجزیه واریانس برخی از صفات زراعی سورگوم تحت تاثیر روش های مختلف کاشت و زمان برداشت در ایرانشهر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	درصد فسفر	درصد پتاسیم	درصد نیتروژن	درصد پروتیین
تکرار	۲	۵۵/۱۹ ns	٦۰۳/۸۳ ns	۰/۵۹ ns	۲/۳۹ ns	۰/ ۰۰۳ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۲ ns	۰/۷۸
روش کشت	۲	۱۷۸/٤۹ **	۲٦٦٤/٤۸ **	۳۱/۲۵ **	۷٤/٦۸ **	۰/۰۰۱ ns	۰/۰٤ ns	۰/۰٦ ns	۲/٤۷ ns
اشتباه آزمایش	٤	۲٦/۱۵٦	٤۱/۱٤	۰/٦٦	۱/۳۸۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰٦	۰/۰٤	۱/۵۰
زمان برداشت	۲	٦٦۹/۰۷ **	۷۲۲٤/۸ **	٦۵/۹۸ **	۷٦۲/۳۲ **	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/٤۹ *	۱۹/۳٤ **
اشتباه آزمایش	٤	۲۷/۷۳٦	۱٦/٤٤	۱/۰۰۵	٤/۱۲	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۵	۰/۰۲۵	۰/۹۵
اثر متقابل	٤	٤/۸۸ *	۲۰/۳۲ ns	۰/۷۸ *	۸/۳۲ ns	۰/۰۰۰٤ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰٦ ns	۰/۲۳٤ ns
اشتباه آزمایش	۸	۱۹/۷۸	۱۰٤/۲۸	۰/۹۱	۵/۰٦	۰/۰۰۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۰/۸۸
ضریب تغییرات (٪)		۷/۷۵	۷/۳۹	۵/۸۲	۸/۳۵	۹/۷۸	۱۰/٤۳	۹/۷۰	۹/٦٤

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

درصد عناصر غذایی موجود در ماده خشک

درصد عناصر مواد غذایی موجود در ماده خشک شامل فسفر، پتاسیم و نیتروژن اندازه گیری گردید. تجزیه واریانس داده های آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای مختلف روش کشت و نیز زمان برداشت بر روی درصد فسفر و پتاسیم از نظر آماری معنی دار نبود. درصد نیتروژن نیز به طور معنی داری تحت تاثیر روش های مختلف کاشت قرار نگرفت، لیکن اثر زمان های مختلف برداشت بر روی درصد نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گردید (جدول۲). که با تاخیر در برداشت، میزان نیتروژن به طور معنی داری افزایش نشان داد به طوری که حداکثر آن مربوط به زمان برداشت ۷۰ روز پس از کاشت با میانگین ۱٪/۸۱ و کمترین آن مربوط به زمان برداشت ۵۰ روز پس از کاشت با میانگین ۱/۳٤٪ می باشد. زمان برداشت ٦۰ روز پس از کاشت میزان نیتروژن ۱/۵۵درصد را تولید نمود. درصد نیتروژن در روش های مختلف جوی و پشته، ردیفی و درهم نیز معادل ۱/٤۸، ۱/٦۵، ۱/۵٦٪ ثبت گردید (جدول۳).

با تجزیه واریانس داده های آزمایش مشخص شد که اثر روش کاشت و زمان برداشت بر روی عنصر فسفر معنی دار نبود (جدول۲). درصد پتاسیم در روش کشت جوی و پشته، ردیفی و درهم به ترتیب معادل ۱/۲۳، ۱/٤۳، ۱/٤۵٪ بود. میزان پتاسیم موجود در ماده خشک سورگوم رقم اسپیدفید تحت تاثیر زمان های مختلف برداشت ۵۰، ۷۰،٦۰ روز پس از کاشت به ترتیب برابر ۱/٤۲، ۱/٤۰، ۱/٤۲٪ بود (جدول۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات زراعی سورگوم تحت تاثیر روش های مختلف کاشت و زمان برداشت در ایرانشهر

تیمار	وزن تر برگ (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	درصد فسفر	درصد پتاسیم	درصد نیتروژن	درصد پروتیین
روش کشت								
جوی وپشته	۵۹/۵۲ a	۱۵۲/٤ a	۱۷/۸۵ a	۲۹/۰۰ a	۰/۱۵۷ a	۱/۳۳ a	۱/٤۸ a	۹/۲۵ a
ردیفی	٦۰/۳۷ a	۱٤۳/۱ b	۱٦/۹۳ a	۲۸/۲۲ a	۰/۱۵۱ a	۱/٤۳ a	۱/٦۵ a	۱۰/۳۰ a
دستپاش	۵۲/۲۷ b	۱۱۹/۱ c	۱٤/۲٦ c	۲۳/٦۷ b	۰/۱٦۷ a	۱/٤۵ a	۱/۵٦ a	۹/۷٦ a
زمان برداشت								
۵۰ روز	٤۸/۰۸ b	۱۰۹/۸ c	۱۳/۷۰ c	۱۷/۷۸ c	۰/۱۵۲ a	۱/٤۲ a	۱/۳٤ c	۸/۳۵ c
٦۰ روز	۵۸/۹۸ a	۱۳۸/۳ b	۱٦/۲۲ b	۲٦/۹۲ b	۰/۱٦۱ a	۱/٤۰ a	۱/۵۵ b	۹/٦۸ b
۷۰ روز	٦۵/۱۰ a	۱٦۵/۵ a	۱۹/۱۲ a	۳٦/۱۸ a	۰/۱٦۳ a	۱/٤۲ a	۱/۸۱ a	۱۱/۲۸ a

تیمارهای دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج در صد اختلاف معنی دار ندارند

با تجزیه واریانس داده های آزمایش مشخص شد که اثرات متقابل روش کشت در زمان برداشت بر روی میزان هیچکدام از عناصر اصلی یعنی فسفر، پتاسیم، نیتروژن از نظر آماری معنی دار نگردید (جدول۲).

درصد پروتئین

درصد پروتئین موجود در ماده خشک ارتباط مستقیمی با میزان نیتروژن دارد، لذا تیمارهای مختلف روش کشت، میزان پروتئین را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار نداد (جدول۲). میزان پروتئین موجود در ماده خشک تحت تاثیر روش های مختلف کشت جوی پشته و ردیفی و درهم به ترتیب معادل ۹/۲۵، ۱۰/۳۰، ۹٪/۷٦ ثبت گردید. اثر زمان های مختلف برداشت به طور معنی داری میزان پروتئین را تحت تاثیر قرار داد (جدول۲). با تاخیر در برداشت، میزان پروتئین نیز افزایش معنی دار را نشان داد، به طوری که حداکثر میزان پروتئین با ۱۱/۲۸٪ در آخرین سطح برداشت یعنی ۷۰ روز پس از کاشت به دست آمد، در حالی که حداقل میزان پروتئین مربوط به برداشت زود هنگام ۵۰ روز پس از کاشت با میانگین ۸/۳۵٪ بود. بوته های خشک سورگوم برداشت شده در زمان ٦۰ روز پس از کاشت میزان پروتئین معادل ۹/٦۸٪ را تولید نمودند (جدول۳). اثرات متقابل زمان کاشت و روش کشت بر روی درصد پروتئین موجود در ماده خشک (علوفه خشک) معنی دار نگردید (جدول۲). مرحله بلوغ در زمان برداشت، مهمترین عامل تعیین کننده کیفیت علوفه است و کیفیت علوفه با افزایش بلوغ کاهش می یابد. همچنین بلوغ علوفه، قابلیت هضم علوفه و مصرف آن توسط احشام را تحت تاثیر قرار می دهد (٤). در آزمایشی بیان شد که تاثیر پذیری میزان پروتیین گیاه از کود نیتروژن خاک می باشد (۱).

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات سورگوم تحت تاثیر اثرات متقابل روش های مختلف کاشت و زمان برداشت در ایرانشهر

تیمار		وزن تر برگ (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	درصد فسفر	درصد پتاسیم	درصد نیتروژن	درصد پروتیین
جوی وپشته	۵۰ روز	٤۹/۳۷ cd	۱۲٦/۱ cd	۱۵/۷۸ bc	۱۸/۸۹ d	۰/۱٤۸ a	۱/۳۰ a	۱/۲۲ c	۷/٦۵ d
	٦۰ روز	٦۱/٦۷ ab	۱۵۳/۳ b	۱۷/۲۲ b	۲۸/۸۹ b	۰/۱٤۸ a	۱/۳۰ a	۱/٤٤ bc	۸/۹۸ bcd
	۷۰ روز	٦۷/۵۳ a	۱۷۷/۸ a	۲۰/۵٦ a	۳۹/۲۲ a	۰/۱۷٦ a	۱/۳۹ a	۱/۷۸ a	۱۱/۱۳ ab
ردیفی	۵۰ روز	۵۲/۲۰ c	۱۱۲/۲ d	۱٤/۲۲ c	۱۸/۳۳ d	۰/۱٤٤ a	۱/٤۱ a	۱/٤۳ bc	۸/۹٦ bcd
	٦۰ روز	٦۲/۲۳ a	۱٤۳/۹ bc	۱۷/۰۰ b	۲۷/۷۸ bc	۰/۱٦۱ a	۱/٤۱ a	۱/٦٦ ab	۱۰/۳٦abc
	۷۰ روز	٦٦/٦۷ a	۱۷۳/۳ a	۱۹/۵٦ a	۳۸/۵۵ a	۰/۱۵۰ a	۱/٤۸ a	۱/۸۵ a	۱/۵۸ a
دستپاش	۵۰ روز	٤۲/٦۷ d	۹۱/۱۱ e	۱۱/۱۱ d	۱٦/۱۱ a	۰/۱٦۳ a	۱/٤٦ a	۱/۳٦ bc	۸/٤۵ cd
	٦۰ روز	۵۳/۰۳ bc	۱۱۷/۸ d	۱٤/٤٤ c	۲٤/۱۱ c	۰/۱۷۵ a	۱/٤۸ a	۱/۵۵ ab	۹/۷۱abcd
	۷۰ روز	٦۱/۱۰ ab	۱٤۸/۳ b	۱۷/۲۳ b	۳۰/۷۸ b	۰/۱٦۳ a	۱/٤۰ a	۱/۷۸ a	۱۱/۱۳ ab

تیمارهای دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج در صد اختلاف معنی دار ندارند

منابع

1-Afzal, M., Ahmad, A. U. H., Zamir, S. I., Khalid, F., Mohsin, A. U. and Aillanis, M. W. 2013. Production ofbioethanol from sweet sorghum: A review. Afr.J. Agric. Res. 4(9): 772-780.

2-Ayub, M., AtherNadeem, M., Tanveer, A. and Hussain, A. 2012. the growth, yield and quality of sorghum fodder. Asian gournal of Plant Sainses.4: 304-307.

3-Ball, D., Collins, M., Lacefield. G., Martin, N., Mertens, D. A., Olson, K., putnam, D., Undersander, D. and Wolf, M. 2001. Undrestanding Forage Quality. Amrrican Farm Bureau FederationPublication 1-10, Park Ridge Illinois, USA.

4-Bosch, L., Casanas, F., Sanchez, E., Almirall, A. and Nuez, F. 2010. Performance of five generations ofselection for increased stalk diameter in theLancaster variety of maize (Zea mays L.),crossed with B73 inbred.Maydica. 46(4):221-226

5-Brawand, M. J. and Faci, J. M. 2008. Sorghum (Sorghum bicolor L) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. Eur. J. Agron. 15: 43-55.

6- Brawand, H. and Hossner, L. 1976. Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizer treatment. Agronomy.68: 227-280.

7-Bullok, D. G., Niclson, R. L. and Nyquist, W, E. 2010. A growth analysis comparison of corn in convertional and equidtant plant spacing. Crop Sci. 28: 254-258.

8-Cecelia, L., Amigot, S., Gaggiotti, M., Rumero, L. and Basilico, J. 2007. Global science, forage quality: Techniques for testing. 123 p.

9-Duraisami, V. D., Raniperumal and Mani, A. K. 2012. Grain quality as influenced by fertilizernitrogen, coirpith and biofertilizer in sole andintercropped sorghum maize soybean sequence.Mysore J. Agric. Sci., 36(2): 97-103.

10-Edalat, M., Ghadiri ,H., Hamzehzarghani, H. and Kazemeini S. A. 2011. Prediction of corn yield loss due to different redroot pigweed density and irrigation level using empirical models. Australian Journal of Crop Science, 5 (2): 187-196.

11-Fahong, W., Xuqing, W. and Sayre, K. D. 2004. Comparison of conventional, flood irrigation, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. Field Crops Research, 87: 35-42.

12-Gozubenli, H. 2010. Influence of planting patterns and plant density on the performance of maize hybrids in the eastern Mediterranean conditions. Int. J. Agric. Biol. 12: 556-560.

13-Jafari Bilesuar, R., Sayed Sharifi, R. and Imani, A., et. 2012. Effect of nitrogen fertilizer on efficiency of harvesting time and yield and quality of forage sorghum. Journal of Crops, Volume 14, Number 2, Winter 1391 S30-17.

14-Kochaki, A. 2006. agriculture in arid, publications SID Ferdowsi University of Mashhad.

15-Lapts, R. 2008. conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments. Adv. Agron.42:85-197.

16-Marsalis, M., Angadi, S. and Govea, F. C. 2010. Effectof seeding and nitrogen rates on limited irrigated corn and forage sorghum yield and nutritivevalue. In Abstracts: Annual meeting, WesternSociety of Crop Sci. Ft. Collins, Co.Performance of multicalforoglThegournal of Animal do Plant Science: 23CD: 232-239.

17-Rahman, M. M., Fukai, S. and Blamey, F. P. C. 2008. Effects of cutting and sowing date on biomass production and nitrogen content of forage sorghum. Proceeding of II Australian Agronomy Cinferene,. Gealong Victoria.

18-Siddigue, M., Bajawa, M. S. and Makhdoom, M. I. 2008. Yield and quality of maize fodder as influenced by different stages of harvesting and nitrogen rates. Pak. J. Sci. and Lnd. Res. 33: 54-58.

19-Tariq , M., Ayub, M., Elahi, H., Ahmad, M., Chaudhary, N. and Nadeem, M. 2011. Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americannum* L.) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates. African Journal of Agricultural Research. 6 (16): 3883-3890.

20-Tolera, A. and Sundstol, F. 2012. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. Animal Feed Science Technology, 81:1-16.

21-Zerbini, E. and Thomas, D. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia throrgh genetic enhancement. Field Crop Res. 84: 3-15.

22-Zerbini, E. and Thomas, D. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia throrgh genetic enhancement. Field Crop Res. 84: 3-15.

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

تأثیر پیش تیمار های هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی در بذر اسپرس

مجتبی یوسفی‌راد*، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
محمد شریف مقدسی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
ابوالفضل معصومی زواریان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ساوه، ایران
محسن اصغری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
ماهرخ نجاتی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران

چکیده

به منظور مطالعه‌ی برهم‌کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. عامل اول در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین بود و عامل دوم نیز در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی‌اتیلن گلیکول بود. بر اساس نتایج تحقیق، پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر، فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز و میزان پروتئین شد. در نتایج مقایسه میانگین دیده شد تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین بیشترین تاثیر را داشت. همچنین نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول بهترین تأثیر را بر صفات اندازه گیری شده داشت، و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و میزان پروتئین شد. به طور کلی مشاهده شد که پیش تیمار بذور اسپرس با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول بیشترین تأثیر را در افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمایی آن داشت.

واژه های کلیدی: بنیه بذر، فعالیت آنزیمی، پروتئین، جیبرلین، درصد جوانه‌زنی

---

* نویسنده مسئول: E-mail: m.yousefirad@iau-saveh.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۵/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۱۲

مقدمه

جوانه‌زنی از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان به شمار می‌رود (٤٢). یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذور کشت شده است. به طور طبیعی هرچه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرهای جوانه‌زده در مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصرغذایی بهتر خواهد بود (٢٦).

پیش تیمار بذر به اعمال تیمارهای رطوبتی قبل از کاشت بر روی بذور به منظور ارتقاء صفاتی چون سبز شدن، استقرار اولیه و غیره اطلاق می‌شود (۵). بذور پرایم شده آمادگی سبز شدن و استقرار را پیش از قرار گرفتن در بستر خود کسب می‌کنند، به طوری که به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم نشده قرار می‌گیرند (۲۵). گزارش‌های مختلفی حاکی از آن است که پیش تیمار باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر می‌گردد (۱۵ و ٣٤). همچنین گزارش شده است که این تکنیک باعث افزایش سبز شدن بذور در دامنه‌ای از شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل تنش شوری و خشکی می‌شود (۸ و ۹).

جیبرلین‌ها شامل گروهی از هورمون‌ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در تنظیم و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. افزایش ساخت و آزادسازی هورمون اسید جیبرلیک در بذر موجب شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین شده و جوانه‌زنی شروع می‌شود. اسید جیبرلیک باعث فعال‌سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم رشد سلولی شده و همچنین در تنظیم فرایندهایی مانند رشد ساقه‌چه و جوانه‌زنی نقش به سزایی دارد (۳۹). نقش اصلی این هورمون که توسط جنین بذر ترشح می‌شود فعال نمودن ژن کدکننده آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است که این عمل را از طریق افزایش mRNA کدکننده این آنزیم انجام می‌دهد (۳۱). اثر پیش تیمار بذر با جیبرلین بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر چاودار کوهی نشان داد که تیمار بذر با جیبرلین سبب افزایش در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه می‌شود (۱۳).

پلی اتیلن گلیکول از رایج‌ترین مواد برای اجرای تیمار اسموپرایمینگ محسوب می‌شود. در این تیمار بذرها در معرض پلی اتیلن گلیکول آب مورد نیاز برای شروع فرآیندهای جوانه‌زنی را جذب می‌کنند. اما پتانسیل اسمز محلول از ظهور ریشه‌چه جلوگیری می‌کند (۱۸). پلی اتیلن گلیکول علاوه بر اینکه قابل دسترس می‌باشد، هیچ‌گونه واکنش فیزیولوژیکی با بذر ندارد (۷). اسموپرایمینگ بذور با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع جوانه‌زنی و سبز شدن می‌شود (٢٦). تحقیقات نشان داد که اسموپرایمینگ بذر ذرت با پلی اتیلن گلیکول، در پتانسیل اسمزی ۰/۵- مگاپاسکال، ظهور گیاهچه را در مقایسه با دیگر تیمارها و تیمار شاهد بهبود بخشید (۲۷).

اسپرس (Onobrychis viciifolia Scop.) یکی از گیاهان چندساله خانواده بقولات می‌باشد که به دلیل ویژگی‌های مطلوب نظیر ارزش غذایی بالا، عدم ایجاد نفخ در دام و حفظ حاصلخیزی خاک مورد توجه کشاورزان و به‌نژادگران گیاهی قرار گرفته است (۲۲). این گیاه تحمل بالایی به تنش‌های غیر زیستی به ویژه خشکی دارد و از این رو می‌تواند برای تولید علوفه در مناطق خشک مورد استفاده قرار گیرد (۲۱). هدف از انجام این تحقیق تعیین روش پیش تیمار برای رقم خوانسار و بررسی اثر آن بر روی برخی از صفات مربوط به حوانه‌زنی و بیوشیمیایی در بذور اسپرس بود تا این‌که بتوان بهترین ترکیب تیماری را جهت پیش تیمار بذور اسپرس تعیین کرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه در اردیبهشت ۱۳۹٤ به مرحله اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی در آزمایش شامل جیبرلین در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پلی اتیلن گلیکول در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، ۵ و ۱۰٪ بود. بذر مورد استفاده در این آزمایش رقم خوانسار بود که از مؤسسه ماهان بذر در اصفهان تهیه گردید. بذور مورد نظر به مدت ۵ دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ ضدعفونی گردید و ۳ مرتبه با آب مقطر آبشویی شد. بذور ضدعفونی‌شده به مدت ۲٤ ساعت درون محلول‌های پیش تیمار قرار گرفتند. بعد از ۲٤ ساعت بذور از ظروف مخصوص تیماردهی خارج شدند و پس از خشک شدن، تعداد ۲۰ بذر در هر پتری‌دیش قرار گرفته شد. سپس پتری‌دیش‌ها به ژرمیناتور انتقال داده شدند تا عمل جوانه‌زنی در دمای ۲۵±۱°C به مدت ۱۰ روز صورت گیرد. معیار جوانه‌زنی بذور خروج ۲ میلی‌متری ریشه‌چه در نظر گرفته شد.

سرعت جوانه زنی بر اساس فرمول ماگویر محاسبه گردید، این شاخص یکی از قدیمی‌ترین مفاهیم بنیه بذر است و روشی جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی است که در آن S تعداد بذور جوانه‌زده،T تعداد کل بذور و Ni تعداد بذور جوانه زده در روز Di می‌باشد (۳۳).

سرعت جوانه‌زنی = N1/D1+N2/D2+…+Ni/Di

شاخص بنیه بذر از رابطه زیر محاسبه شد، که در این رابطه Gr درصد جوانه زنی و MSH طول گیاهچه می‌باشد (۱۰).

$$SVI = \frac{Gr\% * MSH}{100}$$

برای اندازه‌گیری طول گیاهچه از خط‌کش میلی‌متری استفاده شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها، پس از خارج نمودن نمونه‌ها از پتری‌دیش، درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار گرفتند و در انتها به وسیله ترازوی دقیق دیجیتال اندازه‌گیری شدند. برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش نیکل و کونینگام (۱۹٦۹)، سنجش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز از روش ژیاو و همکاران (۲۰۰٦) و میزان پروتئین از روش برادفورد (۱۹۷٦) استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SASو مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت. همچنین اثر پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه‌زنی و در سطح احتمال پنج درصد بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد. بر اساس نتایج اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد، به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی در کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین به دست آمد که با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در یک گروه آماری قرار داشت. همینطور بیشترین سرعت جوانه-زنی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با افزایش ۳۹/۸٤ درصدی نسبت به شاهد حاصل شد. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین درصد جوانه‌زنی در اثر کاربرد پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰ درصد آن بود که افزایش ۱۵/٦٤ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۵٪ پلی اتیلن گلیکول (۱۸٪/۷٦ افزایش نسبت به شاهد) مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با عدم مصرف و مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با کاربرد ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول بود (جدول ۳).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

در این پژوهش رشد ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد و رشد ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفتند (جدول۱). بر اساس مقایسه میانگین (جدول۲) پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد، همچنین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر

جیبرلین در یک گروه آماری قرار داشتند. پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول بر رشد ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد و بر رشد ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. در پیش تیمار بذور اسپرس با بین شاهد و ۵۰٪ پلی اتیلن گلیکول در طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش ۱۷/۹۷٪ طول ریشه‌چه شد. همچنین در طول ساقه‌چه سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش ۱۲/۰۹ درصدی و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش ١٤/٤٢ درصدی طول ساقه‌چه نسبت به شاهد گردید (جدول ۲). همچنین اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار شد، به طوری که بیشترین رشد ریشه‌چه مربوط به عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول در حضور جیبرلین بود، همچنین بیشترین رشد ساقه‌چه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به خود اختصاص داد (جدول ۳).

وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر

جیبرلین در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر تأثیر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). همان‌طور که از نتایج مقایسه میانگین مشهود است پیش تیمار بذور با جیبرلین تأثیر مثبت بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر گذاشت، به نحوی که بیشترین تأثیر بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر را تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین نشان داد که موجب افزایش ٤٦/٣٨ درصدی وزن خشک گیاهچه و ٤٨/٠٤ درصدی شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد شد. همچنین در شاخص بنیه بذر بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس مبین آن بود که پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک گیاهچه و در سطح احتمال یک درصد بر شاخص بنیه بذر تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که بین شاهد و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول تفاوت آماری وجود نداشت ولی سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول سبب افزایش ۲۰/۵ درصدی وزن خشک گیاهچه و ۱۱/۱۱ درصدی شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد شد (جدول ۲). نتایج بیانگر آن بود که اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر معنی‌دار بود. به طور کلی بیشترین وزن خشک گیاهچه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ۰/۲۳۲ گرم و بیشترین شاخص بنیه بذر را تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول نشان داد (جدول ۳).

فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز

فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین حاکی از افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در اثر پیش تیمار بذور با جیبرلین بود، به طوری که بیشترین تأثیر در افزایش فعالیت آن‌ها در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در

لیتر حاصل شد که بیانگر افزایش ۳۲/۹۹ درصدی فعالیت آنزیم آلفا امیلاز و ۷۰/٤٤ درصدی پراکسیداز نسبت به شاهد بود (جدول ۲). مشخص شد که پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و در سطح احتمال پنج درصد بر پراکسیداز تأثیر معنی‌دار داشت و مجوب افزایش فعالیت آن‌ها شد، همچنین مشاهده شده که سطوح ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مبین آن بود که بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین تؤام با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در شرایط عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول و مصرف ۵٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در شرایط حضور ۵٪ پلی اتیلن گلیکول حاصل گردید (جدول ۳).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تأثیر پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز	پراکسیداز	پروتئین
جیبرلین	۲	٤۰۳/۸**	٥٦/٤٦**	۰/٦۷**	۰/۳۹*	۰/۰۰۹**	٤/٤**	۲/۱**	٤/٦٥**	۲/٤٥*
پلی اتیلن گلیکول	۲	۳۰٤/۲۲**	۱٥/٤٦*	۰/٥*	۰/۷۳**	۰/۰۰٤*	۰/٦۹**	۱/۹٤**	۱/۱۷*	۲/۲*
اثر متقابل	٤	۱۱٤/٥٦*	۰/٦٥^{ns}	۰/٥**	۰/۳٤**	۰/۰۰۳*	۰/٦۲**	۲/٥٥**	۰/۹٦*	۰/۱٤^{ns}
خطا	۱۸	۳۸/٦۱	۳/۹۹	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/٥٥
ضریب تغییرات (٪)		۷/۷٥	۱۳/۲	۱۳/۱۸	۱۲/۳۱	۱۷/۸	۹/۷۲	۱۳/٤	۲۰/۱٤	۲۲/۳۷

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۲: مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس

تیمار		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن خشک گیاهچه (g)	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز (mM g^{-1} min^{-1})	پراکسیداز ($ODmin^{-1}g^{-1}FW$)	پروتئین (mg.g DW^{-1})
جیبرلین ($mg.Lit^{-1}$)	۰	۷۲/۷ b	۱۲/٥ c	۲/۰۷ b	۱/۸۹ b	۰/۱۳۸ c	۲/۸ c	۲/۹٤ c	۲/۰۳ c	۲/۷۷ b
	۱۰۰	۸٥/۷ a	۱۷/۸ a	۲/٦۲ a	۲/۲٤ a	۰/۲۰۲ a	٤/^{۲} a	۳/٤۳ b	۲/٦۸ b	۳/۸۱ a
	۲۰۰	۸۲/۰ a	۱٥/٤ b	۲/۳۸ a	۲/۲۷ a	۰/۱۷۲ b	۳/۸ b	۳/۹۱ a	۳/٤٦ a	۲/۳٦ ab
پلی اتیلن گلیکول (٪)	۰	۷٤/۳ b	۱۳/۷ b	۲/٥٦ a	۲/۱٥ b	۰/۱٦ b	۳/٥ b	۲/۹ b	۲/۳۱ b	۳/۳۸ ab
	٥	۸۰/۲ ab	۱٦/۲ a	۲/٤ a	۲/٤۱ a	۰/۱۹ a	۳/۹ a	۳/٦ a	۲/۹٦ a	۳/۷۷ a
	۱۰	۸٥/۹ a	۱٥/ ab	۲/۱ b	۱/۸٤ c	۰/۱٦ b	۳/۷ b	۳/۷۸ a	۲/۹ a	۲/۷۹ b

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر بر هم‌کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی‌اسپرس

جیبرلین ($mg.Lit^{-1}$)	پلی اتیلن گلیکول (٪)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه(cm)	طول ساقه‌چه(cm)	وزن خشک گیاهچه(g)	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز ($nM\ g^{-1}\ min^{-1}$)	پراکسیداز ($ODmin^{-1}g^{-1}$ FW)	پروتئین ($mg.g\ DW^{-1}$)
۰	۰	٦٥/٧١ c	١١/٥٦ d	٢/٥٤ ab	٢/١٦ cd	٠/١٦٥ bcd	٣/٠٨ d	٢/٤٢ cd	١/٧ e	٢/٨٨ b
۰	٥	٧١/٢٢ bc	١٣/٧ bcd	٢/٢٤ b	١/٧٥ d	٠/١٣٩ de	٢/٨٤ de	٢/٥٦ cd	٢/٠٥ de	٣/٠٦ b
۰	١٠	٨١/٢٧ ab	١٢/٢٣ cd	١/٤٣ c	١/٧٧ cd	٠/١٠٩ e	٢/٥٣ e	٣/٨٥ ab	٢/٣٣ cde	٢/٣٧ b
١٠٠	۰	٨٥/٧٣ a	١٥/٨١ abc	٣ a	٢/٠١ cd	٠/١٦٨ bcd	٤/٣ a	٢/١٥ d	٢/٢٢ de	٣/٧١ ab
١٠٠	٥	٨٧/٥٨ a	١٨/٥٧ a	٢/٣٧ b	٢/٨١ a	٠/٢٣٤ a	٤/٥٤ ab	٣/٨٢ ab	٣/٥٧ ab	٤/٥٤ a
١٠٠	١٠	٨٣/٨٧ a	١٨/٠٦ a	٢/٤٨ ab	١/٨٩ cd	٠/٢٠٥ abc	٣/٦٥ c	٤/٣١ a	٢/٢٥ cde	٣/١٩ ab
٢٠٠	۰	٧١/٤٩ bc	١٣/٧٣ bcd	٢/١٤ b	٢/٢٧ bc	٠/١٥ cde	٣/١٦ d	٤/١٤ a	٣ bcd	٣/٥٥ ab
٢٠٠	٥	٨٢/٠٢ ab	١٦/٥٤ ab	٢/٦١ ab	٢/٦٨ ab	٠/٢١ ab	٤/٣٣ ab	٤/٤٣ a	٣/٢٧ abc	٣/٧٢ ab
٢٠٠	١٠	٩٢/٦٦ a	١٦/٠٣ ab	٢/٣٩ b	١/٨٦ cd	٠/١٥٤ cde	٣/٩٣ bc	٣/١٧ bc	٤/١١ a	٢/٨١ b

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند

پروتئین

همان‌طور که از جدول (۱) مشخص است اثر جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر پروتئین تأثیر معنی‌دار داشت، ولی اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول بر پروتئین معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که جیبرلین موجب افزایش میزان پروتئین شد، به گونه‌ای که بیشترین مقدار پروتئین در پیش تیمار بذور با جیبرلین، در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین (۳۷/۵۵٪ افزایش نسبت به شاهد) رخ داد، همچنین مشاهده شد که سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول با افزایش ۱۱/٥٤ درصدی و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول با کاهش ۱۷/٤٦ درصدی میزان پروتئین همراه بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین در اثر هم‌زمان جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ٤/٥٤ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به دست آمد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد جوانه‌زنی شد. جیبرلین باعث سنتز آنزیم‌های هیدرولیزکننده در بذر و در نتیجه تجزیه نشاسته و سایر مواد غذایی می‌شود و در نهایت باعث انتقال این مواد به جنین در حال رشد می‌شود. جیبرلین‌ها همچنین فعالیت آنزیم کاکتول اکسیداز را افزایش می‌دهند و موجب کاهش میزان مواد فنولی بذر و در نتیجه تحریک جوانه‌زنی می‌شوند (٤). تیمار بذور با هورمون جیبرلین بر سرعت جوانه‌زنی مؤثر بود. به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن سرعت جوانه‌زنی در خصوص آزادسازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر باشد (١٦). می‌توان چنین

استنباط کرد که پیش‌تیمار بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه‌زنی می‌شود (۳٦)، همچنین در طی پیش تیمار بذر سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و بر بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تأثیرگذار می‌باشد (۱۹).

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که جیبرلین موجب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گردید. در یک بررسی، نقش مثبت جیبرلین در فیزیولوژی جوانه‌زنی را افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و همچنین اسیدی کردن محیط آندوسپرم برای افزایش فعالیت سایر آنزیم‌های هیدرولیزی دانسته‌اند (۲٤). گزارش شده است که جیبرلین باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هنگام جوانه‌زنی جهت تجزیه نشاسته گردیده و این مسأله موجب تقویت بنیه بذر می‌شود که نتیجه آن، درصد سبز یکنواخت‌تر خواهد بود (۳۲). نقش اصلی جیبرلین در تحریک جوانه‌زنی فعال نمودن سنتزmRNA کدکننده آنزیم‌های دخالت کننده در جوانه‌زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است. لایه آلرون مسئول تولید آنزیم آلفا آمیلاز در پاسخ به جیبرلین می‌باشد (٤۰). بر اساس نتایج تحقیق پیش‌تیمار بذور با جیبرلین سبب افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه شد. اثرات مفید پیش تیمار با غلظت بهینه جیبرلین ممکن است به واسطه نقش بهینه آن در تسریع و یهبود سبز شدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (۲۵). جیبرلین‌ها با افزایش کشش دیواره سلولی یعنی انبساط دیواره از طریق هیدرولیز نشاسته به قند که کاهش پتانسیل آب سلول را به دنبال دارد سبب ورود آب به درون سلول و طویل شدن سلول می‌شود (٦). برخی مطالعات نشان داده است که جیبرلین از طریق تحریک رشد رویشی موجب افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد (۲۸). جیبرلین از طریق تحریک سنتز آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز موجب تحریک رشد رویشی گیاهان گردید (۱۱). نتایج مشابهی توسط پرمون و همکاران (۱۳۹۲) در افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز با پیش تیمار جیبرلین گزارش شده است. بطور کلی جیبرلین با تحت تأثیر قرار دادن فرایندهای سلولی از جمله تحریک تقیسم سلولی و طویل شدن سلول‌ها سبب افزاش رشد رویشی می‌گردد (۳۸). افزایش خصوصیات جوانه‌زنی ممکن است به دلیل آمادگی برای تقسیم و افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی باشد (۲۹). نتایج حاکی از آن بود که کاربرد جیبربین به عنوان پیش تیمار بذور با افزایش میزان پروتئین همراه بود. جیبرلین احتمالاً سطح پروتئین را از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های درگیر در کاتابولیسمmRNA مانند ریبونوکلئاز افزایش می‌دهد و منجز به افزایش سنتز پروتئین می‌شود (۳۸). جیبرلین با تقویت و تشدید متابولیسم نشاسته و فعالیت آمیلاز باعث رشد بهتر گیاهچه‌ها می‌شود (۳).

اعلام شده است که پیش‌تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع و یکنواختی و همچنین سبب افزایش سبز شدن جوانه‌ها می‌شود (۲۳). محققان پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول را مناسب دانستند و علت آن را تسریع و یکنواختی سرعت و درصد جوانه‌زنی در بذور پرایم شده اعلام کردند (۳۰).

گزارش شده است که پیش تیمار بذر در محلول اسمزی باعث افزایش مقدار آب جذب شده توسط بذر می‌شود و در نهایت درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را افزایش می‌دهد (۳۵). افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی شد، که حاکی از آن است که افزایش غلظت آن باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر شد (۲). به رغم همه مزایایی که اسموپرایمینگ در افزایش کارایی بذور دارد، اعمال این تیمار ممکن است یک سر ی محدودیت‌هایی هم داشته باشد. مثلاً بعضی از مواد استفاده شده در اسموپرایمینگ ممکن است جذب بذر شده و ایجاد سمیت کند (١٤) و یا این که ماده شیمیایی پلی اتیلن گلیکول که در سطح وسیعی هم در اسموپرایمینگ استفاده می‌شود، در غلظت‌های بالا مانع جذب اکسیژن توسط بذر می‌شود، از سویی دیگر در هنگام جدا کردن این مواد که توسط شستشو با آب معمولی انجام می‌شود ممکن است آب بیشتری جذب بذرها شود (٤١). احتمالاً غلظت‌های بیشتر سبب مسمومیت یا تولید مواد سمی در بذر می‌شوند (۱۷).

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، پیش تیمار بذور اسپرس با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود و افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس شد. به نظر حضور فاکتورهای پیش تیمار با افزایش فعالیت آلفا آمیلاز سبب بهبود جوانه‌زنی و با افزایش میزان پروتئین سبب بهبود رشد گیاهچه گردید، همچنین مشاهده شد که با افزایش غلظت پلی اتیلن گلیوکل از ۵٪ به ۱۰٪ رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه و میزان پروتئین نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد.

منابع

۱- پرمون، ق.، عبادی، ع.، قوی‌عزم، ع. و میری، م. ۱۳۹۲. اثر پیش‌تیمار بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بابونه در شرایط شوری. نشریه تولید گیاهان زراعی. ٦ (۳): ١٤٥-١٦٤.

۲- رضایی سوخت آبندانی، ر.، محسنی، ا.، رمضانی، م. و مبصر، ح. ر. ۱۳۸۸. تأثیر پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر ذرت K.SC 640. یافته‌های نوین کشاورزی. سال چهارم. ۱: ٦١-٤٩.

۳- زارع، م.، مهرابی اولادی، ع. ا. و شرف‌زاده، ش. ۱۳۸۵. بررسی اثرات اسید جیبرلیک و کینتین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲ (٤): ٨٥٥-٨٦٥.

٤- عموآقایی، ر. ۱۳۸۳. تأثیر برخی تنظیم‌کنندگان رشد در تحریک جوانه‌زنی بذر کما (Ferula ovina). مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان. ٢٤ (٢): ٣٩-٥٠.

٥- عیسوند، ح. ر.، آذرنیا، م.، نظریان فیروزآبادی، ف. و شرفی، ر. ۱۳۹۰. بررسی اثر جیبرلین و اسید آبسزیک بر سبز شدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه نخود در شرایط دیم و آبی.مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤٢ (٤): ٧٨٩-٧٩٧.

٦- **فتحی، ق. و اسماعیل‌پور، ب. ۱۳۷۹.** مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی اصول و کاربرد (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۷- **مسرت، ن.، سیادت، ع.، شرفی‌زاده، م. و حبیبی‌خانیانی، ب. ۱۳۹۲.** تأثیر هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر جوانه-زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه ذرت رقم هیبرید SC704 تحت تنش شوری و خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۹: ۵۹-٤۹.

۸- **معصومی زواریان، ا.، یوسفی راد، م. و اصغری، م. ۱۳۹٤.** اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی ماریتیغال (Silybum marianum L.) در شرایط تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر، سال پنجم. ۲: ٤۰-٤۸.

۹- **یداللهی نوش‌آبادی، س. ج. و شریف‌زاده، ف. ۱۳۹٤.** اثر پیش تیمار بذور با جیبرلیک اسید بر شاخص‌های جوانه-زنی علف گندمی تحت تنش خشکی. صلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی. ۱۱ (۱): ۷۵-۸۲.

10- Abdul- Baki, A. and Anderson, J. D. 1973. Vigor determination in Soybean seed by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

11- Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Basalah, M. O., Al- Whaibi, M. H., Sakran, A. M. and Al-Amri, A. 2012. Effect of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of Hibiscus sabdariffa L. African Journal of Biotechnology 11: 800-804.

12- Al-Rumaih M. M., Rushdy, S. S. and Warsym, A. S. 2002. Alteration in the protein Electrophoretic patterns of Cowpea, (Vigina unguiculata L.) Treated with Cadmium in the Presence or Absence of Gibberellic Acid. Saudi J. of Biol. Sci. 9: 47-56.

13- Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (Secale Montanum) as affected by drought stress. Cercetări Agronomice în Moldova. 2(150): 43-48.

14- Artola, A., Carrillo-Castaneda, G. and Santos, G. D. L. 2003. Hydro priming: a strategy to increase Lotus corniculatus L. seed vigor. Seed Science and Technology 31: 455-463.

15- Asghari, M., Eradatmand Asli, D., Yosefirad, M. and Ghandian, M. 2013. The effect of pyridoxine and its duration application on bioactive compounds and biochemical activities of germinated wheat. Ann. Biol. Res. 4 (3): 31-36.

16- Ashraf, M., Athar, H. R., Harris, P. J. C. and Kwon, T. R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advanced in Agron. 97: 45-92.

17- Basra, S. M. A., Pannu, I. A. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprimed wheat (Triticum aestivum L.) seeds. Int. Agri. Biol. 5: 121-123.

18- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition. Horticultural Science, 21, 1105-1112.

19- Bradford, K. J. 1995. Water relation in seed ge rmination. In: J. Kigel and G. Galili (eds), Seed development and germination. Marcel Dekker. Pp: 351- 396.

20- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annu. Rev. Biochem.72:248-254.

21- Dadkhah, M., Majidi, M. M. and Mirlohi, A. 2011. Multivariate analysis of relationships among different characters in Iranian Sainfoin populations (Onobrichis viciifolia Scop.). Iranian Journal of Field Crop Science, 42:349-357.

22- Delgado, I., Salvia, J., Buil, I. and Andres, C. 2008. The agronomic variability of a collection of sainfoin accessions. Spanish J Agric Res, 3, 401-407.

23- Demir, I. and Ellis, R. 1994. The effects of priming on germination and longevity of harvested pepper seed lots. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 18: 213-217.

24- Dominguez, F. and Cejudo, F. J. 1999. Patterns of starchy endosperm acidification and protease gene expression in wheat grains following germination. Plant Physiology, 119, 81-88.

25- Eisvand, H. R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Madah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S. M. 2008. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (Agropyron elongatum Host) seeds by hormonal priming for control and drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 1(39), 53-65. (In Persian)

26- Ghana S. G. and Schillinger, W. F. 2003. Seed priming winter wheat for germination emergence, and yield, Crop Science. 43:2135-2141.

27- Ghiyasi, M., Pouryousef Myandoab, M., Tajbakhsh, M., Salehzade, H. and Meshkat, M. V. 2008. Influence of different osmopriming treatments on emergency and yield of Maize (Zea mays L.). Research Journal of Biological Sciences, 3, 1452-1455.

28- Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S. A. M. and Allahdadi, I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science 5: 726-734.
29- Girolamo, G. D. and Barbanti, L. 2012. Treatment conditions and biochemical processes.
30- Haigh, A. M. and Barlow, E. W. R. 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci.111:660-665.
31- Heidari Sharif Abad, H. and Dorry, M. A. 2003. Research institute of forest and rangelands. Forage Grasses Journal (in Persian with English abstract) 2: 311-320.
32- Jamil, M. and Rha, E. S. 2007. Gibberllic acid (GA3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 654-658.
33- Maguire, J. D. 1962. Speed of Germination-Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. Crop Sci. 2: 176-177.
34- Masoumi Zavariyan, A., Yousefi Rad, M. and Asghari, M. 2015. Effect of seed priming by potassium nitrate on germination and biochemical indices in Silybum marianum L. under salinity stress. Int. J. Life Sci. 9(1): 23-29.
35- Michel, B. E. and Kaufmann, M. R. 1973. Theosmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.
36- Nelson, C. P. 2000. Water potential: The key to successful seed priming. Decagon Devices, Inc. AN4101-10.
37- Nickel, R. S. and Cunningham, B. A. 1969. Improved peroxidase assay method using leuco 2,3,6-trichloroindophenol and application to comparative measurements of peroxidase catalysis. Anal. Biochem. 27:292–299.
38- Paraoussi G., Voyiatzis P.G., Paroussis, E. and Drogoudi, P. D. 2002. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. Scientia Horticulturae. 96: 103-113.
39- Permon, G. 2014. Effect of seed priming on chamomile germination and seedling growth at salinity conditions. Journal of crop production 6: 145-164.
40- Richards, D. E., King, K. E., Ait-ali, T. and Harberd, N. P. 2001. How gibberellin regulates plant growth and development: A molecular genetic analysis of gibberellin signaling. Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Molcular Biology, 52: 67–88.
41- Tylkowska, K. and Van den Bulk, R. W. 2001. Effects of osmo and hydro priming on fungal infestation levels and germination of carrot (*Daucus carota* L.) seeds contaminated with Alternaria spp. Seed Science and Technology29: 365-375.
42- Windauer, L., Altuna, A. and Benech-Arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of Lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments. Industrial Crops and Products, 25: 70–74.
43- Xiao. Z., Storms, R. and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities. Analytical Biochemistry 351: 146-148.

یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

بررسی تنوع و روابط بین صفات کمی و کیفی علوفه شبدر قرمز در شرایط اقلیمی شهرستان بروجرد

شهرام نخجوان*، استادیار اصلاح نباتات واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران
علی اشرف جعفری، استاد پژوهش موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، تهران
مهدی خراط چی، دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران
محمد شاهوردی، استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد

چکیده

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار تحت شرایط کشت آبی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد در سال زراعی۹۲-۹۱ اجراء گردید. صفات عملکرد علوفه، ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه، سرعت رشد مجدد و صفات کیفی درصد قابلیت هضم، درصد پروتئین خام، کربوهیدرات های محلول در آب، درصد فیبر نامحلول در اسید (ADF)، درصد فیبر خام و درصد خاکستر با استفاده از تکنولوژی طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) اندازه گیری شد. نتایج نشان داد ارقام چهارمحال، رنوا، شهر کرد و رستی با دامنه ۱۷/۳ الی ۱۸/۳ تن در هکتار علوفه خشک در مجموع سه چین بیشترین عملکرد علوفه در سال را داشتند. در بین آنها رنوا و شهرکرد بیشترین ارتفاع و نسبت برگ به ساقه را داشتند. در صورتی که رقم چهارمحال از نظر صفات کیفی قابلیت هضم پروتئین خام دارای میانگین بیشتری بود. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد علوفه با ارتفاع بوته و قابلیت هضم مثبت و با نسبت برگ به ساقه و کربوهیدرات های محلول در آب همبستگی منفی و معنی دار بود. ضریب همبستگی بین قابلیت هضم با درصد پروتئین مثبت و معنی دار و هر دو صفت با درصد کربوهیدراتهای محلول در آب، فیبر خام و ADF همبستگی منفی و معنی دار داشتند. نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی(PCA) نشان داد که ۳ مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۲٪ تغییرات کل را توجیه نمودند. در تجزیه کلاستر به روش Ward، ۱۵ ژنوتیپ شبدر قرمز در ۳ کلاستر قرار گرفتند. جمعیت های شهرکرد و رنوا در کلاستر۳ دارای عملکرد علوفه بیشتری بودند ولی از لحاظ کیفیت علوفه درحد متوسط بودند. در مقابل جمعیت های کلاستر۲ دارای عملکرد متوسط ولی کیفیت بهتری بودند. جمعیت های کلاستر۱ از لحاظ صفات کمی و کیفی دارای ارزش کمتری بودند.

واژه‌های کلیدی: شبدر قرمز، تجزیه به مؤلفه های اصلی، تجزیه کلاستر، طیف سنج مادون قرمز نزدیک

---

* نویسنده مسئول: E-mail : shahram_Nakhjavan@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/٤/۷

مقدمه

کمبود مواد غذایی و بویژه مواد پروتئینی، مشکل بزرگ قرن اخیر می باشد (٦). با توجه به رشد جمعیت در دنیا و رسیدن به رقم ۷/۲ میلیارد نفر در سال های اخیر مصرف روزانه پروتئین در اکثر کشورها کاهش یافته و این امر باعث ایجاد سوء تغذیه در انسان و نهایتاً به خطر افتادن وضعیت سلامتی بشر گردیده است (۷). گیاهان علوفه ای علاوه بر تولید علوفه برای دام، باعث اصلاح و حاصلخیزی خاکهای زراعی می شوند (۱۱). جنس شبدر Trifolium در طایفه Trifolieae و خانواده Fabaceae قرار دارد. این جنس دارای ۲۳۸ گونه است که ٤۹ گونه آن در ایران پراکنش طبیعی دارند (۱۲ و ۱۷). شبدر قرمز با نام علمی *Trifolium pratense* L. و نام انگلیسی Red Clover گیاهی است علوفه ای از تیره بقولات یا Leguminosae، جنس Trifolium حدود ۳۰۰ گونه را شامل می شود. شبدر قرمز دارای ارقام زراعی زیادی بوده که در اروپا و سیبری پراکنده اند و دوره رشد ارقام زراعی متفاوت بوده و در بین آنها ارقام یکساله، دو ساله و چند ساله وجود دارند. در کشورهای اروپایی مانند سوئیس شبدر قرمز یکساله را شبدر مزرعه و شبدر قرمز چند ساله را شبدر مرتع می نامند. ارقام اصلاح شده شبدر قرمز به صورت دیپلوئید (۲n = ١٤) و تتراپلوئید (۲n = ۲۸) یافت می شوند. از اهداف مهم اصلاح شبدر قرمز افزایش عملکرد علوفه، عملکرد بذر، مقاومت به بیماری ها و دیر زیستی می باشد (۲۰). این گونه در دامنه وسیعی از خاکها رویش دارد و نسبت به pH بالا و پایین مقاوم است (١٤). شبدر قرمز در ایران، در دامنه های البرز و زاگرس و در استان های اردبیل، آذربایجان غربی و شرقی، گیلان، کردستان، مازندران، تهران و شاهرود از ارتفاعات ۵۰۰ تا ۲۳۰۰ متر به صورت طبیعی پراکنش دارد (١٦). پیمانی‌فرد و همکاران (۱۳۷۳) توسعه کشت شبدر قرمز را برای کشت بصورت دیم در مناطق با بارندگی بیش از ۵۰۰ میلیمتر در سال برای کشورمان توصیه کرده‌اند.

گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود تنوع برای عملکرد علوفه خشک، در ژنوتیپ های شبدر قرمز منتشر شده است (۱۹). در آزمایشی کروسیوس (۱۹۹۹) نشان دادند عملکرد علوفه شبدر قرمز به طور معنی داری بوسیله تعداد ساقه در بوته قابل پیش بینی می باشد. جعفری و همکاران (۱۳۸۳) تاثیر صفات تعداد ساقه در بوته، طول دمبرگ، تعداد گل‌آذین در بوته، دیرزیستی، طول میانگره و ارتفاع بوته را بر عملکرد علوفه شبدر قرمز معنی‌دار گزارش کردند. زمانیان (۱۳۸٦) در مقایسه پتانسیل عملکرد علوفه ارقام شبدر قرمز در کرج نشان داد که رقم ردکوین با دارا بودن ۱۵/۲۵ تن در هکتار علوفه خشک برتری نسبی از سایر ارقام را داشت. زمانیان (۱۳۸۸) در بررسی و مقایسه پتانسیل عملکرد علوفه ٦ رقم شبدر قرمز در کرج نشان داد ارتفاع بوته و سرعت رشد مجدد در چین های مختلف، واکنش های متفاوتی داشتند و رقم کلوبارا با میانگین ارتفاع ٦۰/۰۲ سانتی‌متر و سرعت رشد مجدد ۹۸/۸٦ گرم در متر مربع، بهترین رقم بود.

در اصلاح گیاهان علوفه ای علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، افزایش کیفیت علوفه نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است و به عنوان یکی از اهداف اصلی در معرفی ارقام اصلاح شده می باشد. همچنین در انواع شبدر و یونجه در اصلاح کیفیت علوفه، افزایش درصد قابلیت هضم، قندهای محلول در آب، پروتئین خام و کاهش درصد فیبر گیاه از اهمیت خاصی برخوردار هستند و بیشترین تأثیر را در افزایش فرآورده های گوشتی و لبنی دارا هستند (۲۲). مهمترین گونه های شبدر که بیشترین کشت و زراعت شبدر را در جهان دارد، گونه های شبدر قرمز (*Trifolium pratense* L.)، شبدر سفید (*T. repens* L.)، شبدر لاکی (*T. incarnatum* L.) و شبدر دورگ (*T. hybridum* L.) هستند (۲۰).

در صورتی‌که در ایران مهمترین گونه کشت مزروعی و بومی کشور با سطح زیر کشت حدود ٦٠ هزار هکتار شبدر ایرانی (T. resupinatum) می باشد (۱۰). به رغم اهمیت بالای شبدر قرمز بعنوان یک گیاه علوفه ای خوشخوراک در تولید فرآورده های دامی و تثبیت کننده خاک متاسفانه در مقایسه با سایر گونه ها مطالعات چندانی روی آن انجام نشده است. اهداف عمده در این مطالعه، عبارتند از: ۱) ارزیابی ۱۵ رقم شبدر قرمز داخلی و خارجی و تعیین ارقام برتر، از نظر عملکرد و کیفیت علوفه ۲) تعیین الگوی تنوع ژنتیکی و گروهبندی رقم ها بر اساس عملکرد و صفات زراعی و صفات کیفی با استفاده از روشهای آماری چند متغیره شامل تجزیه کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی می‌باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد انجام گردید. آزمایش با ۱۵ ژنوتیپ شبدر قرمز در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار در شرایط آبی و به مدت یکسال اجراء گردید. صفات عملکرد علوفه تر و خشک در سه چین و صفات ارتفاع بوته و صفات کیفی درصد قابلیت هضم، درصد پروتئین خام، کربوهیدراهای محلول در آب، درصد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، درصد فیبرخام و درصد خاکستر در دو چین و نسبت برگ به ساقه و سرعت رشد مجدد در یک چین اندازه گیری شد. ارتفاع بوته از ۵ نقطه اندازه گیری شد. جهت تعیین عملکرد علوفه تر از هر تیمار پس از حذف حاشیه (یک ردیف از هر طرف و نیم متر از بالا و پایین) سطح ۳ متر مربع از هر تیمار کف بر شده پس از توزین عملکرد علوفه هر تیمار مشخص گردید. از نمونه مذکور یک نمونه ۵۰۰ گرمی جهت تعیین درصد ماده خشک برداشت شده در پاکت پلاستیکی گذاشته و بلافاصله به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از توزین در آون در دمای ۷۵°C به مدت ٤٨ ساعت خشک شدند و جهت اندازه گیری صفات کیفی از تکنولوژی NIR با کالیبراسیون (۱۵) استفاده شد. در چین دوم پس از گذشت حداقل نصف زمان لازم برای هر چین (حدود ٤– ۳ هفته) از هر تیمار ارتفاع ۵ نقطه یادداشت و به عنوان سرعت رشد مجدد ثبت گردید.

تجزیه واریانس داده های دو و سه چین با استفاده از طرح کرت های خرد شده در زمان انجام شد که در آن چین ها بعنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند مقایسه میانگین ژنوتیپ ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین میانگین صفات محاسبه گردید. بین ژنوتیپ ها در تجزیه به مؤلفه های اصلی و تجزیه کلاستر به روش Ward از هر ۱۱ صفت بر روی ۱۵ ژنوتیپ استفاده گردید، دیاگرام پراکنش ژنوتیپ ها روی دو مؤلفه اصلی اول و دوم رسم گردید. جهت تجزیه واریانس از نرم افزار SAS9.3 و در ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین چین ها برای همه صفات و اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در چین نیز برای همه صفات به‌جز ارتفاع بوته و درصد خاکستر معنی دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین های عملکرد علوفه تر چین اول در ۱۵ رقم شبدر بر اساس آزمون دانکن نشان داد که ارقام چهارمحال، دفتر فنی، رنوا ، رستی و شهرکرد در گروه a قرار گرفتند و دارای حداکثر عملکرد علوفه تر بودند در چین سوم نیز رقم لیزی دارای حداکثر عملکرد علوفه تر (۵/۳۶ تن در هکتار) در خصوص عملکرد علوفه تر کل سه چین نیز ارقام چهارمحال و دفتر فنی در گروه a قرار گرفتند و دارای حداکثر عملکرد علوفه تر بودند (۵۶/۶۸ و ۵۶/۹۵ تن در هکتار) بودند.

نتایج مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک در ۱۵ رقم شبدر به تفکیک چین ها در شکل ۲ آمده است. در مقایسه بین چین ها همانطور مشاهده می شود علوفه خشک ارقام شبدر از چین اول تا چین های بعدی (دوم و سوم) کاهش محسوسی دارد. همان‌طور که در شکل شماره ۲ مشاهده می شود حدود نیمی از ماده خشک علوفه سالیانه در چین اول تولید شد، که نشان دهنده رشد بهتر ارقام در فصل بهار است. در مرحله رشد زایشی، میزان رشد گیاه به مقدار زیادی افزایش می یابد. این امر به خاطر شدت افزایش در روند تقسیم سلولی در این مرحله از رشد گیاه است (۲۱). کاهش عملکرد علوفه در چین های ۲ و ۳ ممکن است به این دلیل باشد که در فصل پاییز با کاهش فتوسنتز و دما، رشد گیاه و عملکرد علوفه کاهش می یابد (۵).

در چین اول ارقام چهارمحال و شهرکرد از نظر آماری در گروه a قرار گرفته و دارای حداکثر عملکرد علوفه خشک (۱۱/۸۹ و ۱۱/۷۹ تن در هکتار) بود. در چین دوم به جز ارقام مت کالمه و رد کوئین مابقی ارقام در گروه ab قرار گرفته اند و حداکثر عملکرد علوفه خشک مربوط به رقم مت کالمه (۷/۱۶ تن در هکتار) بود. در چین سوم نیز ارقام کرج و لایسی ارقام برتر از نظر عملکرد علوفه خشک بودند (۱/۶۵ و ۱/۵۲ تن در هکتار) بودند. جعفری و همکاران (۱۳۸۳) در ارزیابی ۹ ژنوتیپ شبدر قرمز داخلی و

خارجی در شرایط آبی کرج نتیجه گیری کردند که ژنوتیپ خارجی شماره ۳۲٤ با متوسط عملکرد علوفه خشک سالیانه ۱۰ تن در هکتار تفاوت معنی داری با سایر ارقام داشت این عملکرد از میانگین عملکرد ژنوتیپ ها در آزمایش حاضر که ۱۳ تن علوفه خشک سالیانه در هکتار است کمتر است.

جدول ۱: تجزیه مرکب چین ها برای صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	ارتفاع بوته	قابلیت هضم	پروتئین خام	کربوهیدرات های محلول	ADF	فیبر خام	خاکستر کل
رقم	١٤	٦٢/١٣**	١٠/٤٣**	٥٠/١٦	٤/٠١**	٢٤/٩٢**	٦/٥٦**	٣/٧٢*	٤/١٩**	٠/٢١
تکرار	٢	٥٩/١٧**	٧/٨١*	١٥/٢٣	٠/٠١	٣/٨١	٧/١٢**	١/٣٧	٨/١١**	٠/٨٤**
خطای ١	٢٨	٧/٠١	٢/٠٧	٣٠/٤٥	١/٣٧	٢/٢٨	١/٢٨	١/٥٢	١/٤٤	٠/١٦
چین	٢	٦٨/٥٤**	٦٣٢/٨**	١٢٨٤٢**	٤٥/١٣**	٧٠/٠٨**	٧٤/٥٥**	٤٠/٧٩**	٦/٧٠*	١/٢١**
اثر متقابل	٢٨	٣٦/٣٦**	٥/٥٩**	٧١/٩٨	٨/٣٩**	٤/٧٧*	٣/٩٧**	١٠/٧٣**	٤/٠٨**	٠/١٨
خطای آزمایش	٦٠	٥٠/٣٠	١/٢٧	٤٤/٨٥	٠/٩٦	٢/٤٧	١/٤٦	١/٩٠	١/٥٥	٠/١١

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

مقایسه میانگین سایر صفات با استفاده از آزمون دانکن بر روی میانگین دو چین انجام شد . ارتفاع بوته تفاوت معنی داری بین ژنوتیپ ها مشاهده نگردید با وجود رقم رنوا با ۵۵/۸ سانتی‌متر دارای حداکثر ارتفاع و رقک کلوبرا با ٤٦/٢ سانتی‌متر دارای حداقل ارتفاع بوته بودند (جدول۳). در خصوص صفت نسبت برگ به ساقه ارقام بوسا و شهرکرد مربوط به گروه a و دارای حداکثر نسبت برگ به ساقه (٦٢/٣٨ و ٥٣/٠٤) بودند. در رابطه با صفت رشد مجدد ارقام کلوبارا ، لایزی و رستی دارای حداکثر سرعت رشد مجدد بوده و در گروه a قرار گرفتند و ارقام بوسا، دفتر فنی، ها. آنگا نلیتا ، تولیدی کرج ، پریتنسی و ردکوئین در یک گروه آماری یکسان (b) قرار گرفته و درای کمترین سرعت رشد مجدد بودند(جدول۳).

از لحاظ درصد قابلیت هضم نتایج نشان داد که رقم مت کالمه با ۷۲/۲۸٪ در گروه a قرار گرفته و دارای بیشترین درصد قابلیت هضم می باشد و رقم تولیدی کرج به گروه b تعلق داشته و دارای حداقل درصد قابلیت هضم (٦٨٪/٩٤) می باشد سایر ارقام همگی از نظرآماری در گروه ab قرار می گیرند (جدول ۳). در مقایسه میانگین درصد پروتئین خام ارقام چهارمحال و ردکوئین به گروه a تعلق داشته و حداکثر درصد پروتئین خام (حداکثر ۳۰/۰۳ ٪) را داشتند و رقم تولیدی کرج در گروه g و دارای درصد پروتئین خام CP (۲۲/٤۹ ٪) بود. نتایج مقایسه میانگین ها درصد کربوهیدارت های محلول به روش آزمون دانکن در جدول ۳ نشان می دهد که بررسی میانگین چین ها، رقم هانگری بیشترین (۱۷٪/۲۷) و رقم رستی کمترین (۱٤٪/۲۱) مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب را شامل بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین

ADF نشان داد که تفاوت معنی داری از لحاظ این صفت مشاهده نگردید با وجود این ارقـام مت.کالمـه دارای کمترین میزان ADF (حداقل ۲۸/٦٪) بودند و رقم رنوا بیشترین مقدار را (۳۱٪/۲۳) دارا بود. رونـد تغییرات درصد فیبر خام مشابه درصد ADF بود به طوری که مت کالمه دارای کمترین حداقل مقدار فیبر خام (۲۱٪/۳٦) بودند. هانگری دارای بیشترین درصد فیبرخام بود (۲۳/٤۷)درصد بودند.

جدول۲: مقایسه میانگین چین ها برای صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵٪

چین	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	ارتفاع بوته	قابلیت هضم	پروتئین خام	کربوهیدرات های محلول	ADF	فیبر خام	خاکستر کل
چین۱	۲۸/٦٤a	۸/۷۷a	٦۱/۹٤a	۷۱/٤۹a	۲۷/٤٦a	۱٦/٥۲a	۳۰/۷۸a	۲۲/٦۷a	۸/۷۲a
چین۲	۱۳/۷٦b	٤/۸۷b	۳۸/۰٥b	۷۰/۰۷a	۲٥/۷۰b	۱٤/۷۰b	۲۹/٤٤a	۲۲/۱۲a	۸/٤۹b
چین۳	٤/۱٥c	۱/۲۷c							

–حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن است

جدول۳: مقایسه میانگین ارقام شبدر قرمز برای صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵٪

شماره	نام رقم	عملکرد علوفه تر تن/هکتار	عملکرد علوفه خشک تن/هکتار	ارتفاع بوته	درصد قابلیت هضم	درصد پروتئین خام
۱	Bosa	۳٤/۳۸d	۹/۷۸ c	٥۱/۸٦ a	۷۰/٦٦ ab	۲٤/۰۱ fg
۲	Chaharmahal	٥٦/٦۸ a	۱۸/۲۷ a	٤۹/۱۷ a	۷۱/۲۳ ab	۳۰/۰۳ a
۳	DaftareFanni	٥٦/۹٥ a	۱۲/۹۹ abc	٥۱/۳٦ a	۷۱/٥۰ ab	۲۸/۱۹ abc
٤	FAOproduct	٤۳/۹۳ bc	۱۷/٥۲ ab	٤۸/۰٦ a	۷۰/۲۷ ab	۲۷/٦۳ bcd
٥	Ha.anganalenta	۳۹/۳۷bcd	۱٤/٥۲ abc	٤۸/۸۹ a	٦۹/۸۲ ab	۲٦/۰۱def
٦	Hungrey	٤۷/٦۸ bc	۱٤/٤ abc	٥۳/۰۹a	۷۰/۲٦ ab	۲٤/٦۸ efg
۷	Karajproduct	۳۳/۱۰d	۱۳/٥۳ abc	٤۷/۷٦ a	٦۸/۹٤ b	۲۲/٤۹ g
۸	Kuluobara	۳۷/٦۳ cd	۹/۰۹ c	٤٦/۲۸ a	۷۰/۳۰ ab	۲۸/۱۷ abc
۹	Laisi	٤۹/۳۹ bc	۱٥/۷۹ abc	٥٤/۰۰ a	۷۰/۷۹ab	۲٦/۲۹ def
۱۰	Mt.Calme	٤٤/٥۲bc	۱۹/۰٥ a	٤٦/٤۱ a	۷۲/۲۸ a	۲۷/۸۹ abc
۱۱	Pretense	٤٦/٦۷ bc	۱٤/٤٦ abc	٤۷/۲٤ a	۷۱/٦۲ ab	۲٦/٦٥ cde
۱۲	RedQueen	٤٥/٦٤bc	۱۰/۷۷ bc	٤۸/۳۷a	۷۱/۰۱ ab	۲۸/٥۷ a
۱۳	Renova	٥٦/۰۲ ab	۱۷/۳٤ ab	٥٥/۸۳ a	۷۱/۰۳ ab	۲٥/۲٥ de
۱٤	Reszti	٥۲/٦۰ abc	۱۷/۹٤ ab	٤۹/٥۹ a	۷۱/٤۹ab	۲۸/۰۳ abc
۱٥	Shahrekord	٥۳/۷۲abc	۱۸/۲٤ a	٥۲/۰٦ a	۷۰/٤۰ ab	۲٤/۷۹efg

حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن است

ادامه جدول۳:

شماره	نام رقم	درصد کربوهیدراتهای محلول	درصد ADF	درصد فیبر خام	خاکستر کل	نسبت برگ به ساقه	سرعت رشد
۱	Bosa	۱۶/۹۲ abc	۳۰/۰۸ a	۲۲/۴۱ a	۸/۶۶a	۶۲/۳۸ a	۳۸/۰۰ b
۲	Chaharmahal	۱۴/۲۲ d	۲۹/۱۹ a	۲۱/۶۰ a	۸/۷۱ a	۴۵/۳۰ bc	۴۰/۰۰ ab
۳	DaftareFanni	۱۴/۵۰ cd	۳۰/۴۲ a	۲۲/۳۲ a	۸/۶۷ a	۴۴/۴۹ bc	۳۲/۷۸ b
۴	FAOproduct	۱۵/۳۴ bcd	۳۰/۲۸ a	۲۱/۷۸ a	۸/۹۴ a	۳۸/۹۶ c	۳۹/۴۴ ab
۵	Ha.anganalenta	۱۷/۲۵ ab	۳۰/۵۲ a	۲۲/۲۴ a	۸/۵۰ a	۴۵/۳۵ bc	۳۲/۷۸ b
۶	Hungrey	۱۷/۲۷ a	۳۰/۲۳ a	۲۳/۴۷ a	۸/۱۹ a	۴۲/۸۴ bc	۴۰/۰۰ ab
۷	Karajproduct	۱۶/۴۷ bcd	۳۱/۲۰ a	۲۴/۱۱ a	۸/۵۱ a	۳۴/۸۱ c	۳۲/۷۸ b
۸	Kuluobara	۱۵/۵۷ bcd	۳۰/۴۸ a	۲۲/۲۱ a	۸/۴۵ a	۵۱/۴۶ ab	۴۲/۰۰ a
۹	Laisi	۱۵/۵۹ bcd	۲۹/۵۳ a	۲۱/۴۷ a	۸/۵۳ a	۴۳/۸۱ bc	۴۲/۷۸ a
۱۰	Mt.Calme	۱۵/۶۲ bcd	۲۸/۶۴ a	۲۱/۳۶ a	۸/۶۶ a	۳۵/۳۲ c	۴۱/۱۱ ab
۱۱	Pretense	۱۶/۳۸ bcd	۲۹/۴۷ a	۲۱/۵۵ a	۸/۴۹ a	۴۲/۱۸ bc	۳۵/۰۰ b
۱۲	RedQueen	۱۵/۰۰ bcd	۲۹/۱۴ a	۲۲/۱۳ a	۸/۴۸ a	۴۶/۲۸ bc	۳۲/۷۸ b
۱۳	Renova	۱۵/۱۷ bcd	۳۱/۲۳ a	۲۳/۴۶ a	۸/۷۷ a	۴۹/۵۱ ab	۳۹/۸۰ ab
۱۴	Reszti	۱۴/۲۱ d	۳۰/۱۱ a	۲۳/۲۵ a	۸/۶۷ a	۳۵/۱۳ c	۴۵/۵۶ a
۱۵	Shahrekord	۱۴/۵۹ bcd	۳۱/۱۶ a	۲۲/۵۶ a	۸/۸۶ a	۵۳/۰۴ a	۴۰/۴۹ ab

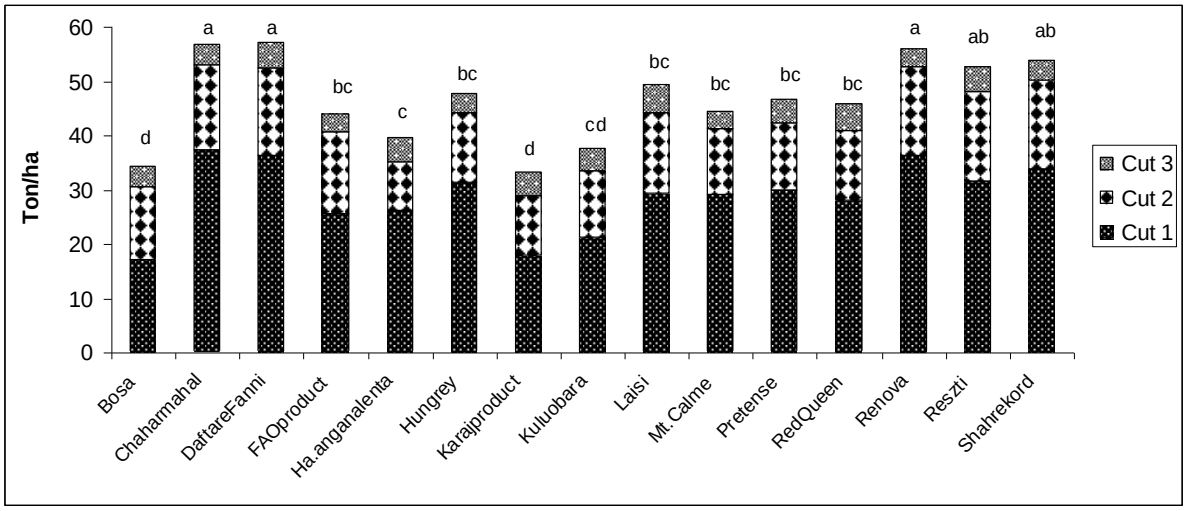
-حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن است.

نتایج مقایسه میانگین درصد خاکستر کل (جدول ۳) نشان داد که کلیه ۱۵ رقم از نظر آماری در خصوص درصد خاکستر کل (ASH٪) در یک گروه یکسان (a) قرار گرفتند. در مجموع در مقایسه میانگین ها به روش دانکن مشخص شد که ارقام چهار محال، رنوا، شهر کرد و رستی با دامنه بین ۵۲ الی ۵۶ تن علوفه تر و دامنه ۱۷/۳ الی ۱۸/۳ تن علوفه خشک در هکتار در مجموع سه چین بیشترین عملکرد علوفه در هکتار داشتند. در بین آنها رنوا و شهر کرد بیشترین ارتفاع و نسبت برگ به ساقه را داشتند. در حالی که رقم چهار محال از نظر صفات کیفی قابلیت هضم پروتئین خام خاکستر کل دارای میانگین بیشتر و از لحاظ درصدADF و درصد فیبرخام دارای میانگین کمتری بود و به‌عبارت دیگر هم عملکرد و هم کیفیت علوفه بیشتری داشت. در مقایسه بین میانگین چین ها بیشترین و کمتری عملکرد علوفه به ترتیب در چین های ۱ و ۳ به‌دست آمد.

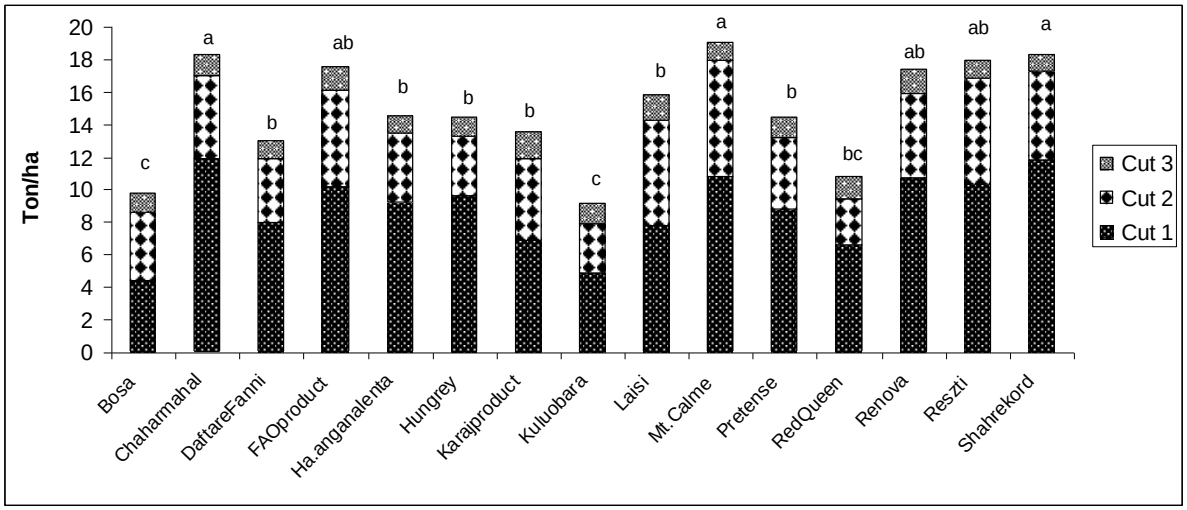
همبستگی بین صفات مورد بررسی

همبستگی یکی از پارامترهای آماری مهم جهت بررسی ارتباط بین صفات می باشد. شناخت رابطه بین عملکرد و کیفیت علوفه برای موفقیت در برنامه های گزینشی اهمیت زیادی دارد. موفقیت در اصلاح و

تولید ارقام پر محصول و با کیفیت بیشتر، به تشخیص کنترل ژنتیکی عملکرد علوفه و ارتباط آن با سایر صفات مورفولوژیکی و کیفیت علوفه بستگی دارد. نتایج تجزیه همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد علوفه با ارتفاع بوته و درصد قابلیت هضم همبستگی مثبت و با نسبت برگ به ساقه و کربوهیدرات‌های محلول در اب همبستگی منفی و معنی داشت. ضریب همبستگی بین قابلیت هضم با درصد پروتئین خام مثبت و معنی دار و هر دو صفت با درصد کربوهیدرات‌های محلول، فیبر خام و ADF همبستگی منفی و معنی دار داشتند. بیشتر منابع منتشر شده همبستگی منفی بین صفات کیفی و عملکرد ماده خشک را نشان می دهند.



شکل۱- مقایسه میانگین مجموع عملکرد علوفه تر سالیانه در ۱۵ رقم شبدر قرمز در شرایط آبی بروجرد



شکل۲- مقایسه میانگین مجموع عملکرد علوفه خشک سالیانه در ۱۵ رقم شبدر قرمز در شرایط آبی بروجرد

در آزمایشی که جعفری و گودرزی (۱۳۸۵) بر روی یونجه انجام دادند همبستگی بین قابلیت هضم و صفات تاریخ گل دهی، شادابی، تعداد ساقه، ارتفاع بوته و نسبت برگ به ساقه را منفی بدست آوردند که این نتایج در خصوص ارتفاع بوته و نسبت برگ به ساقه با نتایج تحقیق حاضر کاملاً مطابقت دارد. در این تحقیق همبستگی بین عملکرد علوفه خشک با درصد پروتئین خام و درصد خاکستر منفی و با فیبر خام مثبت و معنی دار بود. ارتفاع گیاه با عملکرد علوفه و تعداد ساقه در گیاه یونجه همبستگی مثبت دارد که نشان دهنده این است که با افزایش ارتفاع بوته، عملکرد علوفه نیز افزایش می یابد (۳) که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر کاملاً مطابقت دارد.

جدول ٤: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورفولوژی و صفات کیفی در جمعیت های شبدر

نام صفات	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	ارتفاع بوته	نسبت برگ به ساقه	سرعت رشد مجدد	قابلیت هضم	پروتئین خام	کربوهیدرات های محلول در آب	فیبر نامحلول در اسید	درصد فیبر خام
عملکرد علوفه خشک	۰/۵۸*									
ارتفاع بوته	۰/٤۹*	۰/۱۵								
نسبت برگ به ساقه	-۰/۰۵	-۰/٤۹*	۰/٤۰							
سرعت رشد مجدد	۰/۳۷	۰/٤۲	۰/۲٤	-۰/۰۳						
قابلیت هضم	۰/٦۱*	۰/۳۱	-۰/۰۱	-۰/۰۹	۰/۳۳					
پروتئین خام	۰/٤۵	/۱۵	-۰/۷	-۰/۱۷	۰/۲۵	۰/٦٤**				
کربوهیدراتهای محلول	-۰/۷**	-۰/٤۰	-۰/۳	۰/۱۰	-۰/٤۱	-۰/۵۱*	-۰/٦۳**			
فیبر نامحلول در اسید	-۰/۱۱	-۰/۰٦	۰/۳۳	۰/۲۰	-۰/۰۸	-۰/٦٤**	-۰/٦۳**	۰/۱۱		
درصد فیبر خام	-۰/۰٤	-۰/۰۹	۰/٤۰	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/٤٤	-۰/۵۸*	۰/۱٤	۰/۷۲**	
درصد خاکسترکل	۰/٤۰	۰/۵۷*	۰/۱٦	۰/۰۹	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۱٤	-۰/۵۹*	۰/۲۰	-۰/۱۳

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

تجزیه به مؤلفه های اصلی صفات مورد مطالعه در ارقام شبدر (PCA)

نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) برای ۱۵ ژنوتیپ شبدر در ۱۱ صفت مورد مطالعه نشان داد که ۳ مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۲٪ تغییرات کل را توجیه می نمایند. در مولفه اول صفات عملکرد علوفه تر با درصد قابلیت هضم، درصد پروتئین خام و کربوهیدرات های محلول در اب بیشترین تغییرات را توجیه نمودند. در مولفه دوم ارتفاع بوته، درصد فیبر نامحلول در اسید، درصد فیبر خام و درصد خاکسترکل دارای ضرایب برداری ویژه بیشتری بودند و در مولفه سوم عملکرد علوفه خشک با نسبت برگ به ساقه رابطه منفی باهم داشتند (جدول۵).

جدول ۵: نتایج تجزیه به مولفه های اصلی برای ۱۱ صفت مورد مطالعه در جمعیت های شبدر ایرانی

نام صفات	مولفه۱	مولفه۲	مولفه۳
عملکرد علوفه تر (تن/هکتار)	۰/۳۸	-۰/۲۹	۰/۱۱
درصد قابلیت هضم	۰/٤۱	۰/۱۱	۰/۲۰
درصد پروتئین خام	۰/٤۰	۰/۲٦	۰/۱۰
کربوهیدراتهای محلول در اب	-۰/٤۰	۰/۱۷	-۰/۰۱
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	-۰/۰۲	-۰/٤۸	۰/۳۵
فیبر نامحلول در اسید	-۰/۲۷	-۰/٤٤	-۰/۱۳
درصد فیبر خام	-۰/۲۵	-۰/۳۹	-۰/۱۷
درصد خاکسترکل	۰/۲۵	-۰/۳۲	-۰/۰٦
نسبت برگ به ساقه	-۰/۱۲	-۰/۱۳	۰/۷۵
عملکرد علوفه خشک تن/هکتار	۰/۳۱	-۰/۲۵	-۰/٤۵
سرعت رشد مجدد	۰/۲٦	-۰/۲۲	۰/۰۱
مقادیر ویژه	۳/۹٦	۲/۵٤	۱/۳۷
درصد واریانس نسبی	۰/۳٦	۰/۲۳	۰/۱۳
درصد واریانس تجمعی	۰/۳٦	۰/۵۹	۰/۷۲

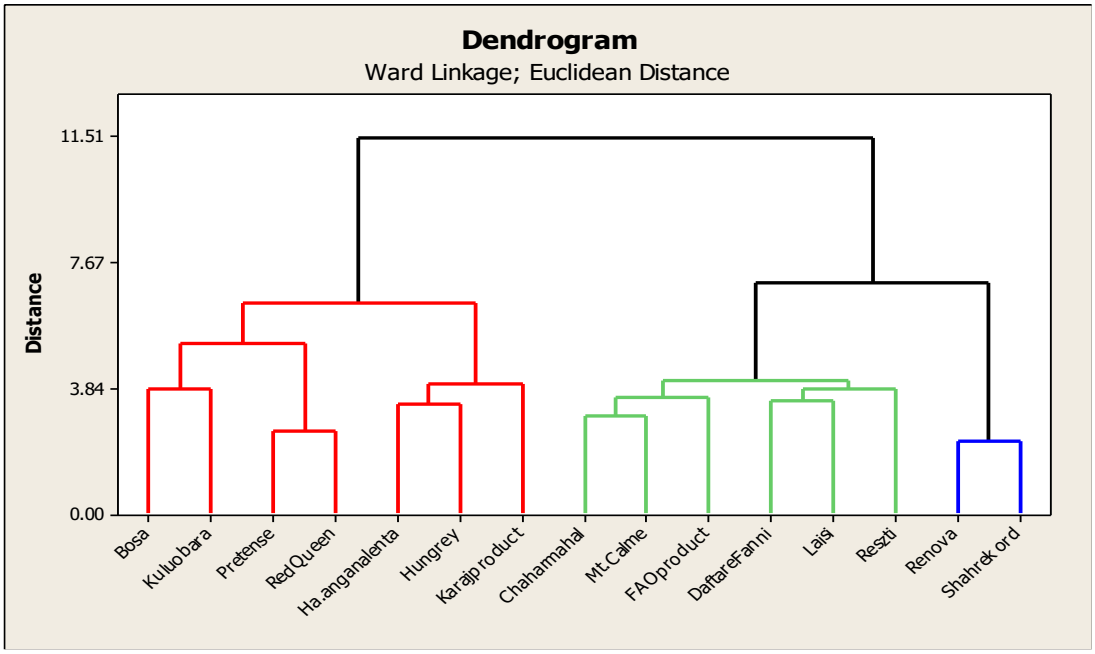
تجزیه کلاستر

در تجزیه کلاستر به روش وارد (Ward) ۱۵ ژنوتیپ شبدر قرمز از نظر ۱۱ صفت مورد مطالعه در ۳ کلاستر قرار گرفتند. جمعیت های شهر کرد و رنوا در کلاستر۳ قرار گرفتند که دارای عملکرد علوفه بیشتری بودند ولی از لحاظ صفات درصد قابلیت هضم، درصد پروتئین خام و کربوهیدراتهای محلول در آب درحد متوسط بودند. در مقابل جمعیت های کلاستر۲ دارای عملکرد علوفه متوسط ولی کیفیت بهتری بودند. جمعیت های کلاستر۱ از لحاظ صفات کمی و کیفی دارای ارزش کمتری بودند. با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ های کلاستر ۱ و ۳ از تلاقی ژنوتیپ های این دو کلاستر جهت استفاده از حداکثر هتروزیس برای عملکرد علوفه و سایر صفات کمی و کیفی می توان استفاده نمود.

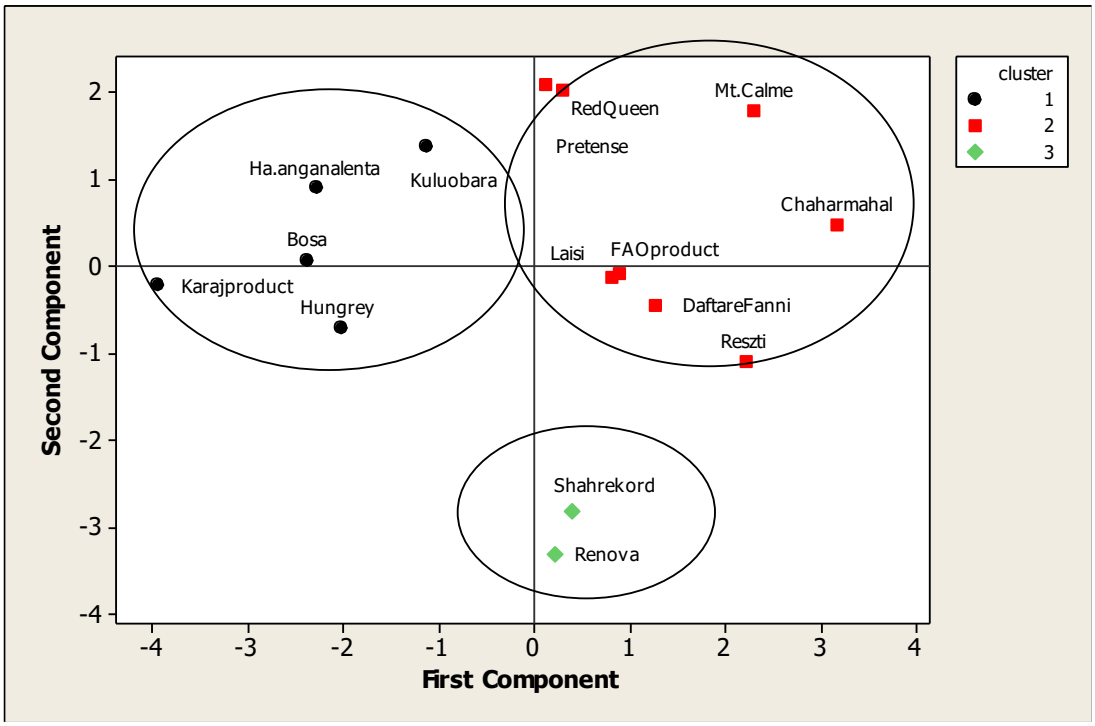
جدول ٦: مقایسه میانگین صفات در ۳ کلاستر حاصل از تجزیه ۱۵ رقم شبدر قرمز در شرایط آبی

نام صفات	کلاستر ۱	کلاستر ۲	کلاستر ۳
عملکرد علوفه تر (تن/هکتار)	۳۸/٤۳ b	٤۹/٥٤ a	٥٤/۸۷a
عملکرد علوفه خشک تن/هکتار	۱۲/۲٦a	۱٥/۸٤a	۱۷/۷۹a
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	٤۹/٥۷a	٤۹/۲۷a	٥۳/۹٤a
درصد قابلیت هضم	۷۰/۰۱ b	۷۱/۲۷ a	۷۰/۷۱ ab
درصد پروتئین خام	۲٥/۰۷ b	۲۷/۹۱ a	۲٥/۰۲ b
کربوهیدراتهای محلول در اب	۱٦/٦۹ a	۱٥/۱۱ b	۱٤/۸۸b
فیبرنامحلول در اسیدADF	۳۰/٥۲ a	۲۹/٥۹ b	۳۱/۱۹ a
درصد فیبر خام	۲۲/۸۸a	۲۱/۹۳a	۲۳/۰۱a
درصد خاکسترکل	۸/٤٦ b	۸/٦٤ ab	۸/۸۱ a
نسبت برگ به ساقه	٤۷/۳٦a	٤۱/٤۳a	٥۱/۲۷a
سرعت رشد مجدد	۳۷/۱۱a	۳۸/٦۸a	٤۰/۱٤a

میانگین کلاسترها (ردیف) که دارای حروف مشابهی هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش Ward بروی ۱۵جمعیت شبدر براساس عملکرد و کیفیت علوفه



شکل ٤- دیاگرام بای پلات پراکنش سه کلاستر بر اساس دو مؤلفه اصلی اول روی ۱۵ جمعیت شبدر براساس عملکرد و کیفیت علوفه

منابع

۱- **پیمانی فرد، ب.، ملک پور، ب. و فائزی پور، م. ۱۳۷۳.** معرفی گیاهان مهم مرتعی و راهنمای کشت آنها برای مناطق مختلف ایران. نشریه شماره ٢٤ موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران. ایران.

۲- **جعفری، ع. و گودرزی، ا. ۱۳۸۵.** بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین عملکرد، کیفیت و صفات زراعی در ۷۲ جمعیت یونجه چندساله. مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره ١٤(٤):٢٢٩-٢١٥.

۳- **جعفری، ع.، نصرتی نیگجه، م. و حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۲.** بررسی عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی و صفات کیفی در ۱۸ رقم یونجه زراعی Medicago sativa در شرایط مطلوب و تنش خشکی. مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره ۱۱ : ٦٣-١٠٣

٤- **جعفری، ع.، ضیائی نسب، م.، حسام زاده، م. و مداح عارفی، ح. ۱۳۸۳.** ارزیابی تنوع ژنتیکی عملکرد علوفه و بذر در جمعیت‌های شبدر قرمز Trifolium pratense با استفاده از تجزیه روش‌های آماری چند متغیره، مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره **۱۲**: ۱۰۸-۹۱.

٥- **جعفری، ع.، مداح عارفی، ح. و عبدی، ن. ۱۳۷۹.** ارزیابی مقدماتی و بررسی اثرات زمان رسیدن و سطوح پلوئیدی روی تولید علوفه در ۲۹ ژنوتیپ چچم دائمی Lolium perenne. مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره ٥ : ١٥٧-١٢٣.

٦- **رستگار، م. ع. ۱۳۸٤.** زراعت نباتات علوفه ای. انتشارات نوپردازان ص ۱-۲۵۷.

۷- **رضوانفر ا. و شفیعی، ف. ۱۳۸٤ .** بررسی نقش و کارکردهای ترویج کشاورزی در توسعه کشت نباتات علوف های در پارادایم نوین. چکیده مقالات اولین همایش ملی گیاهان علوفه ای کشور. ۱۸ تا ۲۰ مرداد ماه، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۸- **زمانیان، م .۱۳۸٦.** بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی علوفه لاین های شبدر ایرانی مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. **شماره ۷۵**، ص ۱-۷.

۹- **زمانیان، م .۱۳۸۸.** بررسی و مقایسه پتانسیل عملکرد علوفه ارقام شبدر قرمز. مجله به نژادی نهال و بذر **شماره ۲۵** ص۹۵-۱۰۸.

۱۰- **عباسی، م. ۱۳۸۸.** تنوع ژنتیکی ذخایر توارثی شبدر در بانک ژن گیاهی ملی ایران با تاکید بر صفات زراعی دو فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران شماره ۳۳ ص ۷۰

۱۱- **کافی قاسمی، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۸۲.** مدیریت گیاهان علوفه ای. انتشارات دانش پذیر.

۱۲- **مظفریان، و. ۱۳۷۵.** فرهنگ گیاهان ایران، انتشارات فرهنگ معاصر.

13- Crusius, A. F., Paim, N. R., Agnol, M. D. and Castro, S. M. de J. 1999. Variability evaluation of the agronomic characters in a red clover population. Pesquisa Agropecuaria Gaucha. 5: 293-301.

14- Duke, J.A., 1983. Trifolium pratense L. Handbook of Legumes crops. Plenum, New York, USA.

15- Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. and Walsh, E. K. 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish journal of agricultural and food research 42: 293-299.

16- Moussavi, M. 1979. List of plants of Evin Herbarium, Family: Leguminosae (Genus:Trifolium). Iranian agricultural and natural resource organization, Plant pest and disease research institute, Publication Tehran, Iran. No. 14, pages, 50.

17- Rechinger, K. H. 1984. Flora Iranic. No: 157, 73-79.

18- Taylor, N. L. and Smith, R. R. 1979. Red Clover Breeding and Genetics. In Advances in Agronomy, Academic Press 31:125-154. USA.

19- Taylor, N. L. and Smith, R. R. 1995. Red clover. In: "Forages" (Eds. Barnes, R. F., Miller, D. A., and Nelson, C. J.), Iowa State University Press, Iowa, USA.

20- Taylor, N. L. 1990. The true clovers. p. 177-182. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, USA.

21- Wilkins, P.W. 1991. Breeding perennial ryegrass for agriculture. Euphytica 52: 201-214.

22-Wheeler, J. L. and Corbett, J. L. 1989. Criteria for breeding forages of improved feeding value: Results of a Delphi survey. Grass and Forage Science 44: 77-83.