علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هشتم/ شماره اول/ ۱۴۰۰ (۴۴ - ۲۹)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2021.5201

بررسی اثرات دگرآسیبی بقایای کینوا بر جوانه‌زنی و صفات مورفوفیزیولوژیک گندم

نسیم امرایی[۱]، علی منصوری[۲]، حشمت امیدی[۳*]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۳

چکیده

گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی در جهان است و نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی دارد. بر این اساس که گندم پس از کینوا کاشته می‌شود، بیم آن می‌رود که وجود بقایای کینوا در کشت گندم باعث بروز اثرات منفی آللوپاتیک شود. به‌منظور بررسی اثر عصاره آبی بقایای گیاه کینوا بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گندم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در آزمایشگاه فناوری بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل نوع اندام (گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه) و غلظت عصاره آبی گیاه کینوا (صفر، ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بود. در این آزمایش صفات درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، محتوای نسبی آب، فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، محتوای قند محلول، فنل کل و پرولین گیاهچه گندم مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد غلظت‌های پایین عصاره اندام‌های کینوا (۵ و ۲۵ درصد) نه‌تنها اثرات منفی بر صفات درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک و محتوای نسبی آب گندم نداشتند، حتی این صفات را بهبود بخشیدند. غلظت‌های بالای عصاره اثرات منفی بر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه داشتند. در این بین اثرات منفی عصاره‌های برگ و گل‌آذین به‌مراتب بیش‌تر از اثرات عصاره‌های ساقه و ریشه بود. عصاره‌های اندام‌های مختلف کینوا باعث کاهش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز و افزایش میزان قند محلول، فنل کل و اسیدآمینه پرولین در گیاهچه گندم شد.

واژه‌های کلیدی: آلفاآمیلاز، آللوپاتی، پرولین، جوانه‌زنی، قند محلول

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران n.amraie96@gmail.com
۲- دانشجوی دکتری تخصصی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران a.mansouri360@gmail.com
۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران omidi@shahed.ac.ir
*نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir

مقدمه

با توجه به رشد جمعیت کشور و جهان و کمبود کنونی غذا در سطح دنیا، بررسی تمامی راهکارهایی که سبب افزایش تولید و استفاده بهینه از گندم تولیدشده می‌گردد، از موضوعات مهم و قابل‌توجه می‌باشد (Ghorbani *et al.,* 2009; FAO, 2013).

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* willd از خانواده Chenopodiaceae گیاهی با خواص ارزشمند است (FAO, 2013). این گیاه به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ایی قدرتمند در مقابل تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری مقاوم می‌باشد (Gangopadhyay *et al.,* 2002). کینوا از نظر تغذیه‌ایی بسیار غنی است و تنها ماده گیاهی است که تمام آمینواسیدهای مورد نیاز بدن را در خود دارد. بذر کینوا دارای حدود ۱۶ تا ۲۲ درصد پروتئین است و تعادل مناسب آمینواسیدهای آن مشابه با آمینواسیدهای ضروری موجود در شیر است (Bhargava *et al.,* 2006). ترکیب اسیدهای چرب موجود در دانه کینوا به‌طور عمده از اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل شده که اثرات مثبت تغذیه‌ایی دارند و از بروز بیماری‌های قلبی-عروقی جلوگیری می‌کنند و سبب تقویت سیستم ایمنی می‌شوند (Abugoch and James, 2009). کشت و کار کینوا در سال‌های اخیر در ایران نیز آغاز شده است و با توجه خواص اکولوژیک گیاه کینوا این‌گونه برآورد می‌شود که بهترین زمان برای کاشت کینوا در مناطق مختلف ایران، اواخر تیرماه تا اواخر مهرماه می‌باشد. با توجه به طول دوره رشد ۹۰ تا ۱۲۰ روزه ارقام مختلف کینوا (Sepahvand and Sheykh, 2012)، زمان رسیدگی و برداشت آن مصادف با زمان آماده‌سازی زمین برای کاشت گندم می‌باشد. بر همین اساس بیم آن می‌رود که بقایای به‌جامانده از کشت کینوا بر جوانه‌زنی و رشد گیاه گندم اثرات آللوپاتیک منفی داشته باشد.

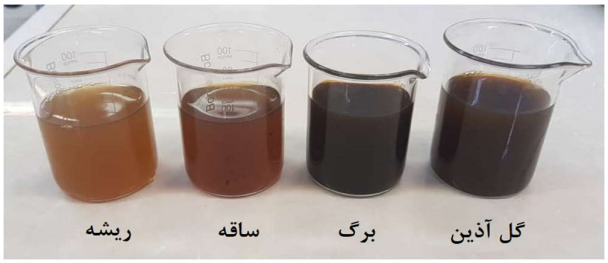
آللوپاتی به‌عنوان اثرات مستقیم یا غیرمستقیم مثبت یا منفی یک گیاه بر گیاه دیگر از طریق آزادسازی مواد شیمیایی تعریف شده است (Ren Sen *et al.,* 2001). این مواد شیمیایی به‌طور عمده متابولیت‌های ثانویه هستند که اثرات آن‌ها بر رشد و نمو و سیستم دفاعی گیاه ثابت شده است. مولکول‌های شیمیایی از گیاه در حال رشد یا از بقایای آن تولیدشده و به‌صورت مستقیم یا پس از تغییراتی وارد محیط می‌شوند و می‌توانند باعث توسعه همان‌گونه یا بروز نتایج مثبت و منفی بر سایر جانداران شوند (Vyvyan, 2002; Machado, 2007; RashedMohasel *et al.,* 2009). البته باید گفت که روابط آللوپاتی فقط مختص به گیاهان نبوده و می‌تواند شامل روابط گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها نیز باشد (Farooq *et al.,* 2008) مواد آللوپاتیک می‌توانند باعث کاهش جذب آب و مواد معدنی، کاهش جوانه‌زنی، رشد، وزن خشک گیاهچه، رنگیزه‌ها، کربوهیدرات‌ها و پروتئین-ها، ایجاد تنش‌های اکسیداتیو و جلوگیری و تغییر عملکرد آنزیم‌ها شوند (Regiosa and Pedrol, 2000; Pedrol *et al.,* 2006; Farhoudi and Lee, 2013; Lorenzo *et al.,* 2011). یکی از مهم‌ترین مواد آللوپاتیک موجود در گیاهان فنل‌ها می‌باشند. فنل‌ها توکسین‌های گیاهی هستند که باعث ایجاد اثرات آللوپاتیک می‌شوند (Nabeel *et al.,* 2006). تحقیقات نشان می‌دهد که محتوای مواد فنلی در قسمت‌های مختلف کینوا بسیار بالاست (۷۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم) که می‌تواند اثرات آللوپاتیک داشته باشد (Alvarez-Jubete *et al.,* 2010). از ترکیبات فنلی به‌عنوان ماده جلوگیری‌کننده از جوانه‌زنی، رشد اندام هوایی یا طویل‌شدن ریشه گیاهچه یاد شده است (Ameri *et al.,* 2012). همچنین اثرات سمی ترکیبات فنلی روی رشد ریشه و هیپوکوتیل یونجه و یولاف مشاهده شده است (Chon *et al.,* 2005) گزارش‌شده که عصاره بقایای کینوا باعث کاهش جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه تاج‌خروس شد (Hosseini Cici, 2019). اثرات دگرآسیبی عصاره علف‌های هرز تاج‌خروس، سلمه، پنجه‌مرغی، اویارسلام، تاج‌ریزی سیاه و تاتوره بر روی همیشه‌بهار معنی‌دار بود (Ameri *et al.,* 2012). اثرات منفی گیاهان پوپولار (Sharma *et al.,* 2000)، گاوپنبه، سلمه‌تره، تاج‌خروس، داتوره، ترشک و لباشیر بر گندم مشخص‌شده است (Beres and Kazinczi, 2000). عصاره اندام‌های گیاه تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) می‌تواند تنفس، سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت جذب خالص (NAR)، وزن تر ریشه، تثبیت نیتروژن در گره‌ها، محتوای کلروفیل و تولید زیست‌توده در سویا را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش دهد (Chaniago *et al.,* 2006). همچنین گزارش‌شده که عصاره این گیاه تأثیر منفی بر جوانه‌زنی گندم، جو، ذرت، سویا، آفتابگردان، چغندرقند،

کلزا، کاهو و سورگوم دارد (Costea *et al.*, 2003). مشاهده شده که وجود باقیمانده‌های تاج‌خروس، عملکرد گلرنگ را از ۱۶ تا ۲۰ درصد در سال‌های بعد کاهش داد (Williams *et al.*, 2005). عصاره اندام‌های گیاه سلمک (*Chenopodium album*) نیز باعث کاهش جوانه‌زنی چغندرقند، ذرت، سویا و گندم می‌شود (Szarnyas *et al.*, 2000).

وجود اثرات دگرآسیبی در بقایا و عصاره‌های بسیاری از گونه‌های علف هرز و برخی از گیاهان زراعی محرز گردیده که می‌توانند از جوانه‌زنی و رشد سایر گونه‌ها جلوگیری نموده و یا در فرایندهای رشد و نمو گیاه مداخله نمایند و موجب کاهش عملکرد محصول گردند. برای تعیین فعالیت دگرآسیبی گیاهان از سنجش‌های زیستی متعددی از قبیل رویش دانه، بلندشدن ریشه‌چه و رشد گیاهچه استفاده می‌شود (Mohammadkhani and Zademobarak, 2017). از آن‌جا که کینوا قبل از گندم کاشته می‌شود و در زمان کاشت گندم بقایای کینوا در زمین وجود دارند، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر عصاره آبی بقایای کینوا بر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گندم اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی، در چهار تکرار اجرا شد. عامل اول شامل اندام‌های مختلف گیاه کینوا، رقم Giza1 (گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه) و عامل دوم شامل ۶ سطح غلظت عصاره آبی اندام‌های مختلف (صفر، ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بود.



شکل ۱- عصاره‌های تهیه‌شده از اندام‌های مختلف گیاه کینوا (غلظت ۱۰۰ درصد)
Figure 1. Extracts from different organs of Quinoa (100% concentration)

جدول ۱- اسیدیته و شوری محلول‌های تهیه‌شده (غلظت ۱۰۰ درصد)
Table 1. Acidity and salinity of prepared solutions (100% concentration)

	شاهد	گل‌آذین	برگ	ساقه	ریشه
	Control	Inflorescence	Leaf	Shoot	Root
pH	7.4	5.1	5.9	6.7	7.1
EC (µs/cm)	42	660	1060	650	322

جهت تهیه عصاره آبی، اندام‌های مختلف گیاه کینوا در مرحله رسیدگی برداشت از مزرعه جمع‌آوری‌شده و در سایه و دمای اتاق به‌مدت ۷۲ ساعت به‌طور کامل خشک شدند. پس از آن، اندام‌های مختلف توسط آسیاب پودر شدند. سپس از پودر هر اندام مقدار ۲۰۰ گرم توزین شده و در یک لیتر آب مقطر خیسانده شد. مخلوط به‌دست‌آمده به‌مدت ۲۴ ساعت در روشنایی و سپس ۲۴ ساعت در تاریکی بر روی شیکر قرار گرفت. پس از آن مخلوط دو بار از کاغذ صافی عبور داده شده و به‌عنوان عصاره با غلظت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد و سایر غلظت‌های موردنیاز آن تهیه گردید (شکل ۱). پس از تهیه محلول‌ها، pH و EC آن‌ها اندازه‌گیری شده (جدول ۱) و تا پایان آزمایش در دمای ۴ درجه و در شرایط تاریکی نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گندم تحت اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف کینوا، تعداد ۱۰۰ عدد بذر، پس از ضدعفونی توسط هیپوکلرید سدیم، بر روی محیط کشت کاغذ واتمن شماره ۱ در پتری‌دیش قرار گرفت. به هر پتری‌دیش میزان ۱۰ میلی‌لیتر عصاره تهیه‌شده اضافه شد. به‌منظور کاهش تبخیر آب، درب پتری‌ها با پارافیلم بسته شد. پتری‌ها به ژرمیناتور با دمای ۲۲±۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انتقال داده شدند. شمارش بذور جوانه‌زده از روز دوم شروع شده و بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که ریشه‌چه آن‌ها حداقل دو

میلی‌متر از پوسته خارج‌شده بود (ISTA, 2013). پس از ۱۰ روز درصد جوانه‌زنی بذور از طریق رابطه یک محاسبه شد (Ikic *et al.*, 2012).

$$GP=(\frac{nG}{N})\times100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه GP= درصد جوانه‌زنی، n= تعداد بذر جوانه‌زده و N= تعداد کل بذور می‌باشد. پس از پایان دوره جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه توسط خط‌کش اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد وزن‌تر گیاهچه و پس از آن وزن آماس گیاهچه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن آماس، گیاهچه‌های گندم به‌مدت ۶ ساعت در آب دیونیزه شده با دمای ۳۰ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند (Omidi *et al.*, 2014). پس از خشک‌کردن آب سطحی وزن آماس با ترازو دقیق اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، گیاهچه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار گرفته و سپس با ترازو دقیق توزین شدند (Paraver *et al.*, 2015). جهت محاسبه محتوای نسبی آب از رابطه ۲ استفاده شد (Omidi *et al.*, 2014).

$$RWC=\frac{Fw-D}{Sw-Dw}\times100 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه RWC، محتوای نسبی آب، Fw، وزن تازه گیاهچه، Dw، وزن خشک گیاهچه، Sw، وزن آماس گیاهچه

به‌منظور بررسی فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، به تعداد کافی بذر گندم به‌مدت ۲۴ ساعت در غلظت‌های مختلف عصاره‌های تهیه قرار گرفته تا عمل آبنوشی انجام شود. سپس به‌میزان ۰/۵ گرم بذر به‌همراه ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات (۰/۲ مولار با اسیدیته ۷/۲) در هاون چینی در یخ خرد شد. مخلوط به‌دست‌آمده به‌مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس محلول صاف شده رویی جدا شده و تا پایان آزمایش در دمای ۸۰- سلسیوس نگهداری شد. جهت اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، ۲۰۰ میکرولیتر عصاره بذری با ۸۰۰ میکرولیتر محلول نشاسته ۱ درصد مخلوط شده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار گرفت. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس ۴۰۰ میکرولیتر معرف دی‌نیتروسالیسیلیک‌اسید به محلول اضافه شده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام بن ماری قرار گرفت. محلول پس از سردشدن با اضافه‌کردن ۱۴۰۰ میکرولیتر آب مقطر رقیق‌شده و میزان جذب آن در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد (Dehghanpour *et al.*, 2013).

برای سنجش قندهای محلول، ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره الکلی (برای تهیه عصاره الکلی ۰/۵ گرم پودر خشک گیاه را در ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به‌مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد) با ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردید. سپس این محلول به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت تا واکنش انجام و رنگی شود. پس از سانترفیوژ میزان جذب آن در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت شد و مقدار قندهای محلول بر اساس استاندارد گلوکز محاسبه شد (Eshligle, 1986).

جهت اندازه‌گیری محتوای پرولین، ۰/۵ گرم بافت برگی به‌همراه ۱۰ میلی‌لیتر سالفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد به‌خوبی ساییده شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. فاز بالایی جدا شده و به آن ۲ میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در بن‌ماری قرار داده شدند و سپس برای چند دقیقه در حمام یخ قرار گرفته تا خنک شوند. پس از آن، ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله آزمایش اضافه کرده و ۱۵ تا ۲۰ ثانیه ورتکس شدند تا دو فاز تشکیل گردد. میزان جذب فاز بالایی در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Bates *et al.*, 1973).

برای اندازه‌گیری محتوای کل فنل از روش فولین سیکالتو (Ordoñez *et al.*, 2006) با کمی تغییر استفاده شد. به این منظور ۰/۵ گرم بافت گیاهی در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد کاملاً ساییده شد. مخلوط حاضر به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره به‌دست‌آمده با ۷ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیکالتو ۱۰ درصد مخلوط شد. پس از ۵ دقیقه ۴ میلی‌لیتر کربنات سدیم یک مولار اضافه شد. پس از ۲ ساعت انکوباسیون در دمای اتاق، میزان جذب نوری در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴، مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با

آزمون دانکن (Duncan) در سطح احتمال ۵ درصد و همبستگی از طریق آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

اثر نوع اندام، غلظت عصاره و اثر متقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی بذور گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با کاربرد عصاره ریشه به محیط کشت بذور گندم ابتدا تا غلظت ۲۵ درصد، میزان جوانه‌زنی افزایش یافت (۴ درصد) (شکل ۲)، اما با افزایش غلظت عصاره اندام‌های مختلف نسبت به شاهد درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. بیش‌ترین میزان کاهش درصد جوانه‌زنی با کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد گل‌آذین به‌دست آمد. این عصاره باعث کاهش ۸۰/۷۵ درصد میزان جوانه‌زنی شد. اثر منفی عصاره‌های گل‌آذین و برگ نسبت به ریشه و ساقه بسیار شدیدتر بود. حسینی سیسی (Hosseini Cici, 2019) گزارش کرد که عصاره آبی کینوا باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذور تاج‌خروس شد. همچنین گزارش‌شده که عصاره گیاه تاج‌خروس باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذور گندم شد (Costea *et al.,* 2003).

مواد آللوپاتیک می‌توانند اثرات مثبت یا منفی داشته باشند. اما غلظت‌های بالای آن‌ها همواره اثرات منفی دارند (Weston, 1996). البته با توجه به شوری غلظت‌های بالای عصاره، این اثرات می‌تواند ناشی از ایجاد تنش شوری نیز باشد. توقف یا کاهش جوانه‌زنی می‌تواند به خاطر اثر منفی مواد آللوپاتیک بر آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی مانند آلفاآمیلاز باشد (El-Khatib *et al.,* 2004). در پژوهش حاضر مشاهده شد که اثرات منفی عصاره برگ و گل‌آذین به‌مراتب شدیدتر از سایر اندام‌ها بود. در پدیده فتوسنتز که در برگ‌ها اتفاق می‌افتد پیش ماده‌های لازم برای ساخت بسیاری از ترکیبات گیاهی فراهم می‌گردد. بنابراین برگ‌ها جایگاه سنتز ترکیبات متنوع به‌خصوص متابولیت‌های ثانویه هستند. در نتیجه اثرات آللوپاتیک بیش‌تری نسبت به سایر اندام‌ها دارند (Ntombizanele, 2006).

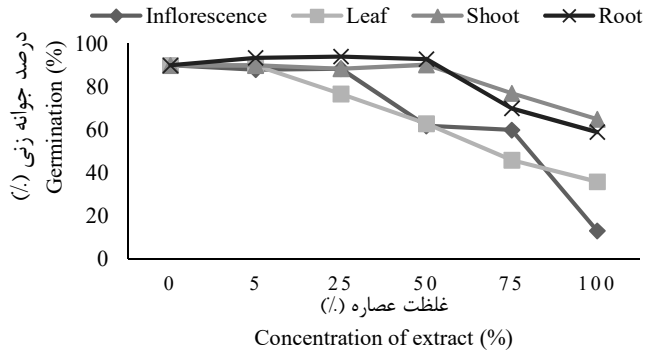
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع اندام و غلظت عصاره کینوا بر ویژگی‌های گیاهچه گندم

Table 2. Analysis variance the effects of organ type and concentration of quinoa extract on wheat plantlet characteristics

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)				
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ساقه‌چه Shoot length	طول ریشه‌چه Radicle length	طول گیاهچه Plantlet length	وزن خشک گیاهچه Dry weight of plantlet
اندام Organ (O)	3	2064.2**	66.5**	45.4**	214.2**	17.3**
غلظت عصاره (CE) Concentration of extract	5	5733.9**	103.7**	193.2**	574.9**	184.9**
O×CE	15	454.09**	26.01**	16.53**	70.4**	12.9**
خطا Error	72	49.35	2.34	1.76	1.3	1.61
ضریب تغییرات C.V. %	-	9.31	19.81	18.78	7.7	12.08

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns ,*and ** non significant and significant at 5% and 1% level, respectively

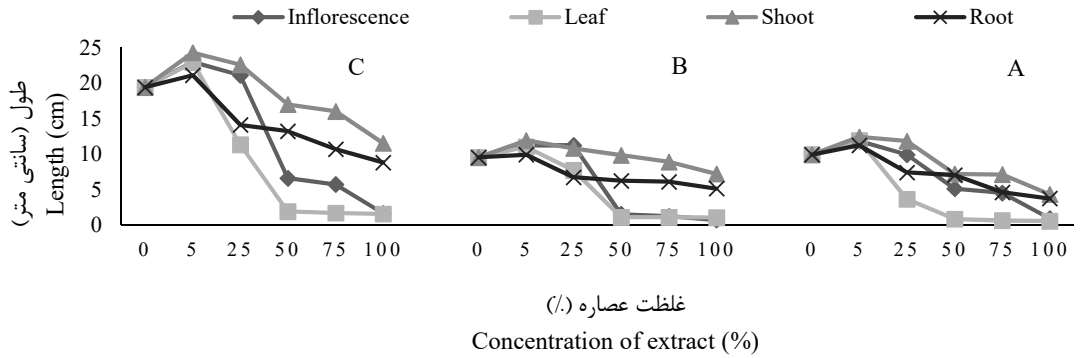


شکل ۲- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر درصد جوانه‌زنی بذور گندم

Figure 2. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on germination of wheat seeds

طول گیاهچه

اثرات ساده و متقابل نوع اندام و غلظت عصاره بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). غلظت ۵ درصد عصاره اندام‌های مختلف کینوا باعث افزایش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه گندم نسبت به شاهد شد. غلظت ۲۵ درصد عصاره برگ و ساقه نیز توانست طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را افزایش دهد. افزایش غلظت از سطح ۲۵ درصد، باعث کاهش طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و گیاهچه شد تا آن‌جا که غلظت‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث کاهش ۹۰/۹ درصد، ۹۴/۹ درصد، ۵۶/۵ درصد و ۶۸/۸ درصدی طول ریشه‌چه شد. همچنین غلظت‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث کاهش ۹۲/۶ درصد، ۸۹/۱ درصد، ۲۴/۲ درصد و ۴۶/۳ درصدی طول ساقه‌چه شد. غلظت‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث کاهش ۹۱/۷ درصد، ۹۲/۱ درصد، ۴۰/۷ درصد و ۵۴/۶ درصدی طول گیاهچه شد. در این بین عصاره ۱۰۰ درصد برگ باعث بروز بیش‌ترین اثر منفی بر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه شد و عصاره ۱۰۰ درصد ساقه‌چه کم‌ترین اثر منفی را بر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه داشت. دسترس و همکاران گزارش کردند که عصاره تلخه‌بیان و پیچک صحرایی باعث کاهش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه گندم شد (Dastres *et al.,* 2016). گزارش‌شده که با افزایش غلظت عصاره علف شور ابتدا طول ریشه‌چه افزایش یافته و سپس کاهش یافت (Barmaki, 2019). کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌تواند به‌علت اثر بازدارنده مواد آللوپاتیک بر تقسیم سلولی سلول‌های مریستمی باشد (Barmaki, 2019). گزارش شده است که مواد آللوپاتیک باعث کاهش هورمون اکسین در سلول‌های ریشه می‌شوند (Ben-Hammouda *et al.,* 2001). اظهار شده که مواد آللوپاتیک باعث کاهش میزان هورمون‌های تحریک‌کننده رشد مانند جیبرلین در گیاه می‌شوند (Tomaszeweski and Thimann, 1996). مواد آللوپاتیک موجب تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و از این طریق باعث تخریب کلروفیل‌ها، ساختار سلولی، نوکلئیک اسیدها، پروتئین‌ها و تخریب ساختار آنزیم‌ها شده و باعث اختلال در انتقال مواد می‌شوند (Babu and Kandasamy, 1997; Blokhina *et al.,* 2003; Zhao-Hui *et al.,* 2010; Farhoudi and Lee, 2013).



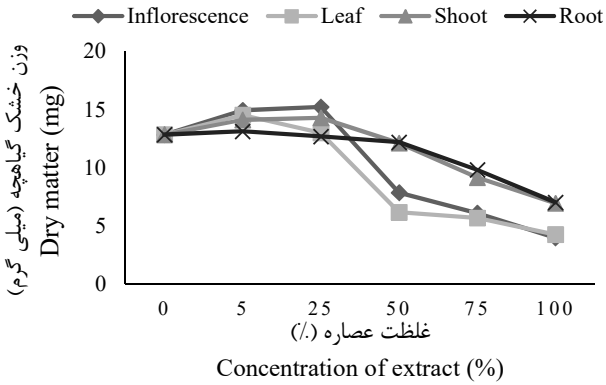
شکل ۳- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر طول اندام‌های مختلف گیاهچه گندم (A: طول ریشه‌چه، B: طول ساقه‌چه و C: طول گیاهچه)

Figure 3. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on the length of the various organs of wheat plantlets (A: radicle length, B: shoot length and C: plantlet length)

وزن خشک گیاهچه

اثرات ساده و متقابل نوع اندام و غلظت عصاره بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تمام عصاره‌های تهیه‌شده در غلظت‌های ۵ و ۲۵ باعث افزایش میزان ماده خشک گیاهچه شدند (شکل ۴). این میزان افزایش با کاربرد عصاره گیاه کینوا در مجموع ۷/۴ درصد بود. با افزایش غلظت عصاره اندام‌های مختلف از ۲۵ درصد، وزن خشک کاهش یافت. به‌طوری‌که عصاره‌های ۱۰۰ درصد ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث کاهش ۴۵/۷۵ و ۴۵/۲۹ درصدی وزن خشک گیاهچه و عصاره‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین و برگ باعث کاهش ۶۸/۸۷ و ۶۶/۶۱ درصدی وزن خشک گیاهچه شدند. کم

ترین میزان اثر منفی مربوط به ساقه و ریشه و بیش‌ترین اثر منفی مربوط به عصاره برگ و گل‌آذین بود. حسینی سیسی (Hosseini Cici, 2019) گزارش کرد که عصاره کینوا باعث کاهش وزن خشک گیاهچه تاج‌خروس شد و اثر منفی عصاره برگ بیش‌تر از سایر اندام‌های کینوا بود. در پژوهشی با هدف بررسی اثر آللوپاتیک علف شور بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان زراعی اعلام شد که عصاره علف شور باعث کاهش وزن خشک گیاهچه گندم می‌شود (Barmaki, 2019). مواد آللوپاتیک فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه مانند فتوسنتز و تنفس را تحت تأثیر قرار داده و از این طریق باعث کاهش میزان وزن خشک گیاه می‌شوند (Alipour *et al.,* 2009).



شکل ۴- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر وزن خشک گیاهچه گندم

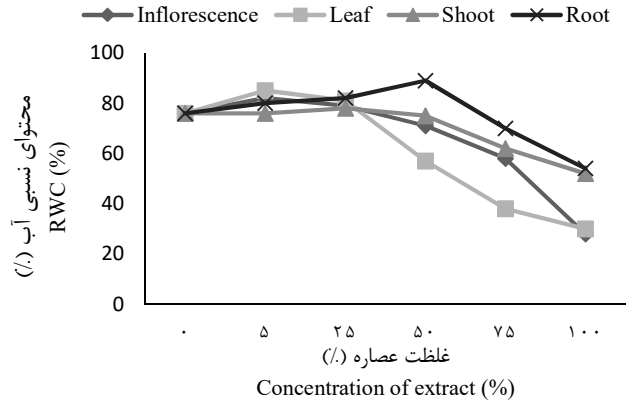
Figure 4. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on dry matter of wheat plantlet

محتوای نسبی آب گیاهچه

محتوای نسبی آب گیاهچه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل نوع اندام و غلظت عصاره قرار گرفت (جدول ۲). غلظت ۵ درصد عصاره‌های برگ، ساقه و ریشه باعث افزایش میزان محتوای نسبی آب در گیاهچه‌های گندم شدند (شکل ۵). در این میان روند افزایش محتوای نسبی آب با کاربرد عصاره ۵۰ درصد ریشه ادامه پیدا کرد. این غلظت از عصاره ریشه باعث افزایش ۱۴/۶ درصدی محتوای نسبی آب نسبت به شاهد شد. افزایش غلظت عصاره سایر اندام‌ها اثر منفی بر محتوای نسبی آب گیاهچه گندم داشت تا آن‌جاکه عصاره‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث کاهش ۴۸، ۴۶، ۲۴ و ۲۲ درصدی محتوای نسبی آب شد. همان‌طورکه در شکل ۵ مشخص است، اثرات منفی عصاره گل‌آذین و برگ به‌مراتب بیش‌تر از اثرات منفی ریشه و ساقه است. به‌نظر می‌رسد که مواد آللوپاتیک با ایجاد شرایطی مانند شرایط تنش در گیاه باعث بروز علائم تنش در گیاه می‌شود. مشخص‌شده است که در شرایط تنش، گیاهان برای حفظ محتوای آب در برگ‌ها عناصر بیش‌تری به برگ منتقل کرده و در واکوئل ذخیره می‌کنند (Hamada and EL-enany, 1994). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد، مواد آللوپاتیک برجذب و انتقال مواد، بخصوص مواد معدنی، در گیاه اختلال ایجاد می‌کنند (Lorenzo *et al.,* 2011). علت کاهش محتوای آب گیاهچه می‌تواند بروز شرایط تنش خشکی در سلول‌ها و عدم توانایی گیاه در ایجاد تعادل اسمزی تحت اثر مواد آللوپاتیک باشد.

فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز

آلفاآمیلاز آنزیمی کلیدی در جوانه‌زنی است و با تبدیل نشاسته به قندهای ساده انرژی موردنیاز برای جوانه‌زنی را فراهم می‌نماید (Kato-Noguchi and Macias, 2008). بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر نوع اندام، غلظت عصاره و اثر متقابل بین آن‌ها بر میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز بذور گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. غلظت‌های ۵، ۲۵و ۵۰ درصدی عصاره ریشه به‌ترتیب باعث افزایش ۶/۹ و ۲۰/۲، ۱۲/۹ درصدی فعالیت آلفاآمیلاز شد. افزایش غلظت عصاره ریشه از ۵۰ درصد موجب کاهش فعالیت این آنزیم شد، به طوری که عصاره ۱۰۰ درصد ریشه میزان فعالیت آنزیم را ۲۹/۸ درصد کاهش داد. همچنین غلظت‌های ۵ و ۲۵ درصد عصاره ساقه نسبت به شاهد به‌ترتیب میزان فعالیت آلفاآمیلاز را ۲/۸ و ۱۱/۹ درصد افزایش داد. افزایش غلظت عصاره از غلظت ۲۵ درصد باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم شد.



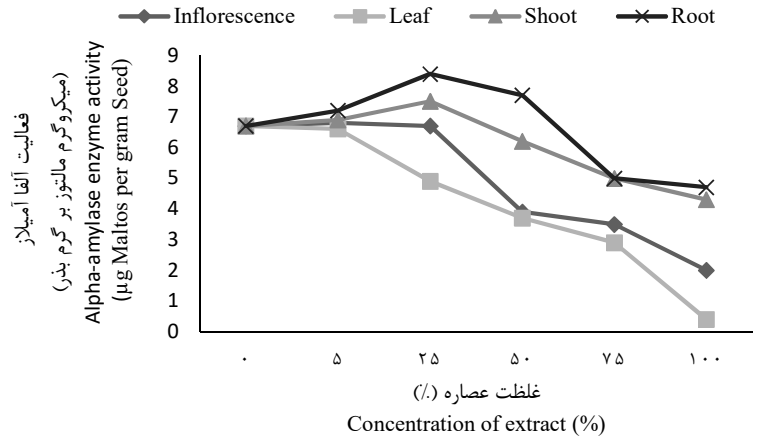
شکل ۵- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر درصد محتوای نسبی آب گیاهچه گندم

Figure 5. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on RWC of wheat

اثرات عصاره‌های برگ و گل‌آذین بر میزان فعالیت آلفاآمیلاز منفی بود، به‌طوری‌که عصاره‌های ۱۰۰ درصد این اندام‌ها به‌ترتیب باعث کاهش ۹۴ و ۷۰/۱ درصدی فعالیت این آنزیم شد. گزارش شده که مواد آللوپاتیک موجود در عصاره اکالیپتوس موجب کاهش میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در گیاه قیاق شد (Farhoudi and Pourhassan, 2017). با توجه به تغییرات فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در بذور گندم براثر خواص آللوپاتیک عصاره کینوا، افزایش و کاهش میزان درصد جوانه‌زنی بذور تا حدودی توجیه می‌شود. به‌نظر می‌رسد که مواد آللوپاتیک باعث ایجاد اختلال در تولید آلفاآمیلاز و تجزیه نشاسته می‌شوند (Farhoudi *et al.*, 2014). با توجه به این‌که عصاره‌های غلیظ اندام‌های مختلف کینوا دارای شوری بالایی هستند، کاهش جذب آب توسط بذور بر اثر شوری می‌تواند یکی از دلایل کاهش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز باشد.

محتوای قند محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر نوع اندام، غلظت عصاره و اثر متقابل بین آن‌ها بر میزان محتوای قند محلول گیاهچه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش غلظت عصاره، میزان قند محلول در برگ گیاهچه‌های گندم افزایش یافت. عصاره با غلظت ۱۰۰ درصد برگ کینوا باعث افزایش ۶/۵ برابری و کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد گل‌آذین باعث افزایش ۵/۶ برابری غلظت قند محلول نسبت به شاهد شد. عصاره‌های ۱۰۰ درصد ریشه و ساقه اثراتی به‌مراتب کم‌تر داشتند. گزارش شده که با افزایش غلظت عصاره تفاله زیتون، میزان محتوای قند محلول گندم افزایش یافت (Vafaei *et al.*, 2015).



شکل ۶- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز گندم

Figure 6. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on alpha-amylase enzyme activity of wheat

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نوع اندام و غلظت عصاره کینوا بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاهچه گندم

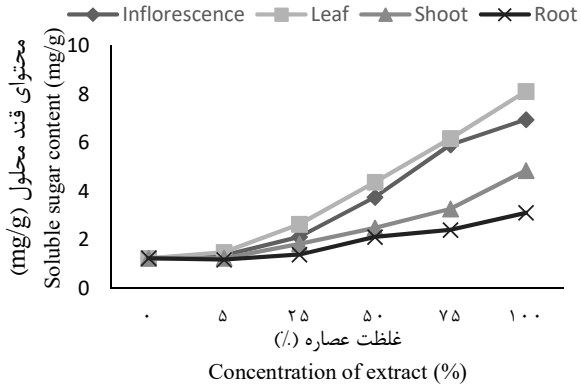
Table 3. Analysis variance the effects of organ type and concentration of quinoa extract on wheat morphophysiological characteristics

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)				
		محتوای نسبی آب RWC	فعالیت آلفاآمیلاز Alpha-amylase enzyme activity	محتوای قند محلول Soluble sugar content	محتوای فنل کل Total phenol content	محتوای پرولین Prolin content
اندام Organ (O)	3	1368.3**	27.08**	20.36**	8.42**	0.95**
غلظت عصاره Concentration of extract (CE)	5	2359.3**	45.01**	57.001**	1.41*	4.85**
O×CE	15	657.9**	3.56**	3.09**	1.14**	0.15**
خطا Error	72	174.85	1.44	0.24	0.63	0.08
ضریب تغییرات C.V. %	-	19.77	21.81	16.15	17.15	13.07

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns ,*and ** non significant and significant at 5% and 1% level, respectively

نتایج مشابهی نیز توسط سایر پژوهشگران اظهار شده است (Prabhakaran and Maharaj, 2013; Behdad *et al.*, 2015). قندها از متابولیت‌هایی هستند که در زمان تنش به‌خصوص تنش‌های رطوبتی در گیاه افزایش یافته و نقش مهمی در حفاظت از گیاه، تخریب مولکول‌های زیستی و تنظیم اسمزی دارند (Ivan *et al.,* 2006; Yuanyuan *et al.,* 2009). افزایش میزان قند محلول در گیاهچه‌های گندم ممکن است به‌علت مهار آنزیم‌های تنفسی، مهار تجزیه قندهای محلول (Ivan *et al.,* 2006; Asifa and Badruzzaman, 2014) یا ایجاد اختلال در جذب یا انتقال آب در گیاهچه گندم به خاطر اثرات آللوپاتیک عصاره کینوا یا شوری بالای آن باشد.



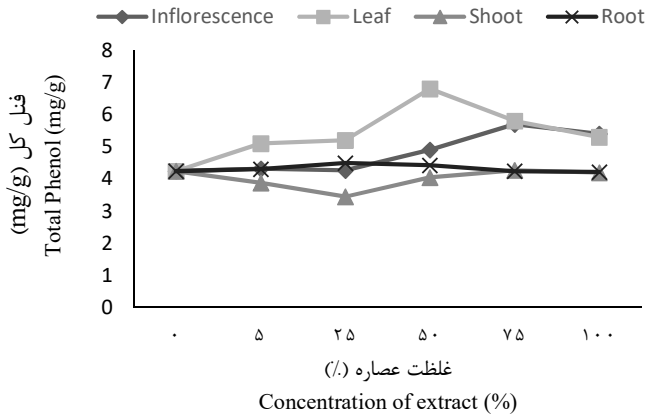
شکل ۷- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر محتوای قند محلول گندم

Figure 7. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on soluble sugar content of wheat

محتوای فنل کل

اثر غلظت عصاره کینوا بر محتوای فنل کل گیاهچه گندم در سطح احتمال پنج درصد و اثر نوع اندام و اثر متقابل آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش غلظت عصاره، ابتدا محتوای فنل گیاهچه افزایش و سپس روند نزولی پیدا کرد. با کاربرد عصاره ساقه کینوا در محیط رشد میزان محتوای فنل ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت که حالتی عکس عصاره اندام‌های دیگر داشت. بیش‌ترین محتوای فنل گیاهچه با کاربرد غلظت ۵۰ درصد برگ و کم‌ترین محتوای فنل با کاربرد غلظت ۲۵ درصد ساقه به‌دست آمد (شکل ۸). آللوپاتی باعث بروز تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان می‌شود و یکی از مهم‌ترین سازوکارهای آنتی‌اکسیدانت در گیاه، افزایش مواد فنلی است (Bettaieb *et al.,* 2011; Rebey *et al.,* 2011). این مواد با پاک‌سازی واکنش‌گرهای اکسیژن مانع از تخریب غشاهای سلولی

می‌شوند (Chang *et al.,* 2002). این خاصیت مواد فنلی به‌علت توانایی آن‌ها در کلاته‌کردن یون‌های فلزی و غیرفعال کردن واکنش‌های فنتون می‌باشد که از مهم‌ترین عوامل تولید ROSها در گیاهان هستند (Rispail *et al.,* 2005). این مواد می‌توانند با اهدای هیدروژن به رادیکال‌های لیپید از ادامه زنجیره پراکسیداسیون ممانعت کنند و قادرند موادی با قدرت اکسیدکنندگی کم‌تر از ترکیبات اولیه به وجود آورند (Chu *et al.,* 2000). در پژوهش حاضر مشاهده شد که با افزایش میزان غلظت عصاره کینوا، محتوای فنل گیاهچه گندم نیز افزایش و سپس کاهش یافت. در این زمینه ترابی اصل و همکاران (Torabi Asl *et al.,* 2013) نیز نتایج مشابهی گزارش داده‌اند. مواد آللوپاتیک باعث بروز علائم تنش در گیاه می‌شوند و از دلایل افزایش میزان فنل‌ها در گیاهان در شرایط تنش، ایجاد محدودیت در انتقال الکترون فتوسنتزی طی تنش است که سبب ایجاد تغییرات متابولیک در گیاه می‌شود. یکی از این تغییرات القای سنتز فلاونوئیدها برای تعدیل این وضعیت است. این عمل از طریق آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز صورت می‌گیرد. کاربرد بازدارنده‌های سنتز فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز و مهار مسیر بیوسنتز فلاونوئید، باعث افزایش حساسیت گیاه نسبت به تنش می‌شود (Chegini *et al.,* 2017). مشاهده شد که با افزایش میزان غلظت عصاره، میزان فنل در گیاهچه کاهش یافت. این پدیده ممکن است به‌علت تخریب کلروپلاست‌ها باشد که محل ساخت مواد فنلی هستند.



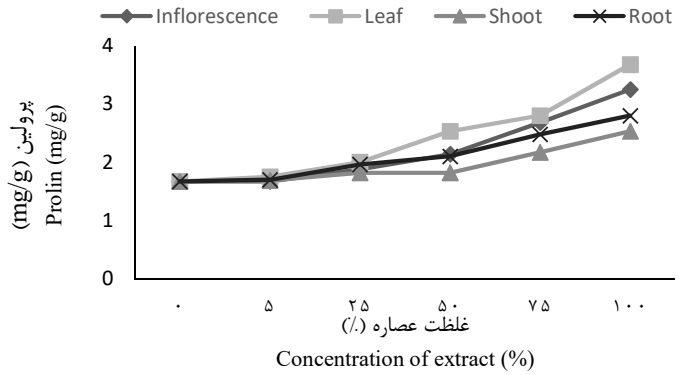
شکل ۸- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر محتوای فنل کل گندم

Figure 8. Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on total phenol content of wheat

محتوای پرولین

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، اثر نوع اندام، غلظت عصاره و اثر متقابل بین آن‌ها بر میزان محتوای پرولین گیاهچه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش غلظت عصاره، میزان محتوای آمینواسید پرولین در گیاهچه گندم همواره افزایش یافت. میزان افزایش پرولین با کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد برگ ۱۲۰ درصد، با کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد گل‌آذین ۹۴ درصد، با کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد ریشه ۶۷ درصد و با کاربرد عصاره ساقه ۱۰۰ درصد به محیط کشت بذور گندم ۵۱ درصد افزایش یافت. در این پژوهش بیش‌ترین مقدار پرولین با کاربرد عصاره ۱۰۰ درصد برگ (۳/۶۸ میلی‌گرم بر گرم) به‌دست آمد (شکل ۹). نتایج مطالعات زیادی از جمله بررسی اثر آللوپاتیک برگ برخی درختان بر گیاهان گرامینه (Das *et al.,* 2012)، بررسی اثر آللوپاتی تفاله حاصل از روغن‌کشی زیتون بر گندم (Vafaei *et al.*, 2015)، بررسی اثرات عصاره اکالیپتوس بر گیاهان سویا و گاوپنبه (Siadati Far *et al.,* 2017)، بررسی اثر عصاره خردل وحشی بر کلزا (Haddadchi and Masoodi Khorasani, 2006) و بررسی اثر آللوپاتیک برگ گردو بر گیاه جعفری (Azizbeigi and Khara, 2014) حاکی از افزایش میزان پرولین تحت تأثیر آللوپاتی است که مطابق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. افزایش پرولین در گیاهان در شرایط نامساعد یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های حفاظتی گیاهان است. این عمل در نتیجه افزایش تجزیه پروتئین‌ها در جهت بالابردن سطح گلوتامات برای آغاز مسیر سنتز پرولین یا افزایش مستقیم پرولین در گیاه است (Knox *et al.,* 2010).

پرولین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدانت غیر آنزیمی عمل می‌کند و کار پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد را انجام می‌دهد. پرولین با حفظ سطح هیدراتاسیون، پروتئین‌های ضروری را از خطر تخریب‌شدن محافظت می‌کند. همچنین می‌تواند به‌عنوان مخزن انرژی برای تنظیم پتانسیل احیای سلول، تنظیم و توازن $NADH/NAD^+$، تنظیم اسیدیته سیتوپلاسمی، تثبیت فسفولیپیدهای غشا، ذخیره مواد کربنی و ازت‌دار نقش ایفا کند (Williams and Hogland, 2003).



شکل ۹- اثر متقابل غلظت عصاره و نوع اندام کینوا بر محتوای پرولین گندم

Figure 9. . Interaction the effects of extract concentration and organ type of quinoa on prolin content of wheat

نتیجه‌گیری

پدیده آللوپاتی از طریق اثر مواد شیمیایی مختلف باعث بروز اثرات مثبت و منفی مختلفی در گیاهان و جانوران دیگر می‌شود. در مطالعه حاضر مشاهده شد که غلظت‌های پایین عصاره‌های تهیه‌شده از اندام‌های مختلف گیاه کینوا باعث بهبود بیش‌تر صفات مورد مطالعه در این پژوهش شد که می‌تواند به‌علت وجود مواد تحریک‌کننده رشد، مانند هورمون‌های رشد، باشد. غلظت‌های بالای عصاره‌های تهیه‌شده بر صفات مورد مطالعه اثر منفی داشت که تائیدکننده این نظر است که مواد آللوپاتیک شاید در غلظت‌های پایین بهبوددهنده باشد اما به‌طور قطع در غلظت‌های بالا اثرات منفی بسیاری دارد. عصاره‌های ریشه و ساقه به‌مراتب اثرات منفی کم‌تری نسبت به برگ و گل‌آذین داشتند و حتی در برخی صفات اثرات مثبت آن‌ها قابل‌توجه بود. در این بین همان‌طورکه در این پژوهش اندازه‌گیری شد، نباید از تأثیر شوری بالای عصاره‌های تهیه‌شده از گیاهان مختلف در این گونه مطالعات غافل شد. بروز این نتایج و تصمیم‌گیری دقیق در این زمینه نیازمند اجرای پژوهش‌های فراوان است. در کل می‌توان گفت که کشت و کار کینوا حتی در صورت باقی ماندن مقدار کمی از بقایای ساقه و ریشه گیاه در مزرعه، نمی‌تواند اثرات منفی قابل‌توجهی بر کشت گندم داشته باشد. چه‌بسا باقی‌ماندن بقایای گیاه کینوا در زمین به‌علت بالابردن مواد آلی خاک باعث غنی‌شدن خاک و بروز اثرات مثبت در گیاه گندم شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران قدردانی می‌گردد.

منابع

Abugoch, L. and James, L.E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research, 58: 1-31. **(Journal)**

Alipour, S., Filizadeh, Y. and Montazeri, M. 2009. Allelopathic effects of wormwood (*Artemisia annua* L.) on the weeds of corn (*Zea mays* L.). Weed Research Journal, 2(1): 69-83. (In Persian)**(Journal)**

Alvarez-Jubete. L., Wijngaard, H., Arendt, E.K. and Gallagher, E. 2010. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry, 119(2): 770–778. **(Journal)**

Ameri, A.A., Rabbani nasab, H., Jalilvand, M.R. and Imani, M. 2012. Allelopathic effects of some weed species on germination of Marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of North Khorasan University of Medical Sciences, 4: 23-32. (In Persian)**(Journal)**

Asifa, G. and Badruzzaman, S.M. 2014. Evaluation of allelopathic effect of *Eclipta alba* (L.) on biochemical activity of *Amaranthus spinosus* L., *Cassia tora* L. and *Cassia sophera* L. African Journal Environment Science Technology, 8 (1): 1-5. **(Journal)**

Azizbeigi, S. and Khara, J. 2014. The allelopathic effects of aqueous extract of walnut (*Juglans regia*) leaves on some physiological and biochemical characteristics of parsley plants inoculated by mycorrhizal fungus Glomus versiforme. Journal of Plant Process and Function, 2 : 65-76 (In Persian)(**Journal**)

Babu, R.C. and Kandasamy, O.S. 1997. Allelopathic effect of *Eucalyptus globulus* Labill. on *Cyperus rotundus* L. And *Cynodon dactylon* L. Pers. Journal of Agronomy and Crop Science, 179: 123-126. **(Journal)**

Barmaki, M. 2019. Study of the allelopathic effect of saline grass on germination and heterotrophic seedling growth of some crops. Journal of Plant Ecological Conservation, 6: 135-152. (In Persian)**(Journal)**

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teari, D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207. **(Journal)**

Behdad, A., Abrishamchi, P. and Jankju, M. 2015. Relation to phonology, phenolics content and allelopathic effect of *Artemisia khorassanica* Krasch. on growth and physiology of *Bromus kopetdaghensis* Drobov. Journal of Plant Research, 28: 243-256. (In Persian)**(Journal)**

Ben-Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R.J. and Oueslati, O. 2001. Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedling growth of bread and durum wheat. Agronomy, 21: 65-71. **(Journal)**

Beres, I. and Kazinczi, G. 2000. Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops .Allelopathy Journal, 7: 93-98. **(Journal)**

Bettaieb, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam F. and Marzouk, B. 2011. Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L.. Acta Physiologiae Plantarum, 33: 1103-1111. **(Journal)**

Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa* – An Indian perspective. Industrial Crops and Products, 23: 73–87. **(Journal)**

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt. K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany, 91: 179-194. **(Journal)**

Chang, W.C., Kim, S.C., Hwang, S.S., Choi, B.K. and Kim, S.K. 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. Plant Science, 163: 1161-1168. **(Journal)**

Chaniago, I., Taji, A. and Jessop, R. 2006. Weed interference in soybean (*Glycine max*). The Australian Society of Agronomy. Proceedings of the Australian Agronomy Conference. 10-14 September. Perth. Australia. **(Congress)**

Chegini, E., Ghorbanpour, M., Hatami, M. and Taghizadeh, M. 2017. Effect of multi-walled carbon nanotubes on physiological traits, phenolic contents and antioxidant capacity of *Salvia mirzayani* under drought stress. Medician Plant Journal, 16: 191-208. (In Persian)**(Journal)**

Chon, S., Jang, H., Kim, D., Kim, Y., Boo, H. and Kim, Y. 2005. Allelopathic potentialin Lettuce (*Lactuca sativa*) plants. Scientia Horticulture. 106, 309-317. **(Journal)**

Chu, Y.H., Chang, C.L. and Hsu, H.F. 2000. Flavonoid content of several vegetable and their antioxidant activity. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 561-6. **(Journal)**

Costea, M., Weaver, S.E. and Tardif, F.J. 2003. The biology of Canadian weeds. (*Amaranthus retroflexus* L.). Canadian Journal Plant Science, 84: 631-668. **(Journal)**

Das, C.R., Mondal N.K., Aditya, P., Datta, J.K., Banerjee, A. and Das, K. 2012. Allelopathic potentialities of leachates of leaf litter of some selected tree species on gram seeds under laboratory conditions. Journal of Botany, 3: 59. **(Journal)**

Dastres, O., Safari, M. And MaghsoodiMod, A.A. 2016. Allelopathic effects of aqueous extract of pagoda tree (*sophora alopecuriodes*.L) and creeping jenny (*Convolvulus arvensis* L.) on five crop plants at seedling growth stage. Journal of Process and Plant Function, 4(11): 45-57. **(Journal)**

Dehghanpour, H., Tavakol Afshari, R. and Sharif zadeh, F. 2013. The role of seed dormancy breaking treatments on germination and alpha-amylase and beta 1, 3- glucanase activity in different ecotypes of *Origanum vulgare*. Iranian Journal of Field crop Science, 43(4): 611-619. (In Persian)**(Journal)**

El-Khatib, A.A., Hegazy, A.K. and Gala, H.K. 2004. Does allelopathy have a role in the ecology of *Chenopodium murale*?. Annales Botanici Fennici, 41: 37-45. **(Journal)**

Eshligle, H.Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta, 33: 47-51. **(Journal)**

FAO. 2013. Quinoa; an acient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, 63 p. **(Handbook)**

Farhoudi, R. and Lee, D. 2013. Allelopatic effects of barley extract (*Hordeum vulgare*) on sucrose synthase activity, lipid peroxidation and antioxidant enzymatic activities of *Hordeum spontoneum* and *Avena ludoviciana*. Proceedings of the National Academy of Science, 80(1): 213-220. **(Journal)**

Farhoudi, R. and Pourhassan, F. 2017. Effects of Eucalyptus camaldulesis aquatic leaf extract on *Sorghum halapense* seed germination, antioxidants enzyme and α-amylase enzyme activities. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 6(1): 69-77. (In Persian)**(Journal)**

Farhoudi, R., Madhaj, A. and Alavinia, S.R. 2014. Investigation of the effect of allochemical components of barley (*Hordeum vulgare* L.) on germination, seedling growth and activity of some Salmeterella spp (*Chenopodium album* L.). Journal of Plant Protection, 28(2): 241-234. (In Persian)**(Journal)**

Farooq, M., Jabran, K., Rehman, H. and Hussain, M. 2008. Allelopathic effects of rice on seedling development in wheat, oat, barley and berseem. Allelopathy Journal, 22: 385-390. **(Journal)**

Gangopadhyay, G., Das, S. and Mukherjee, K.K. 2002. Speciation in chenopodium in West Bengal, India. Genetic Resources and Crop Evolution, 49: 503-510. **(Journal)**

Ghorbani, M.H., Soltani, A. and Amiri, S. 2009. Effect of salinity and seed size on germination response and seedling growth of wheat. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(6): 21-34. (In Persian)**(Journal)**

Haddadchi, GH. and Massoodi Khorasani, F. 2006. Allelopathic effects of aqueous extracts of *Sinapis arvensis* on growth and related physiological and biochemical responses of *Brassica napus.* Journal of Science, 32(1): 23-28.

Hamada, A.M. and EL-enany, A.E. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biologia Plantarum, 36: 75-81. **(Journal)**

Hosseini Cici, S.Z. 2019. Allelopathic potential of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) on the germination and development of Pigweed (*Amaranthus powellii*). The Second International Conference and the 6th National Conference on Organic and Conventional Agriculture. 25-26 August, Ardabil, Iran. **(Congress)**

Ikic, I., Maricevic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Sarcevic, Z. and Arcevic, H. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in creation-grown winter wheats. Euphytica, 188(1): 25-34. **(Journal)**

ISTA. 2013. Germination Committee. Committee report 2010-2013. **(Report)**

Ivan, C., Sulmon, C., Gwenola, G. and Amrani, A. 2006. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. Jouranl of Experimental Botany, 57(3): 449-459. **(Journal)**

Kato-Noguchi, H. and Macias, F.A. 2008. Inhibition of germination and α-amylase induction by 6-methoxy-2-benzoxazolinone in twelve plant species. Biologia Plantarum, 52(2): 351-354. **(Journal)**

Knox, J., Jaggi, D. and Paul, M. 2010. Evaluation of allelophatic potential of selected plant species on *Parrhenium hysterophorus*. Ecosystem Journal, 12: 57-62. **(Journal)**

Lorenzo, P., Palomera-Pe´rez, A., Reigosa, M.J. and Gonza´l, L. 2011. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link on the physiological parameters of native understory species. Plant Ecology, 212: 403-411. **(Journal)**

Machado, S. 2007. Allelopathic potential of various plant species on downy brome: implications for weed control in wheat production. Agronomy Journal, 99: 127–132. **(Journal)**

Mohammadkhani, N. And Zademobarak, M. 2017. Evaluation of allelopathic effect of *Rosa damascena* Mill Boukan and Khansar accessions extract on seed germination of wheat Zarrin cultivar. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(4): 87-97. (In Persian)**(Journal)**

Nabeel, M.M., Fawzia, M.R. and Gharchafchi, A. 2006. Allelopathic effects of *Artemisia herba* alba on germination and seedling growth of *Anabasis setifera*. Pakistan Journal of Biotechnology Sciences, 9 (9): 1795-1798. **(Journal)**

Ntombizanele, P.M. 2006. Allelopathic interference of silver nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) with the early growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). MSc Thesis University of Pretoria, South Africa. **(Thesis)**

Omidi, H., Jafarzadeh, L. and Naghdibadi, H. 2014. Seeds of Medicinal and Crop Plants. First edition. Shahed University Press and Publication Center, pp 273-404. **(Book)**

Ordon˜ez, A.A.L., Gomez, J.D., Vattuone, M.A. and Lsla, M.I. 2006. Antioxidant activities of Sechium edule (Jacq.) Swartz extracts. Food Chemistry, 97: 452-458. **(Journal)**

Paraver, A., Maleki Farahani, S. and Rezazadeh, A. 2015. Evaluation of the allelopathic properties effect of two medicinal plant, *Lallemantia royleana* and *Echinacea angustifolia* extracts on germination and early seedling growth of *Sinapis arvensis* and *Avena fatua.* Iranian Journal of Seed Science and Research, 3: 41-52. (In Persian)**(Journal)**

Pedrol, N., Gonzalez, L. and Reigosa, M.L. 2006. Allelopathy and abiotic stress, A Physiological Process with Ecological Implications, Netherlands, pp, 171-209. **(Book)**

Prabhakaran, J. and Maharaj, S. 2013. Allelopathic potential of *Cissus quadrangularis* L. on growth of floral millet (*Pennesetum typhoides* ST. and HUB). International Journal of Research in Biological Sciences, 3(1): 18-21. **(Journal)**

RashedMohasel, M.H., Qarakhloo, J. and Rastgoo, M. 2009. Allelopathic effect of saffron (*Crocussativus*) leaf extract on redroot pigweed and common goosefoot. Iranian Journal of Crop Research, 7(1): 53-61. **(Journal)**

Rebey, I.B., Bourgou, S., Debez, I.B.S., Karoui, I.J., Sellami, I.H., Msaada, K., Limam, F. and Marzouk, B. 2011. Effects of extraction solvents and provenances on phenolic contents and antioxidant activities of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Food and Bioprocess Technology, 5: 2827-2836. **(Journal)**

Regiosa, M. and Pedrol, N. 2000. Allelopathy from Molecules to Ecosystems. Science publishers, Inc, USA. **(Book)**

Ren Sen, Z., Luo Ming, S., Yue hong, Sh., Mu Biao, Sh. and Cong Yong, T. 2001. Physiological and biochemical mechanism of allelopathy of secalonic acid on higher plants. Agronomy Journal, 93(1): 72. **(Journal)**

Rispail, N., Morris, P. and Webb, K.J. 2005. Phenolic compounds: Extraction and analysis. In A. J. Marquez, ed. Lotus japonicus Handbook. – Springer, pp: 349- 355. **(Handbook**)

Sepahvand, F. and Sheykh, N.A. 2012. Compatibility study of quinoa new plant in Golestan province. National Conference of Natural Products and Medicinal Plants. 26-27 September. Bojnourd, North Khorasan. Iran. (In Persian)**(Congress)**

Sharma, N.K., Samra, J.S. and Singh, H.P. 2000. Effect of aqueous extracts of *Populus deltoids* on germination and seedling growth wheat. Allelopathy Journal, 7: 56-68. **(Journal)**

Siadati-Far, M., Lahouti, M. and Cheniany, M. 2017. Allelopathic effect of eucalyptus extract on antioxidative responses of soybean and velvetleaf. Journal of Plant Research, 30: 110-118. (In Persian)**(Journal)**

Szarnyas, I. 2000. Biology, Damage and possibilities of protection of some summer annual weeds - annual mercury (*Mercurialis annua* L.), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), common lambs - quarters (*Chenopodium album* L.) - occurring in sugar beet. PhD. thesis, University of Veszprem, Hungary. **(Thesis)**

Tomaszeweski, M. and Thimann, K.V. 1996. Interactions of phenolic acids, metallic ions and chelating agents on auxin-induced growth. Plant Physiology, 41: 1443-1454. **(Journal)**

Torabi-Asl, S., Rohani, H., Gholamalipour Alamdari, E. and Tahmasebi, A. 2013. Study of allelopathic potential of *Artemisia sieberi* Besser rangeland species on some components *Agropyron elongatum* (Host) germination, physiological and biochemical. Native plant conservation, 2: 31-42. (In Persian)**(Journal)**

Vafaei, M., Seyyed nejad. S.M., Gilani, A. and Saboora, A. 2015. A study on allelopathic effect of olive pomace (*Olea europaea* L.) on some biochemical characteristics of three seedlings wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Journal of Plant Research, 28: 243-256. (In Persian)**(Journal)**

Vyvyan, J.R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron, 58: 1631-1646. **(Journal)**

Weston, L.A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agro-ecosystems. Agronomy Journal, 88: 860-866. **(Journal)**

Williams, D. and Hogland, R.E. 2003. Chemistry and mode of action of allelochemicals. CRC Press. **(Handbook)**

Williams, R., Peal, L. and Bartholomew, P. 2005. Seed hydrationdehydration in an allelochemical (coumarin) alters germination and seedling growth. Allelopathy Journal, 15(2):183-196. **(Journal)**

Yuanyuan, M., Yali, Z., Jiang, L. and Hongbo, S. 2009. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress. African Journal of Biotechnology, 8 (10): 2004-2010. **(Journal)**

Zhao-Hui, L., Qiang, W., Xiao, R., Cun, P. and De-An, J. 2010. Phenolics and plant allelopathy. Molecules Journal, 15(12): 8933-8952. **(Journal)**

Evaluation of the allopathic effects of quinoa residues on germination and morphophysiological traits of wheat

Nasim Amraie[1], Ali Mansouri[2], Heshmat Omidi[3*]

Received: March 11, 2020 Accepted: August 24, 2020

Abstract

Wheat is the most important agricultural product in the world and plays an important role in ensuring human food security. According to the fact that Wheat is planted after Quinoa, it is feared that the presence of Quinoa in Wheat cultivation may cause negative allelopathic effects. To investigate the effect of aqueous extract of Quinoa on seed germination and early growth of Wheat seedling, a factorial experiment based on completely randomized design with four replications was conducted at Seed Technology Laboratory of Shahed University of Agriculture, Tehran, Iran. Experimental factors included organ type (inflorescence, leaf, stem and root) and aqueous extract concentration of Quinoa (0, 5, 25, 50, 75 and 100%). In this experiment traits such as germination percentage, shoot length, root length, plantlet length, plantlet dry weight, relative water content, alpha-amylase activity, soluble sugar content, total phenol and proline of Wheat seedling were studied. The results showed that low concentrations of the extract of Quinoa (5 and 25%) had not only negative effects on germination percentage, plantlet length, dry weight and relative water content of Wheat, but even improved these traits. High concentrations of the extract had negative effects on morphological traits. The negative effects of leaf and inflorescence extracts were more than the effects of stem and root extracts. Application of different extracts of Quinoa reduced the activity of alpha-amylase and increased soluble sugar, total phenol and amino acid proline in wheat plantlet.

Keywords: Alpha-amylase; Allelopathy; Prolin; Germination; Soluble sugar

How to cite this article
Amraie, N., Mansouri, A. and Omidi, H. 2021. Evaluation of the allopathic effects of quinoa residues on germination and morphophysiological traits of wheat. Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(1): 29-44. (In Persian)(**Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2021.5201

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc. Student of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. n.amraie96@gmail.com
2. PhD student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. a.mansouri360@gmail.com
3. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. omidi@shahed.ac.ir
*Corresponding author: omidi@shahed.ac.ir