تأثیر آللوپاتیک عصاره کاکوتی (*Ziziphora clinopodioides* Lam) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم

قربانعلی رسام*[۱]، بنیامین ترابی[۲]، فاطمه گروسی[۳]، عاطفه بدری[۳]

[۱] استادیار گروه تولید گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان

[۲] استادیار گروه زراعت، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، مجتمع آموزش عالی شیروان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر آللوپاتیک عصاره آبی برگ کاکوتی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقات بذر مجتمع آموزش عالی شیروان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. عامل اول ارقام گندم پیشتاز، پیشگام، سایونز و عامل دوم غلظت‌های عصاره آبی برگ کاکوتی در ۵ سطح شامل صفر (آب مقطر)، ۱/۵، ۳، ٦، ۱۰ درصد بود. نتایج نشان داد که بین ارقام و غلظت‌های مختلف عصاره برای تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل رقم و غلظت عصاره بر تمامی صفات به‌جز حداکثر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. حداکثر درصد جوانه‌زنی به رقم پیشتاز با میانگین ۹٦/۲۷ درصد و به تیمار شاهد با ۹۷/٦۷ درصد اختصاص داشت. برای سایر صفات، مقایسه میانگین ارقام در هر سطح غلظت عصاره نشان داد که در بیشتر غلظت‌ها رقم پیشتاز از برتری نسبتا محسوسی نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود. تجزیه رگرسیون نشان داد که مقادیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمامی ارقام با افزایش غلظت عصاره به‌طور خطی کاهش یافت. در هر سه رقم زمان تا شروع و پایان جوانه‌زنی تحت تأثیر عصاره افزایش معنی‌داری پیدا نمود. نتایج نشان داد که برگ کاکوتی حاوی ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم است که بایستی در برنامه‌ریزی تناوب زراعی منطقه مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آللوپاتیک، جوانه زنی، کاکوتی، گندم، گیاهچه.

مقدمه

گندم یکی منابع غذایی عمده بشر است که ۹۰-۷۰ درصد از کل کالری و ۹۰-٦٦ درصد از پروتئینی مصرفی را در کشورهای در حال توسعه تشکیل می دهد (Khoshnevisan et al., 2013). بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ تولید گندم رتبه اول تولید محصولات کشاورزی را در ایران دارا بوده است. در سال ۱۳۹۰ ایران با تولید ۱۵۰۲۸۸۰۰ تن گندم به عنوان دوازدهمین کشور بزرگ تولید گندم مطرح بوده است (FAO, 2010). اهمیت گندم در تغذیه بشر و جایگاه

*نویسنده مسئول: rassammf@yahoo.com

ممتاز آن در اقتصاد ملی سبب شده که رویکرد بسیاری از تحقیقات در زمینه گندم به شناخت محدودیت‌های افزایش عملکرد و برطرف کردن آن‌ها معطوف شود.

آللوپاتی (دگرآسیبی) به هر گونه اثر مستقیم یا غیرمستقیم محرک یا بازدارنده‌ای گفته می‌شود که توسط یک گیاه با تولید و انتشار ترکیبات آللوشیمیایی بر گیاه دیگر اعمال می‌گردد (Narwal and Tauro, 1996). این ترکیبات شیمیایی از طریق تبخیر، شسته شدن از ریشه یا تجزیه بقایای گیاهی آزاد و بر رشد گیاه دیگر اثر می‌گذارند (Terzi, 2008). واژه آللوپاتی برای اولین بار توسط دانشمند آلمانی به‌نام مولیچ در سال ۱۹۳۷ مطرح شد (Samad et al., 2008). وی آللوپاتی را به اثرات متقابل بیوشیمیایی بین گونه‌های مختلف گیاهی و نیز میکروارگانیسم‌ها نسبت داد.

برآوردهای انجام شده نشان می دهد حدود ۱/٤ میلیون ترکیب گیاهی دارای خاصیت دگرآسیبی هستند که فقط ۳ درصد آنها مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Amini et al., 2014). ترکیب‌های آللوشیمیایی فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی را نظیر رشد و جوانه‌زنی، تقسیم سلولی، تنفس و فتوسنتز، نفوذپذیری غشاء، توسعه ریشه، فعالیت آنزیم‌ها و سنتز پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Rice, 1984; Lee et al., 1997). آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، کومارین‌ها، فلاونوئیدها، اسانس‌ها، تانن‌ها، مشتقات سینامیک و بنزوئیک اسید از مهم‌ترین ترکیبات آللوشیمیایی به شمار می‌روند (Anaya, 1999; Kohli et al., 2001). بیشتر این ترکیبات که از آنها به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه نیز یاد می‌شود در مقادیر نسبتا زیادی در گیاهان دارویی یافت می شوند (Fuji et al., 1991). بر این اساس، پتانسیل دگرآسیبی در بسیاری از گیاهان دارویی محرز شده است (Amini et al., 2014).

در زمینه آللوپاتی، زیست‌سنجی‌های متفاوتی وجود دارد که بیشترین آن با تغییر در سرعت و درصد جوانه‌زنی و نیز رشد گیاهچه ناشی از توان آللوپاتیک گیاهان مرتبط است (Fenandez et al., 2007). تاکنون تأثیر آللوپاتیک برخی گیاهان دارویی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم و گیاهان مشابه مورد بررسی قرار گرفته است. طی آزمایشی تأثیر دگرآسیبی بقایای بابونه، همیشه بهار و بارهنگ سرنیزه‌ای بر گندم بررسی و گزارش شد بقایای هر سه گیاه دارویی دارای تأثیر بازدارندگی بر رشد گندم هستند (Qasem, 1995). نتایج تحقیقی در خصوص تأثیر عصاره آبی برگ گیاه دارویی موخورش بر جوانه‌زنی و محتوای کلروفیل گندم نشان داد که با افزایش غلظت عصاره از درصد جوانه‌زنی و محتوای کلروفیل کاسته شد (Omidpanah et al., 2012). بررسی تأثیر آللوپاتیک عصاره آبی برگ گردو بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم حاکی از کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه روند با افزایش غلظت عصاره بود (Roohi et al., 2009). تأثیر آللوپاتیک عصاره آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) که به لحاظ نوع ترکیبات بسیار مشابه کاکوتی است نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، درصد و سرعت جوانه‌زنی و مولفه‌های رشد دو گونه علف پشمکی با کاهش محسوسی مواجه گردید (Saberi et al., 2011). ارقام گیاهان زراعی ممکن است واکنش متفاوتی به حضور ترکیبات آللوپاتیک نشان دهند. بررسی تاثیر آللوپاتیک برخی علف‌های هرز بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۱۲ رقم گندم نشان داد که ارقام از نظر حساسیت به ترکیبات تاثیر آللوپاتیک یکسان نبوده و پاسخ متفاوتی را بروز می‌دهند (Omidpanah et al., 2012)

کاکوتی کوهی یا آویشن برگ باریک (*Ziziphora clinopodioides Lam*) گیاهی دارویی از خانواده نعناعیان بوده که برگ های آن حاوی ۱/۵-۱ درصد اسانس است (Salehi et al., 2005). کاکوتی در بیشتر رویشگاه‌های استان خراسان شمالی یافت می‌شود و در طب عوام منطقه به عنوان آرام‌بخش، مقوی معده، رفع سرفه و سرماخوردگی مصرف می‌شود (Verdianrizi, 2008). مصرف زیاد گیاه در بین مردم منطقه ایده ضرورت حفظ ژرم‌پلاسم‌های

کاکوتی را در رویشگاه‌های طبیعی و زراعی کردن این گونه ارزشمند را مطرح نموده است. با این وجود پیش از وارد کردن گیاه به تناوب زراعی منطقه ضرورت دارد که اثرهای احتمالی زیان‌بار ناشی از آللوپاتی گیاه بر سایر گیاهان اصلی حاضر در تناوب نظیر گندم بررسی گردد. تاکنون تحقیقی در زمینه تأثیر آللوپاتیک کاکوتی بر جوانه‌زنی و رشد گندم گزارش نشده است. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تأثیر عصاره آبی برگ کاکوتی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه رقم پیشتاز، پیشگام و سایونز گندم که از ارقام رایج مورد کشت در منطقه شیروان هستند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار در آزمایشگاه تحقیقات بذر مجتمع آموزش عالی شیروان در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. سه رقم گندم شامل پیشتاز، پیشگام، سایونز عامل اول و عصاره آبی برگ کاکوتی در ۵ سطح (غلظت صفر یا شاهد، ۱/۵، ۳، ٦، ۱۰ درصد) به عنوان عامل دوم لحاظ گردید. برگ کاکوتی از گیاهان کشت شده در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی شیروان جمع‌آوری شد. برای عصاره‌گیری ابتدا برگ‌های جمع‌آوری شده در سایه خشک و با آسیاب برقی پودر شدند. سپس مقدار ۱۰۰ گرم از برگ پودر شده در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید و برای ٢٤ ساعت روی شیکر قرار گرفت. مخلوط حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد و مایع صاف شده به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از جداسازی دو فاز ایجاد شده، مایع فوقانی به عنوان عصاره آبی ۱۰ درصد استفاده شد. با رقیق کردن عصاره ۱۰ درصد توسط آب مقطر، سایر غلظت‌ها تهیه گردید (Azirak and Karaman, 2008). برای سطح صفر(شاهد) نیز از آب مقطر استفاده شد. بعد از تهیه عصاره‌ها، برای هر یک از ارقام در غلظت‌های مورد نظر چهار تکرار ۲۵ بذری گندم انتخاب و در پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری که کف آنها با کاغذ صافی واتمن پوشیده شده بود، قرار گرفتند. در ادامه به پتری دیش‌ها مقدار هفت میلی‌لیتر از غلظت‌های مورد نظر اضافه گردید. پتری‌دیش‌ها به داخل اتاقک رشد با دمای۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بازدید از بذور در فواصل زمانی ۱۲ ساعته برای مدت ۱۰ روز انجام گرفت و تعداد بذور جوانه‌زده ثبت و شمارش شد (ISTA, 1993). در زمان شمارش معیار بذور جوانه زده خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، زمان تا شروع (مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد؛ D10)، زمان تا اواسط (مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد؛ D50) و زمان تا پایان جوانه‌زنی (مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر خود برسد؛ D90)) از برنامه Germin (Soltani and Mddah, 2010) استفاده شد. سرعت جوانه‌زنی (R50؛ در ساعت) از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$R50=1/D50 \qquad \text{معادله (۱)}$$

در پایان آزمایش و بعد از اتمام شمارش، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن خشک با قرار دادن گیاهچه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون برای مدت ٤٨ ساعت و توزین آنها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ انجام شد (Pirasteh-Anosheh et al., 2011). داده‌های بدست آمده در قالب آزمایش فاکتوریل تجزیه واریانس شدند. با توجه به کمّی بودن سطوح غلظت عصاره از تجزیه رگرسیون برای مقایسه غلظت‌های عصاره در سطح هر رقم استفاده شد. مقایسه میانگین بین ارقام در هر سطح زوال نیز با استفاده از روش

کمترین توان‌های دوم انجام شد. برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. برای رسم نمودارها از Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم، غلظت عصاره و اثر متقابل رقم و غلظت عصاره بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۱). حداکثر درصد جوانه‌زنی تنها صفتی بود که تحت تأثیر متقابل رقم و غلظت عصاره قرار نگرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف بر درصد جوانه‌زنی (Gmax)، سرعت جوانه‌زنی (R50)، زمان تا شروع جوانه زنی (D10)، زمان تا پایان جوانه زنی (D90)، وزن خشک گیاهچه (DS)، طول ریشه‌چه (LR) و طول ساقه‌چه (LS).

منابع تغییرات	درجه آزادی	Gmax	R50	D10	D90	DS	LR	LS
رقم	۲	۵۲/۲۶**	۰/۰۰۰۰۵**	٤٥٩/٦٣**	٦٥/٣٧*	١٣٤٩/٤١**	١١٩٦/٩٩**	٢٤٩/٥٤**
عصاره	٤	٢١٧/٤٢**	۰/۰۰۰۵**	١٤٦٣/١٣**	٢٩٤١/٥٧**	٣٧٥٧٢/١٨**	٢٩٧٥/٠٦**	٢٤١٤/٧١**
رقم×عصاره	٨	١٥/٨٢^{ns}	۰/۰۰۰۰۱*	٣٢/٩٦**	٤٣/١٧*	٣٩٥/١٦**	٢٠٤/٥٧**	٢٠/٠٩ *
خطا	٣۰	٩/٦۰	۰/۰۰۰۰۰٦	٧/٥٨	١٩/٠٣	١۰۰/٨٩	١٤/١٧	٧/٢١
ضریب تغییرات	–	٣/٢٨	١۰/٢۰	١۰/٢٦	٧/٠٦	٥/٨٤	٧/٨٣	٦/٢

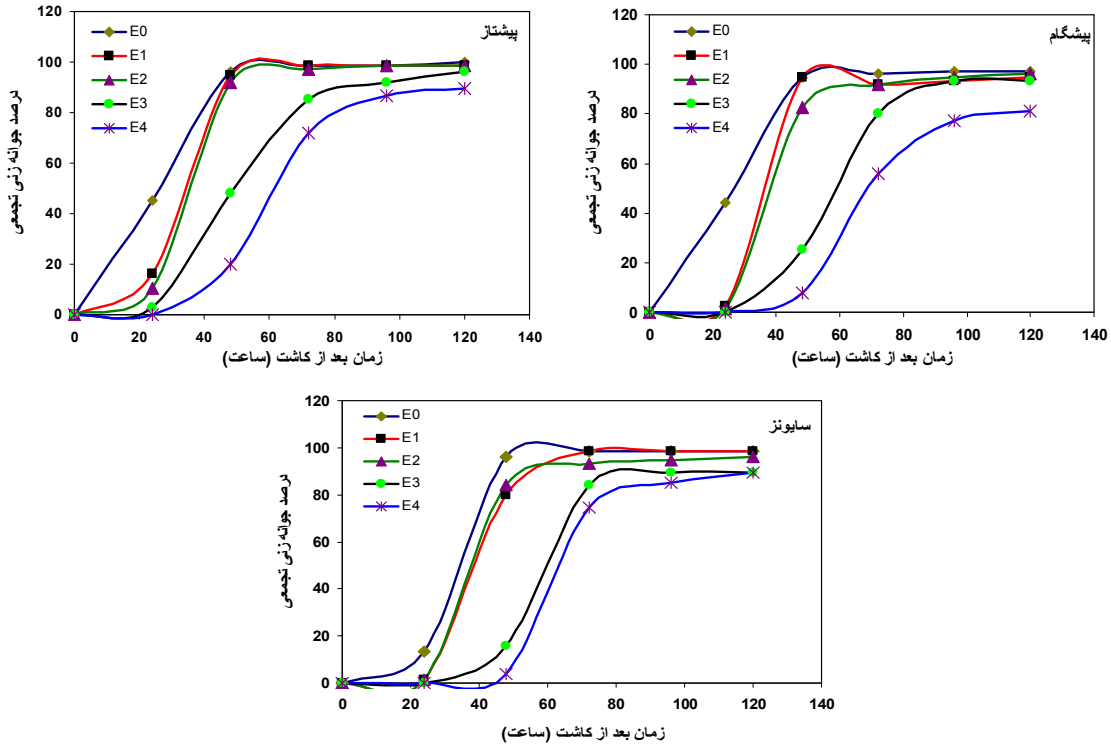
^{ns}و *و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و۱ درصد را نشان می‌دهد.

شکل (۱) روند تجمعی جوانه‌زنی سه رقم را نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود، بذوری که محیط‌هایی با غلظت کمتر عصاره را تجربه کردند زودتر جوانه زدند و زودتر نیز به حداکثر درصد جوانه‌زنی خود رسیدند. نتایج حاصل شده برای حداکثر درصد جوانه‌زنی نشان داد که رقم پیشتاز (با میانگین ۹٦/۲۷ درصد) بیشترین درصد جوانه‌زنی را دارا بود و بعد از آن رقم پیشگام (با میانگین ۹٤ درصد) و سایونز (با میانگین ۹۲/۵۳ درصد) جای گرفتند. بین رقم پیشتاز با پیشگام و رقم پیشگام با سایونز به لحاظ حداکثر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. روندی نزولی در حداکثر درصد جوانه‌زنی به ازای افزایش غلظت عصاره مشاهده گردید به‌نحوی‌که حداکثر درصد جوانه‌زنی از ۹۷/٦۷ درصد در غلظت صفر عصاره به ۹۷/۳۳ درصد در غلظت ۱/۵ درصد، ۹٦/۸۹ درصد در غلظت سه درصد، ۹۲/٤٤ درصد در غلظت شش درصد و ۸٦/٦۷ درصد در غلظت ۱۰ درصد تنزل یافت. اختلاف معنی‌داری در حداکثر درصد جوانه‌زنی بین غلظت‌های صفر، ۱/۵ و سه درصد وجود نداشت.

نتایج مقایسه میانگین صفات متاثر از اثر متقابل رقم و غلظت عصاره در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل و با انجام عمل برش‌دهی، مقایسه سه رقم در هر غلظت عصاره بطور جداگانه صورت گرفت (جدول ۲).

رقم پیشتاز در تمامی غلظت‌ها از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بود ولی این برتری بجز تیمار شاهد در سایر تیمارها محسوس نبود. در هر سه رقم کاهش ۵۰ درصدی در سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد در غلظت

بیش از شش درصد عصاره اتفاق افتاد. با تلفیق نتایج حاصله برای حداکثر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، چنین به نظر می‌رسد در محیط حاوی عصاره کاکوتی رقم پیشتاز از توانایی بیشتری برای حفظ قوه نامیه خود نسبت به دو رقم دیگر برخوردار است.



شکل ۱- روند تجمعی جوانه‌زنی ارقام گندم تحت تأثیر غلظت عصاره کاکوتی. E0 تا E4 به‌ترتیب غلظت صفر، ۱/۵، ۳، ٦ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین زمان تا شروع جوانه‌زنی (D10) و زمان تا پایان جوانه‌زنی (D90) نشان داد که در تمامی غلظت‌های عصاره، بذرهای رقم پیشتاز نسبت به دو رقم دیگر، فرآیند جوانه‌زنی را زودتر شروع و زودتر نیز به پایان رساندند و بعد از آن به ترتیب رقم پیشگام و سایونز قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه مولفه‌های رشد گیاهچه در بیشتر غلظت‌های عصاره، حاکی از افزایش محسوس و معنی‌دار وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه رقم پیشتاز نسبت به دو رقم دیگر بود. همچنین، مقایسه دو رقم پیشگام و سایونز نشان داد که در تمامی غلظت‌ها رشد ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه رقم پیشگام از وضعیت مطلوبتری برخوردار بود ولی رشد ساقه‌چه بجز تیمار شاهد که با برتری رقم سایونز همراه بود در سایر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی (R50)، زمان تا شروع جوانه زنی (D10)، زمان تا پایان جوانه زنی (D90)، وزن خشک گیاهچه (DS)، طول ریشه چه (LR) و طول ساقه چه (LS) بین ارقام در هر سطح غلظت عصاره بطور مستقل.

رقم	غلظت (درصد)				
	۰	۱/۵	۳	٦	۱۰
R50 (در ساعت)					
پیشتاز	۰/۰۳۹^{a}	۰/۰۲۹^{a}	۰/۰۲۸^{a}	۰/۰۲۰^{a}	۰/۰۱٦^{a}
پیشگام	۰/۰۳۸^{a}	۰/۰۲۸^{a}	۰/۰۲٦^{a}	۰/۰۱۷^{a}	۰/۰۱٥^{a}
سایونز	۰/۰۲۹^{b}	۰/۰۲٦^{a}	۰/۰۲۷^{a}	۰/۰۱٦^{a}	۰/۰۱٤^{a}
D10(ساعت)					
پیشتاز	٥/۳۳ ^{b}	۱٥/٤۰ ^{b}	۲۱/۱۹ ^{b}	۲۷/٥۳ ^{c}	۳٥/۰۲ ^{b}
پیشگام	٥/٦٥ ^{b}	۲٥/۷٦ ^{a}	۲٦/٤۳ ^{a}	۳۲/۸۹^{b}	٤۸/۰۷ ^{a}
سایونز	۱۸/٥۸ ^{a}	۲٦/٥۹ ^{a}	۲٦/۳۸ ^{a}	۳۸/۰۱ ^{a}	٤۹/٦۷ ^{a}
D90 (ساعت)					
پیشتاز	٤٤/۳۰^{a}	٤٥/٤۹ ^{b}	٥۰/٤۹^{a}	۷٤/۱۱^{a}	۸۳/٤٦^{a}
پیشگام	٤٤/٦۰^{a}	٤٥/٥٤ ^{b}	٥٥/۲۸^{a}	۷۸/۸٦^{a}	۹۱/٥٤^{a}
سایونز	٤٥/۹۱^{a}	٥۸/۲٦ ^{a}	٥٤/٤۰^{a}	۷٦/۷۰^{a}	۸٤/٤۰^{a}
DS (میلی‌گرم)					
پیشتاز	۲٤۰/۲٦^{a}	۲۲٤/۰٦^{b}	۲۱٤/۹٦^{a}	۱۳۸/٦۰^{a}	۱۱٥/٥۰^{a}
پیشگام	۲۳۳/۱٦^{a}	۲٤۸/٤٦^{a}	۲۰۸/٥٦^{a}	۱۱۳/۷۳^{b}	۸٦/۷۰^{b}
سایونز	۲۲٤/۷٦^{a}	۲۱۲/٤٦^{b}	۲۰۸/٥۰^{a}	۱۰۹/۱۳^{b}	۸۳/۷۳^{b}
LR (میلی‌متر)					
پیشتاز	۹٤/٤۳^{a}	۷۸/٦۰^{a}	٥٦/۸٦^{a}	٤۳/٥٦^{a}	۳٦/۲۳^{a}
پیشگام	۸٥/٥۳^{b}	۷۷/۱۳^{a}	٥٦/۲۳^{a}	٤۲/۲٦^{a}	۳٦/٤۳^{a}
سایونز	٥۷/٤۳^{c}	٥۰/٦۳^{b}	٤٤/۹٦^{b}	٤۰/۲٦^{a}	۳۳/۸٦^{a}
LS(میلی‌متر)					
پیشتاز	٦۳/۱۰^{a}	٥۹/۳۳^{a}	٥٥/٤٦^{a}	۳۷/۱۳^{a}	۲٦/۹۰^{a}
پیشگام	٥٦/۷۰^{b}	٥۳/۲۰^{b}	٤۲/۹۰^{b}	۲۸/۷۳^{b}	۱۹/۸۲^{b}
سایونز	٦٦/۰۲^{a}	٥٤/٦۰^{b}	٤٥/۷۸^{b}	۳۰/۷۳^{b}	۲۱^{b}

برای هر صفت میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ با یکدیگر ندارند.

در هر رقم تجزیه بیشتر با استفاده از رگرسیون ساده خطی بین غلظت‌های عصاره و صفات مورد مطالعه انجام شد. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در هر سه رقم، اثر زوال بذر بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار است (جدول ۳). در حالی‌که رابطه خطی مثبت بین غلظت‌های عصاره با زمان تا شروع و پایان جوانه‌زنی شکل گرفت، رابطه درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با غلظت‌های عصاره معکوس بود.

جدول ۳- نتایج تجزیه رگرسیون صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم تحت سطوح مختلف غلظت عصاره. ضرایب a و b برای رگرسیون ساده خطی، ضریب تبیین (R^2) و سطح معنی داری (Pr>F) نشان داده شده است.

رقم	a±SE	b±SE	R^2	Pr>F
پیشتاز				
درصد جوانه‌زنی(خروج ریشه چه)	۹۹/٦٥±۰/۲	−۱/۰۲±۰/۰٤	۰/۹۹	۰/۰۰۰۱
سرعت جوانه‌زنی(ساعت)	۰/۰۳±۰/۰۰۲	−۰/۰۰۱±۰/۰۰۰٥	۰/۷۹	۰/۰٤
زمان تا ۱۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	۱۲/۹۹±۳/٤۹	۲/۳۹±۰/٦۹	۰/۸۰	۰/۰٤
زمان تا ۹۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	٤۷±۲/۸۳	۳/۹۹±۰/٥٦	۰/۹٤	۰/۰۰٥
وزن خشک گیاهچه(میلی گرم)	۲۲۸/۲۸±۱۱/۰۱	−۱۲/٦±۲/۱۹	۰/۹۱	۰/۰۱
(mm)طول ریشه چه	۷۷/۸۲±۹/۰۱	−٤/۸۱±۱/۷۹	۰/۷۱	۰/۰٥
(mm)طول ساقه چه	٦۰/۲۷±۲/۲٥	−۳/٦۰±۰/٤٤	۰/۹٥	۰/۰۰٤
پیشگام				
درصد جوانه‌زنی(خروج ریشه چه)	۹۷/۲۸±۱/۳۹	−۱/٤٤±۰/۲۷	۰/۸۹	۰/۰۱
سرعت جوانه‌زنی(ساعت)	۰/۰۳±۰/۰۰۳	−۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۷	۰/۷۱	۰/۰٥
زمان تا ۱۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	۱۷/۳٥±٥/۰۷	۳/۱٥±۱	۰/۷٦	۰/۰٥
زمان تا ۹۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	٤۷/۲۸±۳/٥۲	٤/۸۱±۰/۷	۰/۹٤	۰/۰۰٦
وزن خشک گیاهچه(گرم)	۲۳۱/۳۲±۱۱/۹۱	−۱٦/۲۳±۲/۳۷	۰/۸۹	۰/۰۰۳
(cm)طول ریشه چه	۷۳/۸٤±٥/۹۱	−٤/۳٤±۱/۱۷	۰/۷٤	۰/۰٥
(cm)طول ساقه چه	٥۱/۸۹±۳/۸٤	−۳/٥۲±۰/٥۱	۰/۸۹	۰/۰۱
سایونز				
درصد جوانه‌زنی(خروج ریشه چه)	۹۷/۷۲±۱/٤۳	−۱±۰/۲۸	۰/۸۰	۰/۰۳
سرعت جوانه‌زنی(ساعت)	۰/۰۲±۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۳	۰/۸٥	۰/۰۲
زمان تا ۱۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	۲۲/٦۱±۱/۷٦	۲/۷۹±۰/۳٥	۰/۹٥	۰/۰۰٤
زمان تا ۹۰ درصد حداکثر جوانه زنی(ساعت)	٥۱/٤۳±۲/۷۲	۳/٤۲±۰/٥٤	۰/۹۳	۰/۰۰۸
وزن خشک گیاهچه(گرم)	۲۱٦/۸۸±۱۳/۱۲	−۱٤/۸۹±۲/٦۱	۰/۹۱	۰/۰۱
(cm)طول ریشه چه	٥۱/۸۳±۲/٦۷	−۱/۹٤±۰/٥۳	۰/۸۱	۰/۰۳
(cm)طول ساقه چه	٥٤/۱۲±۳/۳۷	−۳/٦٦±۰/٦۷	۰/۹۱	۰/۰۱

بر این اساس، به ازای افزایش هر یک درصد غلظت عصاره، زمان تا شروع جوانه‌زنی رقم‌های پیشتاز، پیشگام و سایونز به ترتیب ۲/۳۹، ۳/۱٥ و ۲/۷۹ ساعت افزایش یافت (جدول ۳). پایان جوانه‌زنی نیز روند مشابهی نشان داد به نحوی که به ازای افزایش هر یک درصد غلظت عصاره زمان تا پایان جوانه‌زنی رقم‌های پیشتاز، پیشگام و سایونز به ترتیب ۳/۹۹، ٤/۸۱ و ٤/۱۲ ساعت افزایش پیدا نمود (جدول ۳). در هر سه رقم به‌طور نسبتاً یکسان به ازای افزایش هر یک درصد غلظت عصاره، درصد جوانه‌زنی به مقدار یک درصد و سرعت جوانه‌زنی به میزان ۰/۰۰۱ در ساعت با کاهش روبرو شدند (جدول ۳).

اجزای رشد گیاهچه نیز واکنش منفی به اعمال فرسودگی نشان دادند به نحوی که به ازای افزایش هر یک درصد غلظت عصاره کاهشی معادل ۱۲/٦، ۱٦/۲۳ و ۱٤/۸۹ میلی‌گرم به ترتیب در وزن خشک گیاهچه‌های ارقام پیشتاز، پیشگام و سایونز اتفاق افتاد. چنین روندی در طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز مشاهده گردید (جدول ۳).

آنالیز اسانس استخراج شده از برگ کاکوتی نشان می‌دهد که بخش اعظم اسانس را مونوترپن‌های اکسیژنی تشکیل می‌دهند (Salehi et al., 2005). مهم‌ترین ترکیبات اسانس به ترتیب شامل پولگون، ایزومنتون، ۱ و ۸- سینئول و پیپرینتون و نیز برخی ترکیبات دیگر در مقادیر بسیار کم است (Salehi et al., 2005; Sonboli et al., 2006; Verdianrizi, 2008). بسیاری از این ترکیبات دارای فعالیت دگرآسیبی هستند به‌طوری‌که خاصیت سمیت گیاهی پولگون (Araniti et al., 2012) و دگرآسیبی ۱ و ۸- سینئول (Safaei-ghomi and Batooli, 2010) و پیپرینتون (Dudai et al., 2004) به اثبات رسیده است. بنابراین به واسطه وجود چنین ترکیباتی در اسانس کاکوتی، تأثیر بازدارندگی مشاهده شده در این آزمایش قابل توجیه است. در مطالعه حاضر در هر سه رقم با افزایش غلظت عصاره، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش و زمان تا شروع و پایان جوانه‌زنی افزایش یافت. نتایجی که در تشابه با نتایج حاصل از بررسی تأثیر بازدارندگی عصاره سایر گیاهان دارویی همچون موخورش (Omidpanah et al., 2012)، گردو (Roohi et al., 2009)، رزماری، شیرین بیان، بابونه و اکالیپتوس (Pirasteh-Anosheh et al., 2011) بر جوانه‌زنی گندم است. کاهش فرآیندهای مرتبط با جوانه‌زنی در حضور ترکیبات آاللوپاتیک را باید به توقف یا کاسته شدن از فعالیت آنزیم‌های هیدورلیتیک و هورمون‌های موثر در جوانه‌زنی نسبت داد. برای مثال، گزارش شده است که بسیاری از ترکیبات شیمیایی برخوردار از توان آللوپاتیک سبب کاهش تأثیر تحریک کنندگی هورمون‌های جیبرلین و اسید ایندول استیک می شوند (Tomaszewski and Thimann, 1966). همچنین فعالیت آنزیم‌هایی نظیر آلفا-آمیلاز که مهم‌ترین آنزیم تجزیه کننده نشاسته در آندوسپرم دانه گندم است در حضور ترکیبات آللوپاتیک مختل می شود (Alam and Islam, 2002).

افزایش غلظت عصاره تأثیر بازدارندگی بر مولفه‌های رشد گیاهچه شامل طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه داشت. در مطالعه‌ای به بررسی توان دگرآسیبی ۱۰٤ گونه دارویی و خودرو ایران بر جوانه‌زنی و رشد کاهو پرداخته شد (Amini et al., 2014). در این مطالعه کاکوتی در بین ۱۰ گونه‌ای قرار گرفت که دارای بیشترین تأثیر بازدارندگی (۹۵-۸۳ درصد) بر رشد ریشه‌چه بود. بر اساس نتایج حاصله گزارش گردید که تأثیر بازدارندگی عصاره برگی کاکوتی به واسطه وجود ترکیبات پولگون، ۱ و ۸- سینئول و پیپرینتون در اسانس برگ گیاه است. بررسی تأثیر دگرآسیبی عصاره مورخوش (Omidpanah et al., 2012)،گردو (Roohi et al., 2009)، جو (Ben- et al., 2001 Hammuda)، رزماری، شیرین‌بیان، بابونه و اکالیپتوس (Pirasteh-Anosheh et al., 2011) نیز حاکی از تأثیر بازدارندگی بر رشد گیاهچه گندم بود. گزارش شده است که حضور ترکیبات دگرآسیب در محیط رشد بذر با بازدارندگی تنفس میتوکندریایی و سنتز DNA همراه است (Macias et al., 2007) و با ممانعت از تشکیل دوک‌های تقسیم سبب توقف تقسیم سلولی می‌شود (Azirak and Karaman, 2008). بعلاوه، کاهش فعالیت هورمون جیبرلین و آنزیم آلفا-آمیلاز طی فرآیند جوانه‌زنی سبب کاهش در دو مولفه موثر بر رشد گیاهچه شامل وزن ذخایر بذری انتقال یافته و کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته به بافت گیاهچه می‌گردد (Soltani et al., 2006; Rassam and Dadkhah, 2013). مجموعه این رخدادها سبب می‌شود که گیاهچه‌های حاصل از بذرهای جوانه‌زده در محیط حاوی ترکیبات آللوپاتیک، دارای ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌هایی کوتاه‌تر و گیاهچه‌هایی با وزن خشک کمتر باشند.

مقایسه ارقام در غلظت‌های مختلف عصاره حاکی از برتری رقم پیشتاز در بیشتر مولفه‌های جوانه‌زنی و صفات رشدی گیاهچه نسبت به دو رقم پیشگام و سایونز بود. مشابه با این نتایج، واکنش متفاوت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم به سایر ترکیبات آللوپاتیک نظیر موخورش (Omidpanah et al., 2012) و علف‌های هرز (Kiarostami,

2003) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد خصوصیات ژنتیکی خاص ارقام منجر به تفاوت در پاسخ جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام با افزودن غلظت‌های مختلف عصاره گردیده است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این آزمایش بیانگر تأثیر بازدارندگی عصاره آبی برگ کاکوتی بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه رقم پیشتاز، پیشگام و سایونز گندم بود. جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان به‌شمار می‌رود (Windauer et al., 2007). این مرحله حساس با جذب آب توسط بذر شروع شده و با طویل شدن محور جنینی و خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه به پایان می‌رسد. پوشیده شدن کامل زمین در اویل فصل به بالارفتن قدرت رقابت گیاه زارعی با گیاهان هرز، جذب بیشتر نور در جامعه گیاهی و کاهش تبخیر از سطح خاک و نهایتا افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌انجامد(Rebetzke and Richards, 1999; Soltani and Galeshi, 2002). بنابراین حضور عواملی نظیر ترکیبات آللوپاتیک در محیط رشد بذر که سبب تاخیر یا عدم جوانه‌زنی بذر و نیز کاهش ظهور گیاهچه می‌شوند بایستی به حداقل برسد. اهلی کردن گیاهان دارویی مناطق مختلف کشور و ورود آنها به زیست بوم‌های زراعی به عنوان اساسی‌ترین راهبرد توسعه و حفظ ژرم‌پلاسم‌های گیاهان دارویی معرفی شده است. با این وجود قبل از لحاظ کردن این گیاهان در برنامه تناوب زراعی منطقه، ضروری است که اثرهای احتمالی زیان‌بار ناشی از حضور آنها بر سایر گیاهان حاضر در تناوب بررسی گردد. چنین ارزیابی‌هایی می تواند متضمن دو هدف اساسی در مدیریت زراعی گردد: (۱) با معرفی گیاهان یا ارقام مقاوم به اثرات دگرآسیب به بهینه‌سازی برنامه تناوب زراعی بیانجامد و (۲) زمینه استفاده مطلوب از توان دگرآسیبی گیاهان دارویی منطقه را در کنترل عوامل خسارت‌زای گیاهی فراهم نماید.

References

Alam, S.M., and Islam, E.U. 2002. Effect of aqueous extract of leaf stem and root of nettleleaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. Pakistan Journal of Science Technology. 1(2): 47-52.

Amini, S., Azizi, M., and Joharchi, M.R. 2014. Determination of allelopathic potential in some medicinal and wild plant species of Iran by dish pack method.Theor. Exp.plant physiol

Anaya, A.L. 1999. Allelopathic bacteria and their impact on higher plants. Critical Review in Plant Science. 18(6): 697-739.

Araniti, F., Lupini, A., Sorgona, A., Conforti, F., Marrelli, M., Statti, G.A., Menichini, F., and Abenavoli, M.R. 2012. Allelopathic potential of Artemisia arborescens: isolation, identification and quantification of phytotoxic compounds through fractionation guided bioassays. Nat Prod Res. 27(10):880–887.

Azirak, S., and Karaman, S. 2008. Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. Acta. Agric. 58: 88-92.

Ben-Hammuda, M., Ghoral, H., Kremer, R.J., and Oueslati, O. 2001. Allelopathic effects of barely extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats. Agronimic. 21: 65-71.

Dudai, N., Ben-Ami, M., Chaimovich, R., and Chaimovitsh, D. 2004. Essential oils as allelopathic agents: bioconversion of monoterpenes by germinating wheat seeds. Acta Hort. 629(505):508.

FAO. Food and agriculture organization.www.FAO.org; 2010.

Fenandez, M., Aparicioa, J.C. and Rubialesa, S.D. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by Orobanche crenata in legumes. Crop Prot. 26: 1166-1172.

Fuji, Y., Furukawa, M., Hayakawa, Y., Sugawara, K., and Shibuya, T. 1991. Survay of Japanese medicinal plants for the detection of allelopathic properties. Weed Res. 36:36-42.

ISTA. 1993. Hand book for seedling evaluatuion. International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland. 72P.

Khoshnevisan, B., Rafiee, Sh., Omid, M., and Mousazadeh, H. 2013. Applying data envelopment analysis approach to improve energy efficiency and reduce GHG (greenhouse gas) emission of wheat production. Energy. 58: 588-593.

Kiarostami, Kh. 2003. The study on allelopathic effects of some weeds on seed germination and seedling growth of different cultivar of wheat. Pajouhesh & Sazandegi. 61: 66-72.

Kohli, R.K., Singh, H.P. and Batish, D.R. 2001. Allelopathy in agro ecosystems. Food Products Press, USA, 447p.

Lee, D.L., Prisbylla, M.P., Cromartie, T.H., Dagarin, D.P., Howard, S.W., Provan, W.M., Ellis, M.K., Fraser, T. and Mutter L.C. 1997. The discovery and structural requirements of inhibitors of p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Weed Science. 45(5): 601-609.

Macias, F.A., Molinillo, R.M., Varela, and J.C.G., Galindo, J. 2007. Allelopathy a natural alternative for weed control. Pest Manag. Sci. 63:327-348.

Narwal, S. and Tauro, P. 1996. Suggested Methodology for Allelopathy Laboratory Bioassay. Scientific Publishers. Jodhpur, India. 255- 260.

Omidpanah, N., Moradshahi, A. and Asrar, Z. 2012. Investigation on allelopathic potential of *Zhuceria majdae* Rech. Essential oil on two wheat cultivars. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants. 28(3): 198-209.

Pirasteh-Anosheh, H., Amam, Y., and Seharkhiz, M.J. 2011. Study the allelopathic characteristics of medicinal plants on germination traits and seedling growth of wheat (*Triticum astivum*) and wild oat (*Avena ludoviciana*). Iranian Journal of Field Crops Research. 9 (1): 95-102.

Qasem, J.R. 1995. Allelopathic effect of some arable land weeds on wheat (*Triticum durum* L.): A survey. Dirasat. 22(4): 81-97.

Rassam, Gh., and Dadkhah, A. 2013. The effects of drought stress on germination and heterotrophic seedling growth characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Journal of Agronomy Sciences. 9: 13-24.

Rebetzke, G.L. and Richards, R.A. 1999. Genetic improvement of early vigor in wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 50: 291–301.

Rice E.L. 1984. Allelopathy, 2nd edn. Academic Press, New York.

Roohi, A., Tajbakhsh, M., Saeidi, M.R., and Nikzad, P. 2009. Study the allelopathic effects of walnut (*Juglans regia*) water leaf extract on germination charactristics of wheat (*Triticum astivum*), onion (*Allium cepa* L.) and Lactuca (*Lactuca sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 7 (2): 457-464.

Saberi, M., Shahriar, R., Jafari, M., Tarnian, A., and Safari, H. 2011. Allelopathic effect of Thymus kotschyanus on seed germination and initial growth of Bromus inermis and Agropyron elongatum. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 93:18-25.

Safaei-ghomi, J., and Batooli, H. 2010. Determination of bioactive molecules from flowers, leaves, stems and roots ofpe-rovskia abrotanoideskarel growing in central Iran by nanoscale injection. Dig J Nanomater Biostructures (DJNB). 5(2):601–606.

Salehi, P., Sonboli, A., Eftekhar, F., Nejad Ebrahimi, S. and Yousef Zadi, M. 2005. Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of oil and various extracts of Ziziphora clinopodioides subsp rigida (Boiss). Rech. f. from Iran. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 28 (10): 1892-1896.

Samad, M.A., M.M. Rahman, A.K.M.M. Hossaini, M.S. Rahman and S.M. Rahman. 2008. Allelopathic effects of five selected weed species on seed germination and seedling growth of corn. J. Soil. Nature. 2: 13-18.

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany. 55: 195-200.

Soltani, A., and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. Field Crops Research. 77: 17–30.

Soltani, A. and Mddah, V. 2010. Program applications for education and research in agriculture. Niac publisher. P: 32.

Sonboli, A., Mirjalili, M.H., Hadian, J., Ebrahimi, S.N., Yousefzadi, M.Z., and Naturforsch, C. 2006. Antibacterial activity and composition of the essential oil of Ziziphora clinopodioides subsp. bungeana (Juz.) Rech. f. from Iran. Z Naturforsch C. 61.677-680.

Terzi, I. 2008. Allelopathic effects of juglane and decomposed walnut leaf juice on muskmelon and cucumber seed germination and seedling growth. Afr J Biotechnol. 7 (12): 1870- 1874.

Tomaszewski, M., and Thimann, K.V. 1966. Interactions of phenolic acids, metallic ions and chelating agents on auxin-induced growth. Plant Physiol. 41: 1443-1454.

Verdianrizi, M.R. 2008. Composition of the essential oil and biological activity of Ziziphora clinopodioides Lam. from Iran. Sustainable Agriculture. 2(1):69-71.

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.