Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2981-2461

The Effect of Green Synthesis of Chitosan with Oat Extract on the Germination of Pigweed (*Amaranthus retroflexus*)

Ali Ebadi[1*], Fatemeh Ahmadnia[2]

[1] Professor, Plant Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: Ebadi@uma.ac.ir

[2] Ph.D student, Plant Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: F.ahmadnia@uma.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2023/7/4
Revised: 2024/1/6
Accepted: 2024/2/9

Keywords:
Allelopathy
Cover crops
Nanoparticles
Release
Weeds

ABSTRACT

Oats (*Avena sativa* L.) possess allelopathic properties and can serve as effective cover crops to inhibit weed growth. This study aimed to investigate the effect of the aqueous extract and formulated extract of oats with chitosan nanoparticles on the germination of red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in the year 2021. The experiment was designed using a factorial based on a completely randomized design, with three repetitions. The experimental treatments included the type of extract (aqueous extract of oats and formulated extract of oats with chitosan nanoparticles) and six control concentrations (distilled water and chitosan without plant extract), 10, 50, 100, 150, and 200 g/L. The results of the study demonstrated that the interaction between the type of extract and different concentrations significantly affected the evaluated traits at the probability level of 1%. The percentage of germination in the aqueous extract of oats and its formulated extract with chitosan nanoparticles in concentrations of 100, 150, and 200 were zero, 16.66, 15.33, and 5.33%, respectively. Also, increasing the concentration of the extract formulated with chitosan caused a decrease in germination rate (85.46, 87.95, and 96.10%), mean daily germination percentage (82.75, 84.20, and 94.49%), seedling vigor index (85.53, 87.60 and 97.71%) and synchronization index (45.76, 47.90 and 14.75%) of the red root pigweed compared to chitosan without plant extract. These findings suggest that of the aqueous extract of oats had a greater inhibition on the germination the red root pigweed weed.

Cite this article: Ebadi, A., Ahmadnia, F. (2023). The Effect of Green Synthesis of Chitosan with Oat Extract on the Germination of Pigweed (*Amaranthus retroflexus*).*Seed Research*, 13 (1), 1-19.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

تأثیر سنتز سبز کیتوزان با عصاره یولاف زراعی بر جوانه‌زنی تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*)

علی عبادی[1*]، فاطمه احمدنیا[2]

[1] استاد، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولید و ژنتیک بەنژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
رایانامه: Ebadi@uma.ac.ir

[2] دانشجوی دکتری، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولید و ژنتیک بەنژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
رایانامه: F.ahmadnia@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۰

واژه‌های کلیدی:
دگرآسیبی
رهایش
علف‌های هرز
گیاهان پوششی
نانوذره

چکیده

یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) دارای خاصیت دگرآسیبی است و می‌تواند به عنوان گیاهان پوششی مؤثر برای مهار رشد علف‌های‌هرز عمل کند. این مطالعه با هدف بررسی اثر عصاره آبی و عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذرات کیتوزان بر جوانه‌زنی تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره (عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذرات کیتوزان) و شش غلظت شاهد (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل نوع عصاره و غلظت‌های مختلف به‌طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد تأثیرگذار بود. درصد جوانه‌زنی در عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذرات کیتوزان در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ به ترتیب صفر، ۱۶/۶۶، ۱۵/۳۳ و ۵/۳۳ درصد بود. همچنین افزایش غلظت عصاره فرموله شده با کیتوزان باعث کاهش در سرعت جوانه‌زنی (۸۵/۴۶، ۸۷/۹۵ و ۹۶/۱۰ درصد)، میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه (۸۲/۷۵، ۸۴/۲۰ و ۹۴/۴۹ درصد)، شاخص بنیه گیاهچه (۸۵/۵۳، ۸۷/۶۰ و ۹۷/۷۱ درصد) و شاخص همگام‌سازی (۴۵/۷۶، ۴۷/۹۰ و ۷۵/۱۴ درصد) تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که عصاره آبی یولاف زراعی بازدارندگی بیشتری بر جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز داشت.

استناد: عبادی، علی؛ احمدنیا، فاطمه. (۱۴۰۲). تأثیر سنتز سبز کیتوزان با عصاره یولاف زراعی بر جوانه‌زنی تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*). *تحقیقات بذر*، ۱۳ (۱)، ۱۹-۱.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

شناخت ویژگی‌های بذر علف‌های‌هرز نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود سیستم‌های مدیریتی علف‌های‌هرز دارد. تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) علف‌هرزی یکساله، دو لپه‌ای با مسیر فتوسنتزی C_4 و از خانواده *Amaranthaceae* می‌باشد (Valerio et al., 2011; Qi et al., 2017). این گیاه سومین علف‌هرز غالب در جهان بوده و به‌طور کلی در ۷۰ کشور گرمسیری و نیمه‌گرمسیری گسترش یافته است (Costea et al., 2004; Enayati et al., 2019). یکی از مهمترین روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده از نهاده‌های شیمیایی است با این حال عدم توجه به کاربردهای هدفمند و علمی نهاده‌های شیمیایی باعث کاهش کارایی آن‌ها و افزایش آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود. امروزه استفاده از پتانسیل‌های دگرآسیبی گیاهان مختلف به‌عنوان روش‌های زیستی در مدیریت علف‌های‌هرز، مورد توجه پژوهشگران است. این گیاهان با خاصیت دگرآسیبی می‌توانند بر جوانه‌زنی، ظهور و رشد علف‌های هرز تأثیرگذار باشند (Lemessa and Wakjira, 2015). در فرآیندهای دگرآسیبی متابولیت‌های ثانویه تولید و آزاد می‌شوند که رشد و نمو سامانه‌های زیست‌شناختی اطراف خود را سرکوب می‌کنند (Tatari et al., 2020). این متابولیت‌ها، مواد دگرآسیب شیمیایی خوانده می‌شوند و به‌صورت مواد مترشحه، اسانس و باقیمانده ترکیبات تجزیه شده می‌باشند (Mohammadzadeh and Mohammadzadeh, 2013). تداخل‌های آللوپاتیک یا تداخل‌های شیمیایی اگرچه ممکن است ناچیز به‌نظر آیند اما می‌تواند با تغییر نتیجه رقابت بین گونه‌های گیاهی تأثیر گسترده‌ای در مدیریت علف‌های‌هرز داشته باشند (Narwal, 2015). پتانسیل دگرآسیبی یک گیاه به عوامل مختلف مانند گونه گیاهی، رقم، مرحله رشد، نوع اندام گیاهی و محیط رشد گیاه بستگی دارد (Najafi et al., 2009).

کاهش در میزان مصرف علفکش‌های شیمیایی و زیستی و بهبود عملکرد علفکش‌ها و اثربخشی آن‌ها برای مدت زمان طولانی‌تر، بهره‌گیری از روش رهایش کنترل شده علفکش‌ها از اهداف کاربرد نانوتکنولوژی در علف‌کش‌ها است (Algandaby and El-Darier, 2016; Ozpinar et al., 2017). گستره وسیعی از پلیمرهای سنتزی و طبیعی (نانوذرات) می‌توانند برای رهایش کنترل شده مورد استفاده قرار بگیرند که زیست‌تخریب‌پذیر نیز هستند (Natarajan and SN, 2012; Jayanth and Vinod, 2012). کنترل علف‌های‌هرز با علفکش‌های زیستی و شیمیایی نانوکپسوله شده یا فرموله شده، نمونه‌ای مناسب از سیستم رهایش کنترل شده می‌باشد که امروزه مورد توجه قرار گرفته است (Perez and Rubiales, 2009). گیاهان یکی از بهترین منابع برای استخراج انواع سورفاکتانت‌های طبیعی در زمینه سنتز سبز بوده و نانوذرات سنتز شده توسط عصاره‌ی گیاهان پایدارتر می‌باشد (Fakhari et al., 2019; Alamdari et al., 2020). کیتوزان[1] یک آمینوپلی‌ساکارید خطی آب دوست طبیعی با واحدهای D-گلوکز آمین و N-استیلD-گلوکز آمین است که شباهت ساختاری زیادی به سلولز دارد (Winkler et al., 2017). این ماده غیر سمی، زیست تخریب‌پذیر، دارای خواص آنتی‌باکتریایی، خواص چسبندگی، خصوصیاتی چند بعدی، عملکرد بالا و ویژگی‌های جالب توجه بوده که باعث شده است امروزه به طور وسیعی در پزشکی، صنعت و کشاورزی مورد توجه قرار بگیرد (Rampinoa et al., 2013; Cheung et al., 2015). در علم کشاورزی می‌توان از کیتوزان به عنوان یک عامل آزادسازی کنترل شده برای ترکیباتی مانند آفت‌کش‌ها،

[1] Chitosan

علفکش‌ها و ترکیبات مغذی برای رشد گیاه نظیر مس، آهن، منگنز و غیره استفاده کـرد (Struszezyk et al., 1989).

یـولاف زراعـی (*Avena sativa* L.) گیـاهی از خانواده *Poaceae* اسـت (Kim et al., 2021) کـه در میان غلات از ارزش غذایی و علوفه‌ای (Rostami et al., 2022) و دارویـی (Azadbakht and Fesahat, 2018) بالایی برخوردار است و غالباً بـه عنـوان گیـاه پوششی کشت مـی‌شـود (Ahmadnia et al., 2021). تحمل بالای این گیاه به شـرایط نامسـاعد محیطـی از جمله آب و هوای سرد و مرطوب و طیف وسـیعی از خاک‌هایی با حاصلخیزی کـم، موجـب توجـه بـالای کشاورزان به تولید این گیاه چند منظـوره شـده اسـت (Dolatabadi et al., 2018). عـلاوه بـراین، براسـاس آمار فائو[1] تولید جهانی دانه یولاف بـه منظـور تغذیـه انسان در سال ۲۰۱۹ در حدود ۲۲/۵ میلیون تن بـوده است کـه کشـورهای تولیدکننـده روسـیه و کانـادا در مجموع ٤٠ درصد از سهم تولید این گیاه را بـه خـود اختصاص داده‌اند (FAOSTAT, 2021). یولاف حاوی ترکیبـات شـیمیایی فراوانـی اسـت کـه عملکردهـای متفاوتی دارند (Martín-Diana et al., 2021). برخـی از این ترکیبات شـامل فـلاون-کلیگوزیـدهای[2] ماننـد O-متیل-آپژنین-C-هگزوساید-O- دی‌هگزوسیدین[3]، آلکالوئید ایندول-گرامین[4] (آپژنین-C-هگزوساید-O-پنتوساید[5] و لوتیلن-C-هگزوسـاید-O-پنتوسـاید[6]) و فلاونولیگنان‌هـا[7]، تـری‌ترپنوئیـدها[8]، اسـید فرولیـک[9]، فنولیک‌ها[10]، ساپونین‌ها[11] و استرول‌ها[12] است (Kaur et al., 2016). برخـی از ایـن ترکیبـات آللوشـیمیایی رشد گیاه را بهبود و برخی از آنها اثـرات بازدارنـدگی دارنـد (Mahmoud et al., 2022). ایـن ترکیبـات بـه عنوان علف‌کـش، حشـره‌کـش و تنظـیم‌کننـده رشـد استفاده مـی‌شـوند (Putnam et al., 1986). گـزارش شده است که عصاره متانولی یولاف دارای اثرات ضد میکروبی اسـت (Al-Amiery et al., 2010). بـا ایـن حال، مؤثرترین ترکیب در دگرآسیبی یولاف، ترکیبات فنلی است (Pérez et al., 1991).

اگرچه استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی یکـی از روش‌های متداول کنترل علـف‌هـای‌هـرز اسـت، امـا بکارگیری علف‌کش‌های زیستی با استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان به‌صورت رهایش‌های کنتـرل شـده به عنوان یکی از روش‌های ایمن، در سـرتا سـر دنیـا مورد توجـه پژوهشـگران اسـت. هـدف از پـژوهش حاضر بررسی بازدارندگی عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه‌قرمز بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر نانوذره کیتـوزان بـا عصـاره یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) بر جوانه‌زنـی تـاج خـروس ریشـه‌قرمـز (*Amaranthus retroflexus*) آزمایشی در سال ۱٤۰۰ در آزمایشـگاه بـذر دانشـکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشـگاه محقـق اردبیلـی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شـد. تیمارهـای آزمایشـی شـامل عصـاره خالص و عصاره فرموله شده کیتوزان با یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) و شش غلظت شاهد (آب مقطـر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود.

[1] Food and Agriculture Organization (FAO)
[2] Flavone-Cglycosides
[3] O-methyl- apigenin-C-hexoside-O-deoxyhexosidean
[4] Indole alkaloid-gramine
[5] Apigenin - C - hexoside-Opentoside
[6] Luteolin-C-hexoside-O-pentoside
[7] Flavonolignans
[8] Triterpenoid
[9] Ferulic acid
[10] Phenolics
[11] Saponins
[12] Sterols

زیست‌توده گیاهی: به این منظور در بهار ۱۴۰۰ اقدام به کشت گیاه یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) با میزان بذر مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار شد (Ahmadnia et al., 2021). بذر گیاه یولاف زراعی از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذر این گیاه با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی کشت شد (Ahmadnia et al., 2021). با گذشت ۵۰ روز زیست‌توده سبز گیاه یولاف زراعی جمع‌آوری شد. نمونه‌های گیاهی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت در آون آزمایشگاهی خشک شدند (EL-burai et al., 2020). سپس زیست‌توده خشک گیاهی توسط آسیاب پودر شد و به منظور تهیه عصاره مورد استفاده قرار گرفت. شرایط اقلیمی (دمای حداقل، حداکثر و میزان بارش) مزرعه آزمایشی در جدول یک ارائه شده است. همچنین برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی به شرح جدول دو می‌باشد.

جدول ۱- شرایط اقلیمی مزرعه آزمایشی در بهار سال ۱۴۰۰

ماه‌های آزمایش	دمای حداقل	دمای حداکثر	میزان بارش
فروردین	۳/۱	۱۸/۱	۵/۵
اردیبهشت	۷/۳	۲۲/۷	۱۶/۸
خرداد	۱۲/۱	۲۶/۳	۶/۳

جدول ۲- برخی ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک

pH	Ec	شن	سیلت	رس	بافت خاک	کربنات کلسیم	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل‌دسترس
	دسی‌زیمنس/ متر	(درصد)				(درصد)			(میلی‌گرم/کیلوگرم)	
۷/۸۳	۲/۶	۳۵	۴۲	۲۳	لوم	۱۴/۵	۰/۶	۰/۰۶	۸/۲	۲۰۲

عصاره‌گیری: برای تهیه عصاره آبی از روش خیساندن[1] استفاده شد (Trusheva et al., 2007). غلظت‌های آزمایش شامل شش غلظت صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پودر گیاه یولاف زراعی در یک لیتر آب مقطر بود. پس از اختلاط مقادیر مشخص شده پودر گیاه یولاف زراعی با آب مقطر، محلول ایجاد شده به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر روی دستگاه شیکر قرار گرفت. سپس عصاره‌های حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شده و به مدت ۱۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و محلول رویی شفاف آن به عنوان عصاره آبی جدا و تا زمان انجام سایر آزمایش‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Nabati Souha et al., 2020).

[1] Maceration

عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان: برای تهیه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، از روش ژل شدن یونی[1] استفاده شد (Bulmers et al., 2012; Shahbazi et al., 2013). در این آزمایش از کیتوزان تجاری با وزن مولکولی متوسط استفاده گردید. سه گرم کیتوزان توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین و در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و جهت انحلال کامل و یکنواخت شدن، در دمای اتاق ۲۵±۲ با استفاده از همزن مغناطیسی با ۵۵۰ دور در دقیقه عمل اختلاط صورت گرفت. برای تنظیم pH برابر پنج چند قطره به آن استیک اسید و سپس مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره یولاف زراعی به محلول اضافه شد. مقدار ۰/۵ گرم تری پلی فسفات سدیم[2] توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین و در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به طور کامل حل و قطره قطره به محلول کیتوزان که بر روی همزن مغناطیسی در حال اختلاط بود؛ اضافه شد و عمل اختلاط به مدت ٦۰ دقیقه ادامه یافت. سپس از محلول حاصل به عنوان، عصاره فرموله‌شده با کیتوزان برای آزمون‌های زیست‌سنجی استفاده شد.

آزمون‌های زیست‌سنجی: بذر علف‌های‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) از مزارع کشاورزی مرکز تحقیقات مغان در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل با موقعیت جغرافیایی ′۳۹°۳۱ شمالی و ′٤٦°٤۷ شرقی جمع‌آوری شد. پیش از انجام آزمایش، قوه‌نامیه بذر علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز مورد ارزیابی قرار گرفت. برای شکست خواب بذر تاج خروس ریشه قرمز از جیبرلیک اسید ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر با ۲٤ ساعت نگهداری در تاریکی استفاده شد. آزمون زیست‌سنجی برای هریک از غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده گیاه یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، تعداد ۵۰ عدد بذر پس از استریلیزه شدن سطحی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد، به‌صورت تصادفی در پتری دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی قرار داده شد. در هریک از پتری‌دیش‌ها ۱۰ سی‌سی عصاره گیاهی (عصاره آبی یولاف زراعی) و عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان و برای غلظت صفر (شاهد) در عصاره یولاف زراعی از آب مقطر و در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان از کیتوزان بدون عصاره گیاهی استفاده شد. پس از آن پتری‌دیش‌ها به منظور جوانه‌زنی به ژرمیناتور مدل BINDER KBW 240 (Germany) با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد (Sabahie et al., 2014). شمارش بذرها به مدت ١٤ روز، روزانه در ساعت مشخص انجام شد. بذرهایی با طول ریشه‌چه دو میلی‌متر به عنوان بذرهای جوانه‌زده در نظر گرفته شدند (Perry, 1991). همچنین شناسایی ترکیبات در عصاره یولاف زراعی با استفاده از آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (Agilent 7890B series GC) انجام شد. برخی از مؤلفه‌های مورد بررسی به شرح جدول سه می‌باشد.

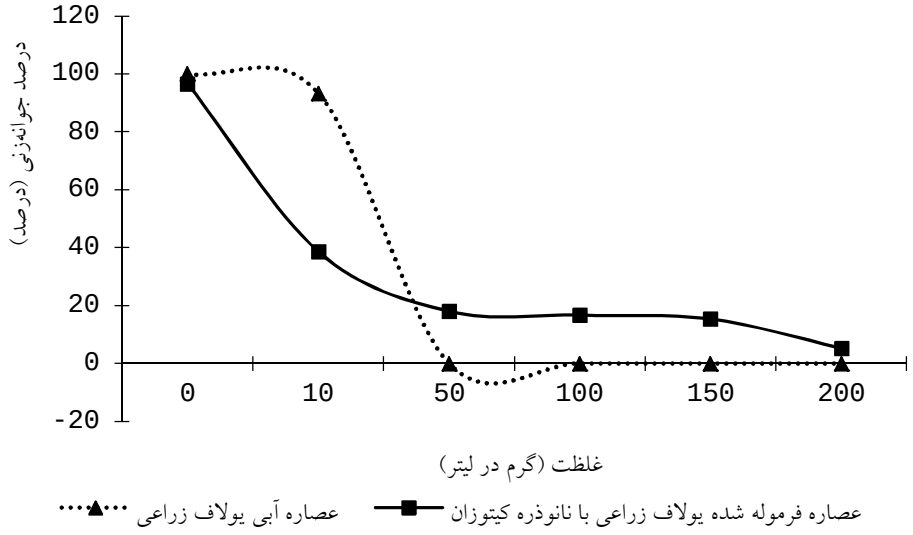
تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4، مقایسه میانگین‌ها در آزمون $LSD_{5\%}$ و ترسیم شکل‌ها با استفاده از Excel 2019 انجام شد.

[1] Ionic gelation
[2] Sodium triphosphate (TTP)

جدول ۳- صفات مورد ارزیابی در آزمون‌های زیست‌سنجی

صفات مورد بررسی	معادلات جوانه‌زنی	منابع
درصد جوانه‌زنی[1]	$GP = \frac{S}{T} \times 100$	Scott et al., 1984
سرعت جوانه‌زنی[2]	$GS = \sum \frac{n}{t}$	Maguire, 1962; Burnett et al., 2005
میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه[3]	$MGT = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \times 100$	Demir et al., 2008
شاخص وزنی بنیه گیاهچه[4]	$SVI = GP \times SD$	Abdul-Baki and Anderson, 1973
ارزش جوانه‌زنی[5]	$GV = MDG \times PV$	Czabator, 1962
شاخص همگام‌سازی[6]	$z = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_{ni,2}}{c_{\sum ni,2}}$	Czabator, 1962
سرعت ظهور تجمعی[7]	$CER = \frac{F_1}{D} + \cdots + \frac{Fn}{D}$	Orchard, 1977

در این روابط GP بیانگر درصد جوانه‌زنی، S بیانگر تعداد بذرهای جوانه‌زده، T بیانگر تعداد کل بذرهای نمونه، GS بیانگر سرعت جوانه‌زنی، n بیانگر تعداد بذر جوانه زده در زمان t، t بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی،MGT بیانگر میانگین زمان جوانه‌زنی، $\sum(nd)$ بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده در d روز، d بیانگر تعداد روز، SVI بیانگر شاخص وزنی بنیه گیاهچه، SD بیانگر وزن خشک گیاهچه، GV بیانگر ارزش جوانه‌زنی، MDG بیانگر میانگین جوانه‌زنی روزانه و PV بیانگر حداکثر ضریب مشتق شده از مجموع درصد تجمعی جوانه‌زنی بذر در هر روز تقسیم بر تعداد روزها، Z بیانگر شاخص همگام‌سازی، $C_{ni,2}=n_i(n_i-1)/2$، $C_{ni,2}$ بیانگر بذرهای جوانه‌زده در i^{th} زمان و n_i بیانگر تعداد بذرهای جوانه‌زده در i^{th} زمان، CER بیانگر سرعت ظهور تجمعی، F_1-F_n بیانگر تعداد گیاهچه‌های شمارش شده و D بیانگر تعداد روز می‌باشد.



شکل ۱- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر درصد جوانه‌زنی

[1] Germination percentage (GP)
[2] Germination rate (GR)
[3] Mean daily germination (MDG)
[4] Seedling vigor index (SVI)
[5] Germination value (GV)
[6] Synchronization index (Z)
[7] Cumulative emergence rate (CER)

نتایج

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت و نوع عصاره قرار گرفت (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت‌های صفر آب مقطر و نانوذره کیتوزان بدون عصاره گیاهی دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی (١٠٠ و ٩٦/٦٦ درصد) بودند (شکل ١). افزایش غلظت در عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شد (شکل ١)، به‌طوری که در غلظت‌های بالای ١٠٠ گرم در لیتر در عصاره آبی یولاف زراعی، میزان جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه قرمز در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) کاهش قابل توجهی نشان داد (شکل ١). این در حالی بود که در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، در غلظت‌های ٢٠٠، ١٥٠ و ١٠٠ گرم در لیتر به‌ترتیب ٥/٣٣، ١٥/٣٣ و ١٦/٦٦ درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز ثبت شد (شکل ١). در مقایسه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان و غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، نیز می‌توان گزارش کرد که با افزایش غلظت عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان کاهش قابل توجهی در جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز ثبت شد (شکل ١).

سرعت جوانه‌زنی: نتایج حاصل از بررسی سرعت جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس ریشه‌قرمز بیانگر آن بود که اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز داشت (جدول ٤). بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز از غلظت‌های صفر(کیتوزان بدون عصاره گیاهی و آب مقطر) به‌ترتیب ٤٧ و ٤٤/٦٦ درصد حاصل شد (شکل ٢). این در حالی بود که در عصاره آبی یولاف زراعی در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در غلظت‌های ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ گرم در لیتر به صفر رسید (شکل ٢). همچنین در بررسی نتایج حاصل از عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، می‌توان گزارش کرد که با افزایش غلظت عصاره از سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس کاسته شد، به‌طوری که در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی در غلظت‌های ١٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ گرم در لیتر سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب ٦١، ٨٢/٩٧، ٨٥/٤٦، ٨٧/٩٥ و ٩٦/١٠ درصد کاهش یافت (شکل ٢).

میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه: میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه بذر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌های مختلف و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج نشان داد که بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه بذر تاج خروس ریشه قرمز از غلظت‌های صفر آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی به‌ترتیب ٧/١٤ و ٦/٩٠ درصد حاصل شد (شکل ٣).

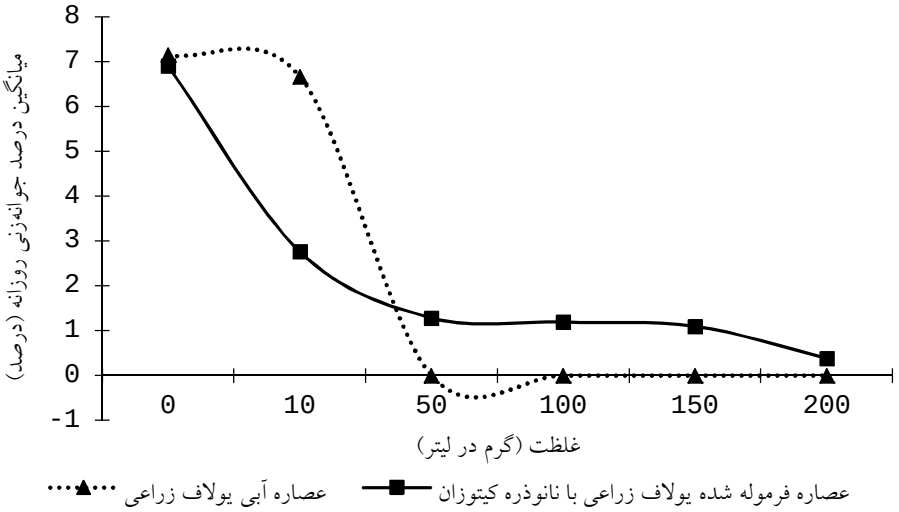
عصاره آبی یولاف زراعی با افزایش غلظت عصاره در غلظت‌های ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ گرم در لیتر میانگین درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز را به صفر رساند (شکل ٣). همچنین میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه در تمام غلظت‌ها در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی نشان داد (شکل ٣)، به‌طوری که در غلظت‌های ١٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ گرم در لیتر به‌ترتیب ٦٠، ٨١/٤٤، ٨٢/٧٥، ٨٤/٢٠ و ٩٤/٤٩ درصد کاهش میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه ثبت شد (شکل ٣).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس جوانه‌زنی و برخی از مولفه‌های جوانه‌زنی تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر نوع و غلظت‌های مختلف عصاره بولاف زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین درصد جوانه زنی روزانه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه	ارزش جوانه‌زنی	شاخص همگام‌سازی	سرعت ظهور تجمعی
نوع عصاره	۱	۱/۷۷^{ns}	٤۹/۱۹**	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۳٤۳**	۹۷۰/٦۱*	۱/٥٦۳**	۰/۰۰۲^{ns}
غلظت	٥	۹۱۱۷/۳۳**	۱۹۳٥/۰٥**	٤۹/٥۷**	۰/۲٥۲**	۳۳۰۷٥۰/٦٤**	۰/۳٤٥**	۱۲/۳۹**
نوع عصاره× غلظت	٥	۱۱٥۹/۱۱**	٦۹/٦۰**	٥/۹۱**	۰/۰٦۸**	٥۲٤۲/۲۱**	۰/۰۲۷**	۱/٤۷**
خطای آزمایشی	۲٤	۱۰/٦٦	۲/٦۱	۰/۰٥٤	۰/۰۰۰۳	۱۸۰/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۲۰	۱۲/۰۳	۱۰/۲۰	٦٦٥	۱۰/۲۱	۱۱/٥۳	۱۰/۲۰

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی دار،معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

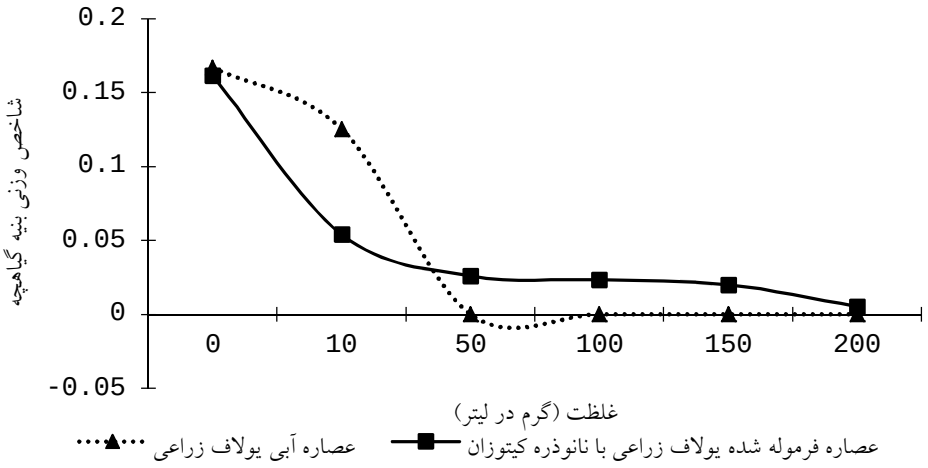
شکل ۲- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر سرعت جوانه‌زنی بذر



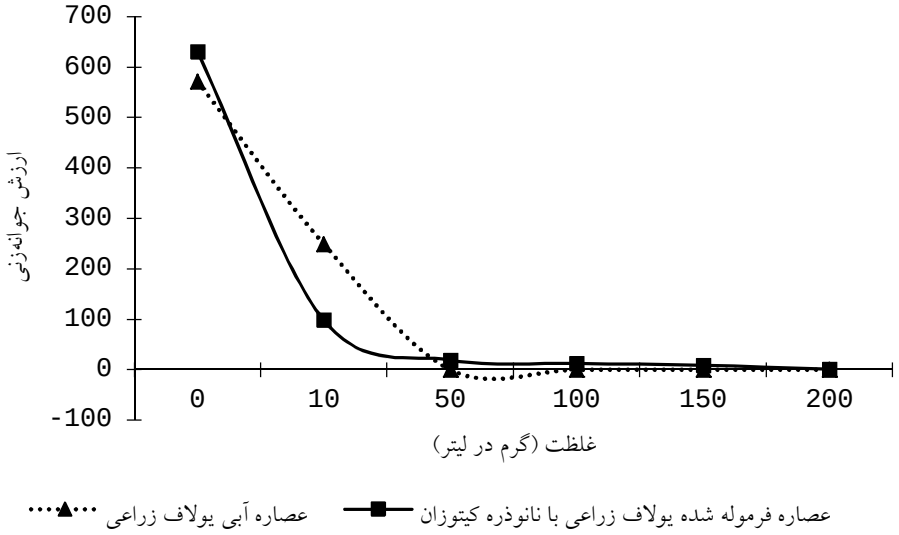
شکل ۳- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر میانگین درصد جوانه‌زنی بذر

شاخص وزنی بنیه گیاهچه: شاخص وزنی بنیه گیاهچه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت‌های صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی) و غلظت ۱۰ گرم در لیتر عصاره آبی یولاف زراعی بیشترین (به‌ترتیب ۰/۱٦٦، ۰/۱٦۱ و ۰/۱۲۵) شاخص وزنی بنیه گیاهچه را داشتند (شکل ٤). بررسی عصاره آبی یولاف زراعی نشان داد که در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) شاخص وزنی بنیه گیاهچه به شدت کاهش یافت و به صفر رسید (شکل ٤). این در حالی است که غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم

در لیتر در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی باعث کاهش ٦٦/٥٢، ٨٣/٨٨، ٨٥/٥٣، ٨٧/٦٠ و ٩٦/٧١ درصدی شاخص وزنی بنیه گیاهچه شدند (شکل ٤).



شکل ٤- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه

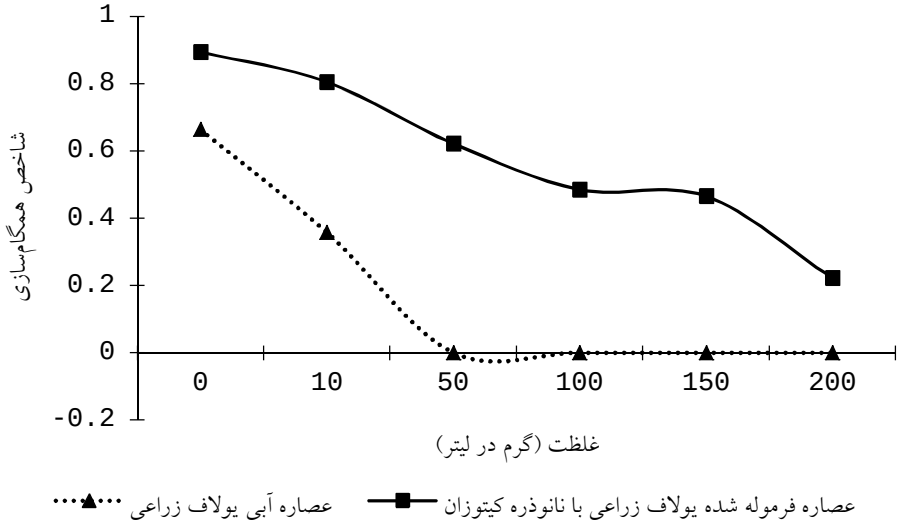


شکل ٥- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر ارزش جوانه‌زنی بذر

ارزش جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز در غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی و آب مقطر) به‌ترتیب ۹۱/۳۳ و ۸۰ ثبت شد (شکل ٥). این در حالی است که مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز با افزایش غلظت عصاره، ارزش جوانه‌زنی بذر نیز کاهش یافت (شکل ٥). ارزش جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های ٥٠، ١٠٠، ١٥٠و ٢٠٠ گرم در لیتر در مقایسه با غلظت صفر در هر دو نوع عصاره به صفر

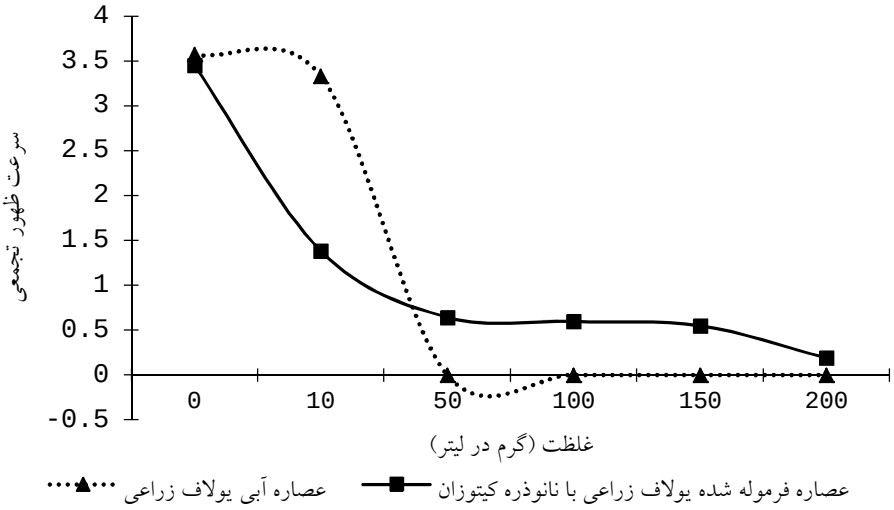
رسید (شکل ۵)، به طوری که در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان باعث کاهش به‌ترتیب ٦٢/٠٤، ٨٤/٦٧، ٨٨/٣٢، ٩٠/٨٧ و ٩٧/٠٨ درصدی ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز شد (شکل ۵).

شاخص همگام‌سازی: شاخص همگام‌سازی جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج نشان داد که غلظت‌های صفر(کیتوزان بدون عصاره گیاهی) و غلظت ۱۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بیشترین (به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۰) شاخص همگام‌سازی را داشتند (شکل ٦). نتایج حاصل از شاخص همگام‌سازی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز در عصاره آبی یولاف زراعی با افزایش غلظت به صفر رسید و در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان کاهش قابل توجهی داشت (شکل ٦)، به‌طوری که در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده با نانوذره کیتوزان، در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) شاخص همگام‌سازی به‌ترتیب ٣٠/٤٧، ٤٥/٧٦، ٤٧/٩٠ و ٧٥/١٤ درصد کاهش یافت (شکل ٦).



شکل ٦- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر شاخص همگام‌سازی

سرعت ظهور تجمعی: سرعت ظهور تجمعی بذر تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل نوع عصاره و غلظت‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج نشان داد که بیشترین سرعت تجمعی بذر تاج‌خروس ریشه‌قرمز از تیمار عصاره آبی یولاف زراعی با غلظت ۱۰ گرم در لیتر (١/٥٦ بذر در روز) ثبت شد (شکل ۷). همچنین پس از آن بیشترین سرعت تجمعی بذر تاج خروس ریشه قرمز متعلق به غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان (٠/٩٤٦ و ٠/٩٤٥ بذر در روز) بود (شکل ۷). کمترین سرعت تجمعی (صفر بذر در روز) نیز در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره آبی یولاف زراعی ثبت شد (شکل ۷).



شکل ۷- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر سرعت ظهور تجمعی

جدول ۵- نتایج آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی عصاره یولاف زراعی

ردیف	نام ترکیبات	زمان	مقدار ترکیب گیاهی (میلی‌گرم در گرم)
۱	1,3-Heptadiene, 2,3-dimethyl	۱۳/۳	۱۱/٤
۲	H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa	۱۸/٦	٦/۲
۳	Caryophyllene	۱۹/۳	۱٤/۰
٤	H-Cyclopropa[a]naphthalene	۱۹/٦	۳۱/۲
٥	Alpha-Caryophyllene	۲۰/۰	٥/۱
٦	Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)	۲۰/٤	۳۲/۲
۷	Thiopheneethanol	۲۰/٤	۸/٥
۸	1, 6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-m	۲۰/٦	٦/۸
۹	Bicyclo[2.2.1]heptane-2-carboxyl	۲۰/۷	۲۹/۹
۱۰	Propane, 1,1,2,2-tetrachloro-	۲۰/۷	۱۲/۰
۱۱	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexah	۲۱/۰	٦/۰
۱۲	Butylated Hydroxytoluene	۲۱/۲	٦۹/۱
۱۳	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahy	۲۱/٤	۷/۳
۱٤	H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, deca	۲۲/٥	٥/۱
۱٥	Caryophyllene oxide	۲۲/۷	۱۷/٦
۱٦	Hexadecane	۲۲/۹	۱۲/۹
۱۷	Spiro [4.4] nonan-2-one	۲۳/۲	۸/٥
۱۸	Tridecanedial	۲٤/۲	۷/۰
۱۹	Dodecanol, 3,7,11-trimethyl	۲٤/۳	۹/۹
۲۰	Heptadecene	۲٤/٦	۲۰/٤
۲۱	O-Butyl, O-1,2,2-trimethylpropyl	۲٤/۹	۹۰/۷

۲۲	Benzene, (1-pentylheptyl)	۲۵/۳	٦/٦
۲۳	Octadecane	۲٦/٥	١٤/٨
۲٤	Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl	۲۷/۳	۷۳/۳
۲٥	1,2-Benzenedicarboxylic acid	۲۷/۷	۷/٤
۲٦	Nonadecane	۲۸/۲	۳۷/٦
۲۷	Methyl-2-3,7,11-trimethyldode	۲۸/٦	۱۱/۰
۲۸	Hexadecanoic acid	۲۸/٦	٥/۲
۲۹	Isophytol	۲۹/۰	٦/٥
۳۰	Furanmethanol,.alpha.- 2-nitr	۲۹/٥	۸/۸
۳۱	Hexadecanoic acid, ethyl ester	۲۹/۷	۸/۲
۳۲	Eicosane	۲۹/۸	٦/۹
۳۳	Decen-5-one, 2-methyl	۳۰/۲	۱۰/٦
۳٤	Triallylmethylsilane	۳۰/٤	٦/٤
۳٥	Heneicosane	۳۱/٤	۳۸/۳
۳٦	Cyclopentanemethanamine, 2-amino	۳۱/٥	٥/۹
۳۷	Phytol	۳۱/٦	۷۷/۸
۳۸	Ethyl 2-methyl-2-tert-butyl-cycl	۳۲/۰	۹/٥
۳۹	Linoleic acid ethyl ester	۳۲/۳	٥/۹
٤۰	9,12,15-Octadecatrienoic acid	۳۲/٤	۱۳/۹
٤۱	Heptadecane	۳٤/۳	۲۰/۱
٤۲	Pentacosane	۳۷/۳	٥/٦

آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی:

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) عصاره یولاف زراعی مورد استفاده در این آزمایش در جدول پنج گزارش شده است. براساس نتایج ٤۲ ترکیب در عصاره یولاف زراعی (*A. sativa*) شناسایی شد. ترکیبات غالب در عصاره یولاف زراعی شامل فیتول (۷۷/۸ میلی‌گرم بر گرم)، پنتادکانون ١٤، ۱۰، ٦- تری متیل (۷۳/۳ میلی‌گرم بر گرم)، هیدروکسی تولوئن بوتیله[1] (٦۹/۱ میلی‌گرم بر گرم)، هنیکوزان (۳۸/۳ میلی‌گرم بر گرم)، نانودکان (۳۷/٦ میلی‌گرم بر گرم) و فنول ۳-(۱-۱- دی متیل اتیل)[2] (۳۲/۲ میلی‌گرم بر گرم) بودند (جدول ٥).

بحث

علف‌های هرز یکی از عوامل عمده کاهش عملکرد محصولات کشاورزی هستند (Ghahremani et al., 2020). تاج خروس ریشه قرمز با قابلیت تولید بذر فراوان یکی از رایج‌ترین علف‌های‌هرز مزارع کشاورزی است (Sarabi et al., 2018). جوانه‌زنی علف‌های‌هرز، نقش مهمی در استقرار آن‌ها در بوم نظام‌های کشاورزی دارند. بنابراین مرحله جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه یکی از مراحل مهم چرخه زندگی گیاه است (Ahmadvand et al., 2018). لزوم نگرش بر ویژگی‌های علف‌های‌هرز یکی از مهمترین ارکان کنترل و مدیریت این گونه‌ها در سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. استفاده از گیاهان پوششی به عنوان یکی از روش‌های کنترل علف‌های‌هرز مطرح است (Ahmadnia et al., 2021). استقرار سریع این

[1] Butylated Hydroxytoluene
[2] Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)

گیاهان، تولید زیست‌توده مناسب در سطح خاک، اشغال فضا، استفاده از منابع در دسترس و خاصیت دگرآسیبی این گیاهان می‌تواند موجب کاهش جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه علف‌های‌هرز شود (Ahmadnia et al., 2021; Lemessa and Wakjira, 2015; Kruidhof et al., 2009). یولاف (*Avena sativa* L.) یکی از گیاهان پوششی است که به‌دلیل سازگاری بالای آن با شرایط محیطی و تولید زیست‌توده مناسب به عنوان گیاه کنترل کننده علف‌های هرز کشت می‌شود (Ahmadnia et al., 2021). در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف عصاره آبی یولاف زراعی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز شد، به‌طوری‌که با افزایش غلظت عصاره، در مقایسه با غلظت‌های صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی بذرها ثبت شد. همچنین در راستای درصد جوانه‌زنی سایر صفات مورد بررسی مانند سرعت جوانه‌زنی، میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص وزنی بنیه گیاهچه، سرعت ظهور تجمعی و شاخص همگام‌سازی بذر تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی ثبت شد. این در حالی است که نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر تأثیر بیشتر عصاره آبی یولاف زراعی در مقایسه با عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان بود. اگرچه انتظار می‌رفت در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی، عصاره فرموله شده آن با کیتوزان تأثیر بیشتری در کاهش درصد جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی داشته باشد، اما این احتمال وجود داشت که حضور نانوذره کیتوزان باعث تحریک جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شود. کیتوزان یک بیوپلیمرکربوهیدراتی مشتق شده از کیتین است که در پوست سخت‌پوستان، کوتیکول حشرات و دیواره سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود (Bautista-Banos et al., 2004). در پژوهش‌های گوناگون بر تأثیر مثبت کیتوزان بر افزایش انرژی و درصد جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش‌های محیطی اشاره شده است (Mahdavi et al., 2015; Behboud et al., 2020). در بررسی دیگری، تأثیر عصاره تلخه به صورت خالص و فرموله شده با نانوذرات کیتوزان بر روی گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) و علف‌های‌هرز خرفه (*portulaca oleracea*)، گاو پنبه (*Abutilon theophrasti*)، چاودار (*Secale cereale*) و تاج خروس (Kim 2004; Hura et al., 2006). وجود ترکیبات فنلی در عصاره یولاف زراعی می‌تواند یکی از مهمترین دلایل تغییر نفوذپذیری غشاء و جلوگیری از انتقال انرژی برای انجام بسیاری از فرآیندهای ضروری در بذر از جمله جوانه‌زنی باشد (Yang et al., 2002). در بررسی عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان به منظور رهایش کنترل شده، صفاتی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین درصد جوانه‌زنی، شاخص وزنی بنیه گیاهچه، سرعت ظهور تجمعی و شاخص همگام‌سازی بذر تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی ثبت شد. این در حالی است که نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر تأثیر بیشتر عصاره آبی یولاف زراعی در مقایسه با عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان بود. اگرچه انتظار می‌رفت در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی، عصاره فرموله شده آن با کیتوزان تأثیر بیشتری در کاهش درصد جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی داشته باشد، اما این احتمال وجود داشت که حضور نانوذره کیتوزان باعث تحریک جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شود. کیتوزان یک بیوپلیمرکربوهیدراتی مشتق شده از کیتین است که در پوست سخت‌پوستان، کوتیکول حشرات و دیواره سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود (Bautista-Banos et al., 2004). در پژوهش‌های گوناگون بر تأثیر مثبت کیتوزان بر افزایش انرژی و درصد جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش‌های محیطی اشاره شده است (Mahdavi et al., 2015; Behboud et al., 2020). در بررسی دیگری، تأثیر عصاره تلخه به صورت خالص و فرموله شده با نانوذرات کیتوزان بر روی گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) و علف‌های‌هرز خرفه (*portulaca oleracea*)، گاو پنبه (*Abutilon theophrasti*)، چاودار (*Secale cereale*) و تاج

خروس (*Amaranthus Retroflexus* L.) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه با شدت بیشتری کاهش یافت و در غلظت‌های بالاتر مقدار این صفات نزدیک به صفر بوده است (Hajzadeh et al., 2017). با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش در زمینه کنترل و مدیریت علف‌های‌هرز با استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان پوششی در راستای کشاورزی پایدار و توجه به بازه زمانی جوانه‌زنی، رویش و تکثیر تاج خروس ریشه قرمز که غالباً در محصولات زراعی تابستانه ظهور می‌یابد، می‌توان چنین بیان کرد که احتمال می‌رود استفاده گیاه پوششی یولاف زراعی و عصاره آبی آن بتواند در ابتدای فصل رویش محصولات تابستانه تأثیر بیشتری در کاهش و یا ایجاد تأخیر در جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه قرمز داشته باشد و به این ترتیب موجب کاهش رقابت بین گونه‌ای شود. از سوی دیگر اگرچه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان باعث اندک تحریک و افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های وابسته به آن در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی شد؛ اما احتمال دارد این نوع از فرمولاسیون عصاره یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بتواند با کاهش اثرات سمی عصاره یولاف زراعی بر محصول اصلی از طریق رهاسازی هدفمند و ایجاد پایداری در مواد دگرآسیب در محیط طبیعی کنترل طولانی‌مدت‌تری در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی داشته باشد. بی‌شک با انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه و استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره یولاف زراعی در بستر خاک و تأثیر آن‌ها بر بذر و رویش محصولات زراعی در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای می‌توان نتایج دقیق‌تری را گزارش نمود.

نتیجه‌گیری کلی

هر دو نوع عصاره بر کاهش جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز مؤثر بودند. عصاره یولاف زراعی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شد، به‌طوری‌که در مقایسه با عصاره فرموله شده یولاف زراعی با کیتوزان تأثیر بیشتری بر بازدارندگی جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز داشت. نانوذره کیتوزان در فرمولاسیون با عصاره آبی یولاف زراعی موجب تعدیل اثرات سمی این عصاره شد. همچنین افزایش غلظت در هر دونوع عصاره موجب افزایش بازدارندگی جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن شد. به طور کلی از نتایج چنین استنباط می‌گردد که با توجه به اهداف استفاده از عصاره‌های دگرآسیب می‌توان هر دو نوع عصاره را برای کنترل جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس در شرایط آزمایشگاهی توصیه کرد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاسگزاری خود را از دانشگاه محقق اردبیلی، دوستان و همکارانی که در این طرح پژوهشی ما را یاری نمودند، اعلام می‌نمایند. همچنین این طرح پژوهشی با تأمین مالی دانشگاه محقق اردبیلی با شماره گرنت ۲۸۱۹۶/۹/د/۱۴۰۰ اجرا شده است.

References

Ahmadvand, G., Dehghan Banadaki, M., Alimoradi, J., Goudarzi, S. and Ardalani, S. 2018. Reaction of germination and seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) to salinity and drought Stress. Iranian Journal of Seed Research. 4(2): 23-35

Alamdari, S., Sasani Ghamsari, M., Lee, C., Han, W., Park, H.H., Tafreshi, M.J., Afarideh, H. and Ara, M.H.M. 2020. Preparation and characterization of zinc oxide nanoparticles using leaf extract of *Sambucus ebulus*. Applied Science, 10(10): 3620

Al-Amiery, AAH., Al-Temimi, AA. and Wagaa, RI. 2010. Study the biological activities of *Avena sativa* extracts. African Journal of Pure Applied Chemistry. 4(3):031-034

Algandaby, M.M. and El-Darier, S.M. 2016. Management of the noxious weed; *Medicago polymorpha* L. via allelopathy of some medicinal plants from Taif region, Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences. 25(7): 1339-1347

Azadbakht, A., and Fesahat, A. 2018. Study of the effect of ally chemical compounds of Hoary Cress (*Lepidium draba* L.) field and root extract on the characteristics of germination and oat (*Avena sativa* L.) growth. Journal of seed Research. 8(1): 1-14

Baghestani, A., Lemieux, C. and Leroux, GD. 1999. Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Science. 47(5):498-504

Bautista-Banos, S., Hernandez-Lopez, M. and Bosquez- Molina, E. 2004. Growth inhibition of select fungi by chitosan and plant extracts. Mexican Journal of Phytopathology. 22(2): 178-186

Behboud, R., Moradi A. and Farajee, H. 2020. Effect of different chitosan concentrations on seed germination and some biochemical traits of sweet corn (*Zea mays* var. *Saccharata*) seedling under osmotic stress conditions. Iranian Journal of Seed Research. 7(1): 1-22

Bulmers, C., Margaritisa, A. and Xenocostasb, A. 2012. Production and characterization of novel chitosan nanoparticles for controlled release of rHu-Erythropoietin. Biochemical Engineering Journal. 68: 61-69

Burnett, S.E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A. and Van Iersel, M.W. 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of Salvia splendens. Journal of the American Society for Horticultural Science. 130(5): 775-781

Cheung, R., Ng, T., Wong, J. and Chan, W. 2015. Chitosan: an update on potential biomedical and pharmaceutical application. Marine drugs. 13(8): 5156-5186

Chon, S.U. and Kim, Y.M. 2004. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. Journal of Agronomy and Crop Science. 190(2):145–150

Costea, M., Weaver, S.E. and Tardif, F.J. 2004. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii S. Watson* and *A.hybridus* L. Canadian Journal of Plant Science. 84: 631- 668

Czabator, F.J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science. 8: 386 - 395.

DeBertoldi, A., De Leo, M., Braca, A. and Ercoli, L. 2009. Bioassay-guided isolation of allelochemicals from *Avena sativa* L.: allelopathic potential of flavone C-glycosides. Chemoecology. 19(3): 169-176

Demir, I., Ermis, S., Mavi, K. and Matthews, S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. Seed Science and Technology. 36: 21-30

Dolatabadi, M., Hassibi, P., Roshanfekr Deezfuli, H. and Sorkhi, B. 2018. Effect of plant density on some physiological and phenological indices of Oat (*Avena sativa* L.) genotypes in climatic conditions of Ahvaz. Plant Production. 42(3): 415-428.

EL-burai, H., Alzaharna, M., Isleem, R., El-Hindi, M. and Sharif, F. 2020. Anticancer activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Oats (*Avena sativa* L.) extracts, and their antitumor enhancement of 5-Fluorouracil on Colon Cancer Caco-2 cell line. International Journal of Herbal Medicine. 8(3): 138-146

Enayati, V., Esfandiari, E., Pourmohammad, A. and Haj Mohammadnia Ghalibaf, K. 2019. Evaluation of different methods in seed dormancy breaking and germination of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Iranian Journal of Seed Research. 5(2): 129-137

Fakhari, S.H., Jamzad, M. and Kabiri Fard, H. 2019. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: a comparison. Green Chemistry Letters and Reviews. 12(1): 19-24

Food and Agriculture Organization. 2021. Statistics: FAOSTAT agriculture. Retrieved July 17, 2021. from http://fao.org/crop/statistics

Ghahremani, S., Ebadi, A., Tobeh, A., Hashemi, M., Sedghi M. and Gholipuri, A. 2020. The effect of cover crops on yield and weeds control of patato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of crop Ecophysiology. 1(53): 119-134

Hajzadeh, A., Jafarzade Ghollo, P., Ahmadi, M. and Alebrahim, M.T. 2017. Evaluation of Russian Knapweed's extract as a bioherbicide for control of weeds in wheat fields. 1th International & 5thNational Conference on Organic vs. Conventional Agriculture, August 16-17, 2017, Ardabil, Iran.

Hura, T., Dubert, F., Dabkowska, T., Stupnicka-Rodzynkiewicz, E., Stoklosa, A. and Lepiarczyk, A. 2006. Quantitative analysis of phenolics in selected crop species and biological activity of these compounds evaluated by sensitivity of Echinochloa crusgalli. Acta Physiologiea Plantarum. 28:537-545

Jayanth, P. and Vinod, L. 2012. Biodegradable nanoparticles for drug and gene delivery to cells and tissue. Advanced Drug Delivery Reviews. 24;55(3): 329-347

Kaur, D., Kamboj, A. and Shri, R. 2016. Comparative evaluation of anxiolytic effects of various extracts of oats (*Avena sativa*), rice bran (*Oryza sativa*) and spinach (*Spinacia oleracea*) in experimental animals. International Journal of Pharmaceutical Science and Research. 7(10): 4110-4116

Kim, I.S., Hwang, C.W., Yang, W.S. and Kim, C.H. 2021. Multiple Antioxidative and Bioactive Molecules of Oats (*Avena sativa* L.) in Human Health. Antioxidants. 10(9): 1445, 1-20

Kruidhof, HM., Bastiaans, L. and Kropff, MJ. 2009. Cover crop residue management for optimizing weed control. Plant Soil. 318(1-2): 169-184

Lemessa, F. and Wakjira, M. 2015. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. Journal Korean Society of Crop Science and Springer. 18(2):13-145

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science. 2(2): 176-177

Mahdavi, B., Safari, H. and Modarres-Sanavy, S.A.M. 2015. Effect of chitosan seed priming on germination, ion relations and biochemical characteristics of chickpea under salinity stress. Plant Production Technology. 15(1): 163-177

Mahmoodzadeh, H. and Mahmoodzadeh, M. 2013. Allelopathic potential of soybean (*Glycine max* L.) on the germination and root growth of weed species. Life Science Journal. 10(5): 63-69

Mahmoud, N.E., Mahdi, A.A., Barakat, A.M.A. and Abdelhameed, R.M. 2022. Boosting vegetation, biochemical constituents, grain yield and anti-cancer performance of cultivated oat (*Avena sativa* L.) in calcareous soil using oat extracts coated inside nanocarriers. BMC Plant Biology. 24; 22(1): 544, 1-15

Martín-Diana, A.B., García-Casas, M.J., Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., Peñas, E. and Rico, D. 2021. Wheat and oat brans as sources of polyphenol compounds for development of antioxidant nutraceutical ingredients. Foods. 7;10 (1): 115,1-21

Nabati Souha, L., Alebrahim, MT., Habibi Yangjeh, A., Zangoueinejad, R. and Samadi kalkhoran, E. 2020. Inhibitory effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) as a biological herbicide on germination and growth indices of Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). 10th National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources. July, 7, 2020, Tehran, Iran.

Najafi, H., Rashed Mohsel, M.H. and Akbarzadeh, M.D. 2009. Biology and Weed Control. Ferdowsi University of Mashhad. p 404

Narwal, S.S. 2015. Allelopathy update: Basic and Applied Aspects. Vol. 2. Science publishers Inc., Enfield, NH. p 271-281

Natarajan, J. and SN, M. 2012. Polymeric nanoparticles for drug delivery and targeting: A comprehensive review. International Journal of Health and Allied Sciences. 1(4): 217-223

Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology. 5: 61-69

Ozpinar, H., Dag, S. and Yigit, E. 2017. Allelopathic effects of benzoic acid, salicylic acid and leaf extract of *Persica vulgaris* Mill. (*Rosaceae*). South African Journal of Botany. 108(2017): 102-109

Pérez, FJ. and Ormeño-Nuñez, J. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry. 30(7): 2199-2202

Perez-de-Luque, A. and Rubiales, D. 2009. Nanotechnology for parasitic plant control. Pest Management Science. 65: 540 -545

Perry, D.A. 1991. Methodology and application of vigor tests. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. p 275

Putnam, AR. and Tang, C.S. 1986. The science of allelopathy. New York, Wiley. p 317

Qi, Y., Yan, B., Fu, G., Guan, X., Du, L. and Li, J. 2017. Germination of seeds and seedling growth of *Amaranthus retroflexus* L. following sublethal exposure of parent plants to herbicides. Scientific Reports. 7(157):1-8

Rampino, A., Borgogna, M., Blasi, P., Bellicha B. and Secaro, A. 2013. Chitosan nanoparticles: Preparation, size evolution and stability. International Journal of Pharmaceutics. 445(1-2): 219-228

Rostami, A.R., Ghobadi, M., Bahraminejad, S. and Jalali Honarmand, S. 2022. The responses of some physiological characteristics of oat to nitrogen and water supply after anthesis. Cereal Biotechnology and Biochemistry. 1(1): 18-34

Sabahie, M., Vazan, S., Oveisi, M. and Golzardi, F. 2014. Evaluation of allelopathic effects of aqueous extract of Sorghum crops (*Sorghum bicolor* L.) on germination red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. 3(11): 129-132.

Sarabi, V., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Maahallati, M. and Rastgoo, M. 2018. Evaluation of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) control using nicosulfuron + rimsulfuron in mixture with 2,4-D + MCPA. Journal of Plant Protection. 32(1): 21-28

Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science. 24: 1192-1199

Shahbazi, M.A., Hamidi, M. and Mohammadi-Samani, S. 2013. Preparation, optimization, and in-vitro/in-vivo/ex-vivo characterization of chitosan-heparin nanoparticles: drug-induced gelation. Journal of Pharmacy and pharmacology. 65(8): 1118-1133

Struszezyk, H., Pospieszmy, H. and Kotlinski, S. 1989. Some new applications of chitosan in agriculture, in Chitin and Chitosan. Elsevier Applied Science, New York. 733-742

Tatari, M., Gholamalipour Alamdari, E., Avarseji, Z. and Zarei, M. 2020. Aqueous extract effect of different organs of malva sylvestris weed on germination characteristics and photosynthetic pigments of echinochloa crus-galli. Iranian Journal of seed Research. 6(2): 151-161

Trusheva, B., Trusnkova, D. and Bankova, V. 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. Chemistry central Journal. 1(13):1-4

Valerio, M., Tomecek, M.B., Lovelli, S. and Ziska, L. H. 2011. Quantifying the effect of drought on carbon dioxide-induced changes in competition between a C_3 crop (tomato) and a C_4 weed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Research. 51: 591- 600

Yang, C.M., Lee, C.N. and Chou, C.H. 2002. Effect of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling: I. Inhibition of supply orientation. Institute of Botany. Academica Sinica. Nankang. Taipei. Taiwan. 45: 119-125.