

اثر عصاره نانوکپسوله چاودار (*Secale cereale* L.) بر مولفه‌های جوانه‌زنی دو علف‌هرز سس مزرعه (*Portulaca oleracea* L.) و خرفه (*Cuscuta campestris* Y.(dodder))

مهرنوش جدیدی^۱، مرجان دیانت^{۲*} و آسا ابراهیمی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲. استادیاران دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰)

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات عصاره کپسوله شده چاودار (*Secale cereale* L.) در پلیمر زیست‌سازگار کیتوزان/آلژینات به همراه عصاره نانو کپسوله نشده روی بذر علف‌های هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و سس مزرعه (*Cuscuta campestris* Y.(dodder)) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه آزاد اسلامی-واحد علوم و تحقیقات در سال ۱۳۹۸ انجام شد. عوامل نوع عصاره (کپسوله شده و کپسوله نشده) نوع اندام (هوایی و ریشه) و غلظت‌های مختلف (۰، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که ذرات نسبتاً کروی با سطح صاف و دربردارنده عصاره بودند که اندازه ذرات نمونه عصاره نانو شده ساقه و ریشه به ترتیب بین ۱۱۳ تا ۳۵۰ نانومتر و بین ۷۱/۴ تا ۱۲۹ نانومتر بود. اثرات بازدارندگی عصاره نانو نشده چاودار بر علف‌هرز خرفه شدیدتر از سس مزرعه بود. اما عصاره نانو شده اندام هوایی و ریشه با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد درصد جوانه‌زنی بذر سس مزرعه را به صفر رساندند. بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر خرفه مربوط به شاهد با میانگین ۷۸/۲۶ درصد بود که با سایر سطوح تیماری تفاوت معنی‌داری داشت. عصاره نانو اندام هوایی و ریشه با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد موجب بازداری کامل از جوانه‌زنی بذر گیاه خرفه شدند که با سایر سطوح تیماری تفاوت معنی‌داری داشتند. با افزایش غلظت عصاره چاودار درصد بازداری صفات مورد بررسی هر دو گونه علف‌هرز افزایش یافت و نانو کپسوله کردن باعث افزایش اثر دگرآسیبی عصاره چاودار بر علف‌های هرز مورد بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل زتا، شاخص پراکندگی، کیتوزان، نانو کپسول

Effect of nanocapsulated of rye (*Secale cereale* L.) extractions on germination components of two weeds, dodder (*Cuscuta campestris* Y.(dodder)) and purslane (*Portulaca oleracea* L.)

M. Jadidi¹, M. Diyanat^{2*}, A. Ebrahimi²

1. M. Sc Student, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Assistant Professors, Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: Sept. 04, 2019 – Accepted: Dec. 01, 2019)

Abstract

In this study, the effects of nano capsulated of rye extraction in biocompatible polymer chitosan/alginate with non nanocapsulated extraction on dodder and purslane seeds were evaluated as a factorial arrangement on completely randomized design at Science and Research Branch, Islamic Azad University in 2019. Type of extraction (nanocapsulated and non capsulated), type of tissue (shoot and root) and different concentrations (0, 6.25, 12.5, 25, 50 and 100%) were evaluated on germination percentage, germination rate, radicle and plumule length, radicle and plumule fresh weight. The results showed that the particles were relatively spherical with a smooth surface and the shoot and root extractions had particle sizes of 113 and 350 nm and 71.4 to 129 nm, respectively. Impressive effects of non capsulated of rye extraction were stronger on purslane than dodder. Nano-extraction of shoot and root reduced germination of dodder seed to zero at concentrations of 25, 50 and 100%. The highest germination percentage of purslane seed (78.26%) in control treatment was significantly different from other treatments. Shoot and root nano extractions caused complete inhibition of purslane seed germination at concentrations of 25, 50 and 100%, which were significantly different from other treatments. Increasing concentration of rye extraction increased the inhibition percentage of studied traits of both weed and nanocapsulation increased allelopathic effect of rye extraction on studied weeds.

Key words: Chitosan, Nanocapsule, Polydispersity index, Zeta potential

* Email: ma_dyanaat@yahoo.com

مقدمه

علف‌های هرز با وجود اینکه تنها یک درصد گیاهان جهان را تشکیل می‌دهند اما باعث به طور متوسط باعث ۳۵ درصد خسارت اقتصادی می‌گردند. گزارش شده است که بعضی مواقع علف‌های هرز موجب خسارت ۱۰۰ درصدی به گیاهان زراعی می‌گردند (Singh et al., 2006). خسارت‌های ایجاد شده به وسیله علف‌های هرز در کشورهای پیشرفته در کمترین مقدار ۱۵ درصد در سال می‌باشد و در بعضی مناطق مثل آفریقا این خسارت می‌تواند به ۵۰ تا ۶۰ درصد افزایش یابد (Malkomes, 2006). اصلی‌ترین راهکار مدیریت علف‌های هرز کنترل شیمیایی توسط علف‌کش‌ها می‌باشد. در طی ۵۰ سال گذشته تولیدات زراعی به شدت به علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های مصنوعی وابسته شده‌اند (Ohno et al., 2008). این وابستگی منجر به آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی شده است (Inderjit and Nilsen, 2003). بقایای علف‌کش‌های شیمیایی در خاک می‌تواند به گیاهان زراعی حساس در تناوب زراعی آسیب وارد کند (Burke and Bell, 2014). علاوه بر اینها افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، لزوم کاهش هزینه‌ها و نیز عوارض زیست محیطی و خطرات احتمالی برای سلامت بشر، موضوع کاهش مصرف سموم در کشاورزی را مطرح نموده است (Amri et al., 2013; Dayan and Duke, 2014). در این راستا استفاده از ویژگی دگرآسیبی گیاهان دگرآسیب همچون چاودار می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و کنترل علف‌های هرز ایفا کند (Dayan and Duke, 2014). رشد گیاهچه‌های هندوانه تحت تاثیر مواد دگرآسیب به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Burgos et al., 2004). در آزمایش بابایی و همکاران چاودار از جوانه‌زنی بذر چند گونه علف هرز جلوگیری کرد (Babaei et al., 2011). گیاهان دگر آسیب از طریق تولید و ترشح ترکیباتی که به

محیط اطراف خود آزاد می‌کنند، تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز مجاور دارند. لذا استفاده از این نوع گیاهان و یا بقایای آنها می‌تواند موجب کاهش مصرف علف‌کش‌ها شود (Maighany, 2003). مواد شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که دارای تمام خصوصیات مورد نیاز همچون غلظت مؤثر، حلالیت بالا، پایداری و اثر بخشی، آزادسازی کنترل شده با زمان در پاسخ به محرک‌های خاص، افزایش فعالیت‌های هدفمند بوده و خطرات کمتری برای محیط زیست داشته باشند (Green and Beestman, 2007). همکاران (Pérez-de-Luque and Rubiales, 2009). اهمیت و همکاران (Ahmet et al., 2009) نشان دادند که عصاره دو گونه بومادران (*Achillea gypsicola* Hub-Mor. و *Achillea biebersteinii* Afan) اثر بازدارندگی بر رشد گیاهچه‌ی تاج خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، کاهوی وحشی (*Lactuca serriola* L.) و کنگر وحشی (*Cirsium arvense* L.) دارد. در بین گیاهان مرتعی و زراعی، چاودار (*Secale cereale* L.) به دلیل تولید زیست‌توده متراکم و دارا بودن ترکیبات دگرآسیب که منجر به آثار دگرآسیب در برابر دیگر گیاهان شده و به این ترتیب یکی از مناسب‌ترین گیاهان جهت کشت به عنوان گیاه پوششی می‌باشد (Mighani, 2003). گیاهان دولپه نسبت به تک لپه‌ای‌ها حساسیت بالایی به مواد آللوپاتیک این گیاه دارند، به طوری که بقایای چاودار در شرایط گلخانه‌ای باعث کنترل ۱۰۰ درصدی خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، ۹۹ درصدی سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و ۹۵ درصدی تاج خروس ریشه‌قرمز شد (Barnes and Putnam, 1983; Weston, 1996). اسیدهای هیدروکسامیک به عنوان ترکیبات دگرآسیب در چاودار شناسایی شده‌اند (Peterson and Rover, 2005). ترکیبات دگرآسیب در چاودار دو ترکیب اصلی ۲، ۴- دی هیدروکسی- ۱، ۴- بتروکسازینون^۱ و ۲- بتروکسازولینون^۲ می‌باشند

¹ 2, 4- dihydroxy-1, 4 (2H)- benzoxazin- 3-one (DIBOA)

² 2(3H)-benzoxazalinone (BOA)

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر عصاره چاودار بر علف‌های هرز سس مزرعه (*Cuscuta campestris* L.) و خرفه (*Cuscuta campestris* Y.(dodder)) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات سال ۱۳۹۸ انجام شد. عامل‌های مورد بررسی نوع اندام چاودار (ساقه و ریشه)، غلظت عصاره (۰، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) و نوع عصاره (معمولی و نانو کپسوله آلزینات/کیتوزان) بودند. کیتوزان ($C_6H_{11}NO_4$) با وزن مولکولی پایین از شرکت ALDRICH و آلزینات ($C_{12}H_{14}CaO_{12}$) با ویسکوزیته پایین از شرکت SIGMA تهیه شدند. بذر چاودار از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری و بذور سس مزرعه و خرفه از مزرعه دانشگاه تهران در محمد شهر کرج جمع‌آوری شدند و تا زمان آزمایش در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از رسیدن ارتفاع گیاه چاودار به ۱۳ سانتی‌متر، گیاهچه‌ها از خاک خارج شده، ساقه‌ها از ریشه‌ها جدا و سپس شسته شدند. نمونه‌های ساقه و ریشه به اندازه ۵ سانتی‌متری برش زده و در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز خشک شدند. پس از پودر شدن به وسیله آسیاب، پودر حاصله از الک ۴۰ مش عبور داده شد (Liebel, 1992). پودر اندام هوایی و ریشه چاودار در آب مقطر به نسبت ۱ به ۱۰ مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت داخل اتاق تاریک در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد روی شیکر (۱۰۰ دور در دقیقه) قرار داده شد پس از طی این مدت محلول حاصل از ۶ لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک به عنوان فیلتر عبور داده شد و در نهایت محلول‌های بدست آمده در بالن و تحت فشار در دستگاه روتاری BUCHI مدل R-200 غلیظ شده سپس به میزان ۱ الی ۲ میلی‌لیتر در پلیت شیشه ای در آون و تحت دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد طی دو روز خشک و پس از آن توسط تیغ از کف پلیت تراشیده شد. برای تهیه نانو ذرات آلزینات / کیتوزان به روش پیش

(Niemeyer, 1988; Barnes and Putnam, 1983).

فناوری نانو علم تغییر مواد در سطح اتمی و مولکولی است (Pérez-de-Luque and Rubiales, 2009). کپسوله کردن و امکان رهاسازی کنترل شده مواد، استفاده از داروها را در پزشکی و کودها و علف‌کش‌ها را در کشاورزی با تغییرات شگرفی روبرو کرده است. نانو کپسول‌ها معمولاً از یک پلیمر تشکیل شده‌اند که حاوی یک ترکیب فعال در فضای داخل پوسته است (Pérez-de- Chinnamuthu and Boopathi, 2009) (Luque and Rubiales, 2009). به کارگیری علف‌کش‌های نانو کپسول شده موجب افزایش محصول و جلوگیری از مشکلات ناشی از سمیت مواد شیمیایی می‌گردد (Diyanat et al., 2019). استفاده از بیوپلیمرهای طبیعی خصوصاً پلی ساکاریدهایی مانند آلزینات و کیتوزان به سبب سازگاری زیستی، تجزیه پذیری زیستی، آبدوست بودن و حفاظت از مواد شیمیایی مورد توجه بوده است. تعامل بین تجزیه زیستی آنیونی و کاتیونی بیوپلیمرها منجر به تولید یک هیدروژل پلی یونیک می‌شود که ویژگی‌های مطلوبی برای بارگذاری مواد شیمیایی، سموم و کود رسانی دارد. مورتی و همکاران (Moretti et al., 2002) اثر میکروکپسول ژلاتینی حاوی عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis*) را بررسی کردند و نشان دادند که میکروکپسوله کردن یک روش مناسب برای محافظت عصاره با ترکیبات شیمیایی متنوع است و این روش می‌تواند باعث جلوگیری از کاهش و هدر رفتن مواد مؤثره عصاره شود.

استفاده از نانو علف‌کش‌ها بر پایه ترکیبات طبیعی راهکار مؤثری در جهت کنترل علف‌های هرز و کاهش اثرات مخرب آنها بر محیط زیست است. اهداف این تحقیق تولید نانو کپسول کیتوزان/آلزینات حاوی عصاره چاودار و بررسی ویژگی‌های ذرات و همچنین مقایسه اثرات عصاره‌های نانو شده و غیرنانو چاودار روی مؤلفه‌های جوانه‌زنی علف‌های هرز سس مزرعه و خرفه بود.

بذر سس مزرعه از اسید سولفوریک ۹۸ درصد استفاده شد (Jayasuriya *et al.*, 2008). سپس پتری‌ها به وسیله پارافیلیم و کیوم و داخل ژرمیناتور (دارای دمای شب و روز ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و تناوب دوره نوری ۸ و ۱۶ ساعت) به مدت سه هفته قرار گرفتند (Chauhan and Johnson, 2009; Sarić-Krsmanović *et al.*, 2013). یادداشت برداری از جوانه‌زنی هر ۲۴ ساعت یکبار انجام شد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از معادله‌های زیر استفاده شد (Alam *et al.*, 2014).

$$GP=100 \times \left(\frac{Ni}{S}\right) \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن GP: درصد جوانه‌زنی، Ni: تعداد بذر جوانه‌زده در روز iam و S: تعداد کل بذور کشت شده بود.

$$GR= \sum \frac{Ni}{Ti} \quad \text{معادله (۲)}$$

GR سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز، Ni: تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز و Ti: تعداد روز از شروع آزمایش تا شمارش نام بود. نتیجه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT نسخه ۲/۱۰ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. پیش از تجزیه واریانس، تبدیل زاویه ای (Arc (Sin)) برای همه داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

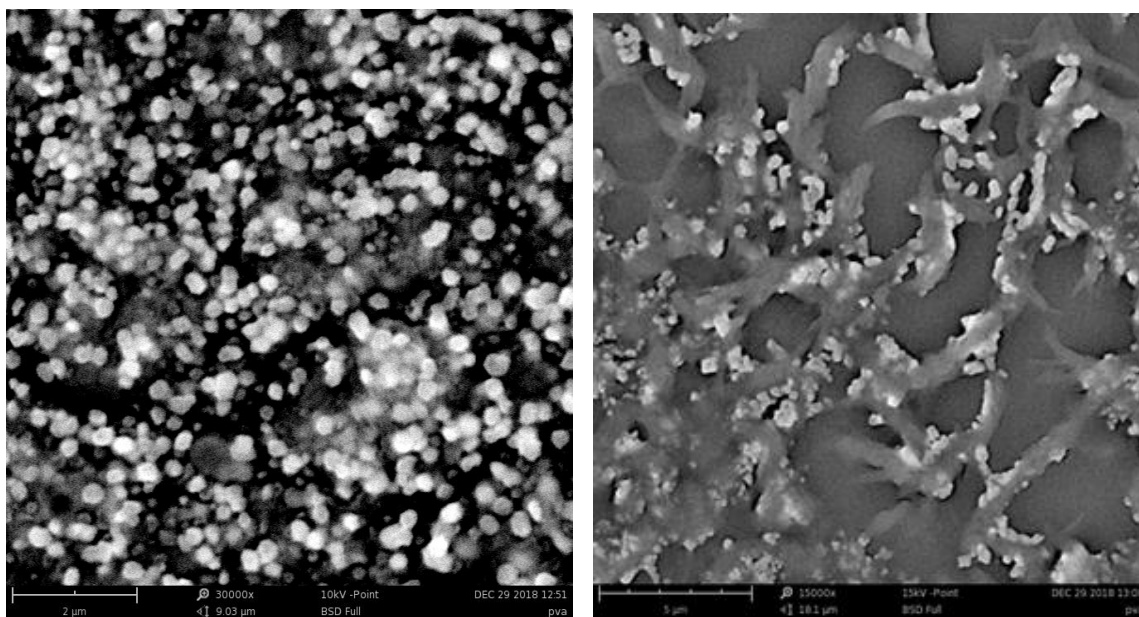
بررسی نانوذرات

تصاویر به‌دست آمده از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که ذرات نسبتاً کروی با سطح صاف و دربردارنده عصاره بودند که در نمونه عصاره نانو شده ساقه اندازه ذرات بین ۱۱۳ تا ۳۵۰ نانومتر و در نمونه عصاره نانو شده ریشه اندازه ذرات بین ۷۱/۴ تا ۱۲۹ نانومتر بود (شکل ۱).

ژل (Rafiee *et al.*, 2014) ابتدا محلول آلژینات سدیم تهیه شد. به این ترتیب که ۰/۰۷ گرم آلژینات در ۱۱۷ میلی‌لیتر آب دیونیزه به وسیله همزن مغناطیسی HPMT 700 حل شد. سپس محلول کلرید کلسیم (که از حل کردن ۰/۲۴۶ گرم کلرید کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه بدست آمده بود) قطره قطره به محلول آلژینات اضافه شد. در حالیکه محلول به روی همزن با دور ۱۲۰۰ دور بر دقیقه هم زده می‌شد. پس از یک ساعت پیش ژل کلسیم آلژینات بدست آمد. برای به‌دست آوردن محلول کیتوزان، پودر کیتوزان به مقدار ۰/۰۲ گرم و اسید استیک ۱٪ به مقدار ۲۵۰ ماکرولیتر در ۲۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل و به مدت ۲۴ ساعت در فلاسک پوشیده روی شیکر قرار داده شد. ۰/۰۰۵ گرم از پودر عصاره خشک ریشه و اندام هوایی به محلول کیتوزان اضافه و روی شیکر به مدت ۲۴ ساعت در فلاسک پوشیده قرار داده شد. سپس ۲۵ میلی‌لیتر محلول کیتوزان / عصاره گیاهی به محلول آلژینات اضافه شد. اندازه ذرات با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی^۱ (SEM) مدل PROX ساخت شرکت Phenom هلند واقع در دانشکده تربیت مدرس تعیین شد. جهت اندازه‌گیری پتانسیل زتا از دستگاه زتا سایزر مدل ZEN3600 ساخت شرکت Malvern واقع در دانشکده داروسازی دانشگاه تهران استفاده شد.

صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن تر ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در طول ۲۱ روز آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا بذور در محلول ۲ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند و سپس با آب مقطر به دفعات شسته شدند. برای به‌دست آوردن درصدهای فوق از آب مقطر اتوکلاو شده استفاده گردید. پس از قرار گرفتن کاغذ صافی واتمن شماره یک به عنوان بستر کشت در پتری‌های شیشه‌ای اتوکلاو شده، ۵۰ عدد بذر علف‌هرز در پتری دیش چیده شد و سپس عصاره‌ها به میزان ۶ میلی‌لیتر به آنها اضافه شدند. قبل از انجام آزمایش برای شکستن خواب

^۱ Scanning Electron Microscope



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از تشکیل ذرات کروی عصاره ریشه (راست) و اندام هوایی (چپ) چاودار
Figure 1- Images of SEM microscope from spherical particle formation of root extraction (right) and shoot (left) extraction of ryegrass

سوسپانسیون را می‌توان بر حسب پتانسیل زتا تعیین نمود (Schaffazick *et al.*, 2003; Mohanraj and Chen, 2006).

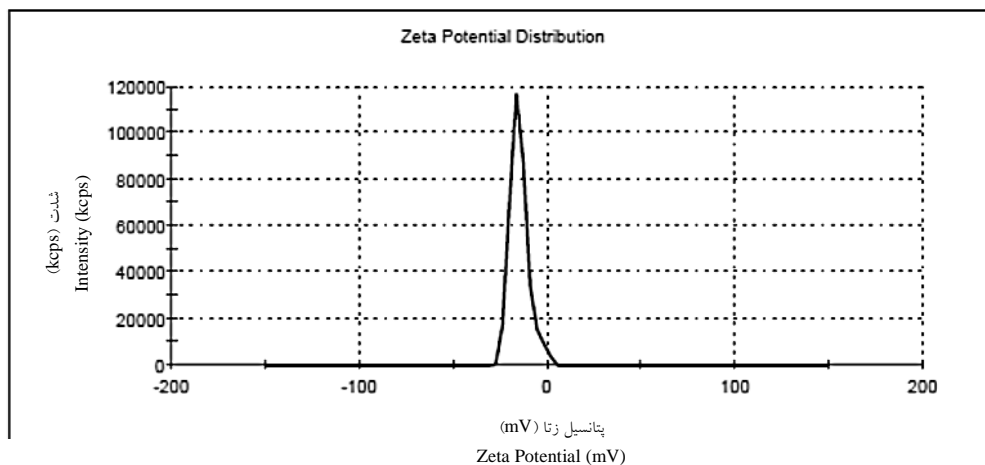
بررسی اثر عصاره چاودار بر علف‌هرز سس مزرعه

نتیجه تجزیه واریانس اثر عصاره چاودار بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر سس مزرعه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به جدول ۱ کلیه اثرات ساده و اثرات متقابل بر صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود. در صفت سرعت جوانه‌زنی تنها اثر متقابل اندام × نوع عصاره معنی‌دار نبوده است. اثرات ساده نوع عصاره و غلظت و همچنین اثر متقابل آن بر صفات طول و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

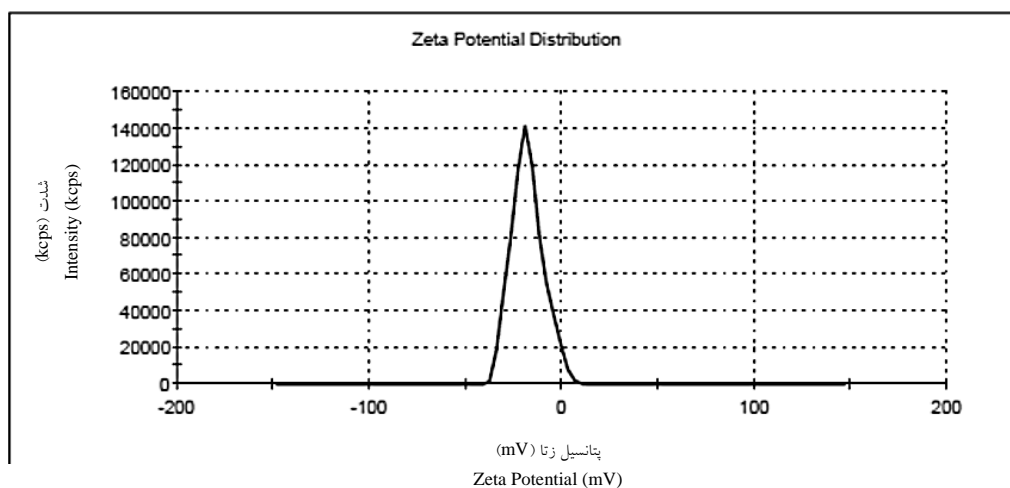
حضرتی و همکاران (Hazrati *et al.*, 2017) اندازه ذرات نانوامولسیون اسانس مزرعه (*Satureja hortensis* L.) را ۱۳۰ نانومتر گزارش کردند. شاخص پراکندگی^۱ عصاره ریشه و اندام هوایی به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۳۳ بود. این شاخص نشان‌دهنده طیف اندازه ذرات است و هر چه قدر کوچکتر باشد نشان می‌دهد که طیف اندازه ذرات باریک‌تر است (Ephrem *et al.*, 2014). پتانسیل زتا عصاره نانو شده ریشه و اندام هوایی به ترتیب ۲۰- و ۱۷/۸- میلی‌ولت بود (شکل ۲) که بر طبق استاندارد تعریف شده برای آن اگر پتانسیل زتا در طیف ۳۰+ تا ۳۰- باشد سوسپانسیون پایدار است. اگر همه ذرات داخل سوسپانسیون دارای بار منفی و یا مثبت باشند، ذرات تمایل به دفع یکدیگر دارند و تمایل به هم انباشتگی از خود نشان نمی‌دهند. تمایل ذرات هم بار به دفع یکدیگر رابطه مستقیمی با پتانسیل زتا دارد. بطور کلی مرز پایداری و ناپایداری

^۱ Polydispersity Index

	Mean (mV)	Area (%)	Width (mV)
Zeta Potential (mV): -20.0	Peak 1: -15.0	100.0	5.10
Zeta Deviation (mV): 31.8	Peak 2: 0.00	0.0	0.00
Conductivity (mS/cm): 0.0332	Peak 3: 0.00	0.0	0.00



	Mean (mV)	Area (%)	Width (mV)
Zeta Potential (mV): -17.8	Peak 1: -17.8	100.0	8.27
Zeta Deviation (mV): 8.27	Peak 2: 0.00	0.0	0.00
Conductivity (mS/cm): 3.26	Peak 3: 0.00	0.0	0.00



شکل ۲- پتانسیل زتای نانوکپسول آلژینات / کیتوزان حاوی عصاره ریشه (بالا) و اندام هوایی چاودار (پایین)

Figure 2- Zeta potential of aliginate/chitosan nanocapsule contains of root (above) and shoot extractions of ryegrass

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر اندام گیاه، نوع عصاره و غلظت عصاره چاودار و اثرات متقابل آنها بر مولفه‌های جوانه‌زنی سس مزرعه

Table 1-The analysis of variance (mean of squares) for tissue type, extraction type and extraction concentrations and their interactions on germination components of dodder

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت وانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule
نوع اندام Tissue type	1	29.64**	5.95**	0.186 ^{ns}	0.0028 ^{ns}	0.00000006 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
نوع عصاره Extraction type	1	227.55**	296.46**	418.4**	99.05**	0.00027**	0.002**
غلظت عصاره Extraction concentration	5	20.59**	34.04 ^{ns}	207.7**	372.4**	0.000028**	0.0005**
اندام × نوع عصاره Organ type × Extraction type	1	23.12**	9.46 ^{ns}	0.154 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.00000003 ^{ns}	0.00001 ^{ns}
نوع عصاره × غلظت Extraction type × concentration	5	5.6**	12.89**	26.02**	72.68**	0.0000048**	0.0011**
اندام × غلظت Tissue type × concentration	5	2.79**	1.69**	0.98 ^{ns}	3 ^{ns}	0.0000007 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
اندام × نوع عصاره × غلظت Tissue type × Extraction type × concentration	5	1.96**	2.28**	0.98 ^{ns}	2.06 ^{ns}	0.0000007 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
خطا آزمایش Error	48	0.27	0.26	3.36	4.4	0.00000097	0.00007
ضریب تغییرات (%) C.V	-	4.96	4.74	5.21	6.54	3.87	4.27

* و **: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ^{ns}: عدم تفاوت معنی‌دار

*, ** significant difference at 5% and 1%, respectively. ^{ns}: not significant difference

عبدالعظیم و باهالا (Abd ElAzim and Balah, 2016) نیز گزارش کردند که خاصیت دگرآسیبی گیاهان دارویی آویشن (*Thymus capitatus*) و مرزنجوش (*Majorana hortensis*) با نانو کردن اسانس آنها افزایش می‌یابد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی با میانگین ۱۱/۳۳ در غلظت صفر (شاهد) مشاهده گردید که با دیگر غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر عصاره نانو شده هر دو اندام مورد بررسی با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد به صفر رسید که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). آزاد شدن ترکیبات دگرآسیب در محیط، مانع جوانه‌زنی و رشد گیاهان دیگر می‌شود (Kil et al., 2000). با افزایش

با توجه به جدول ۲ بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر سس مزرعه مربوط به شاهد (۹۰/۵۶ درصد) بود که با سایر سطوح تیماری تفاوت معنی‌داری داشت. عصاره نانو شده اندام هوایی با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد و همچنین عصاره نانو شده ریشه با همین غلظت‌ها منجر به صفر درصد جوانه‌زنی بذر سس مزرعه شدند که با غلظت‌های ۶/۲۵ و ۱۲/۵ درصد عصاره نانو شده اندام هوایی با ۵ و ۸/۳ درصد جوانه‌زنی و غلظت ۶/۲۵ درصد عصاره نانو شده با ۸ درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره نانو نشده اندام هوایی و ریشه بذر سس مزرعه توانست به ترتیب ۱۸/۳ و ۲۳/۳ درصد جوانه بزند. در تایید این نتایج

متفاوتی از بازدارندگی و تحرک کنندگی مشاهده شود (Ismail and Chong, 2002). اسماعیل و چانگ (Ismail and Chong, 2002) معتقدند که مواد دگرآسیب در غلظت‌های پایین ممکن است اثرات مثبت یا منفی بر گیاه داشته باشند اما در غلظت‌های بالا همواره بازدارنده‌اند.

غلظت عصاره چاودار صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری کاهش یافت که در انطباق با نتایج سایر محققان بود (Ismail and Chong, 2002; Kohli *et al.*, 2001). پدیده دگرآسیبی به غلظت مواد آلوشیمیایی بسیار وابسته است و ممکن است با تغییر در غلظت این مواد درجات

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع اندام × نوع عصاره × غلظت بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز سس مزرعه

Table 2- Mean comparison of interaction effects of organ type, extraction type and extraction concentration on germination percentage and germination rate of dodder

نوع اندام Tissue type	نوع عصاره Extraction type	غلظت عصاره (%) Extraction concentration	میانگین Mean	
			درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate
اندام هوایی Shoot	نانو نشده Non nanocapsulated	0	95.6 a	11.33 a
		6.25	36 e	7.6 b
		12.5	28 efg	4.63 cd
		25	22.3 gh	3.93 de
		50	21.3 gh	3.03 ef
	100	8.3 jkl	1.83 ghi	
	نانو شده Nanocapsulated	0%	95.6 a	11.33 a
		6.25	5 kl	1 i
		12.5	8.3 jkl	1.16 i
		25	0 l	0 j
50		0 l	0 j	
ریشه Root	نانو نشده Non nanocapsulated	0	95.6 a	11.33 a
		6.25	75.6 b	5.3 c
		12.5	58.6 c	3.8 de
		25	33.6 e	3.13 ef
		50	31.6 ef	2.8 fg
	100	23.3 fgh	2.33 fgh	
	نانو شده Nanocapsulated	0	95.6 a	11.33 a
		6.25	8 jkl	1.3 i
		12.5	11.3 ijk	1.46 hi
		25	0 l	0 j
50		0 l	0 j	
100	0 l	0 j		

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters do not have significant difference based on Duncan's Multiple Range Test

اثر متقابل نوع عصاره × غلظت عصاره بر طول و وزن تر ریشه چه و ساقه چه در جدول ۳ آورده شده است. کمترین مقدار این صفات با کاربرد عصاره نانو شده چاودار با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد حاصل شد که تفاوت معنی داری با عصاره نانوشده داشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع × غلظت عصاره بر صفات مورد بررسی گیاه سس مزرعه

Table 3- Mean comparison of interaction effects of extraction type and extraction concentration on studied traits of dodder

نوع عصاره Extraction type	غلظت عصاره (%) Extraction concentration	میانگین Mean			
		طول ریشه چه Radicle length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)	وزن تر ریشه چه Fresh weight of radicle (g)	وزن تر ساقه چه Fresh weight of plumule (g)
نانو نشده Non nanocapsulated	0	13.8 a	15.17 a	0.0076 a	0.0074 bc
	6.25	12.67 ab	12.07 abc	0.0066 ab	0.0065 c
	12.5	10.07 bc	9.3 cde	0.0058 bc	0.0057 c
	25	8.49 c	8 de	0.0052 bcd	0.0047 c
	50	7.79 c	6.63 ef	0.0047 cde	0.021 b
نانو شده Nanocapsulated	100	4.41 d	24.5 f	0.0045 cde	0.043 a
	0	8.77 c	15.51 a	0.0036 de	0.01 bc
	6.25	10.78 abc	11.31 bcd	0.0032 e	0.006 c
	12.5	8.75 c	14.53 ab	0.0041 cde	0.011 bc
	25	0 e	0 g	0 f	0 c
	50	0 e	0 g	0 f	0 c
	100	0 e	0 g	0 f	0 c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters do not have significant difference based on Duncan's Multiple Range Test

بررسی اثر عصاره چاودار بر علف‌هرز خرفه

همه اثرات ساده و اثرات متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز خرفه معنی دار بودند. طول ریشه چه تنها تحت تأثیر غلظت عصاره قرار گرفت اما طول ساقه چه تحت تأثیر نوع عصاره نیز قرار گرفت. اثرات ساده نوع عصاره و غلظت و همچنین اثر متقابل آنها بر وزن تر ریشه چه و ساقه چه معنی دار بود (جدول ۴).

بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر خرفه مربوط به شاهد با ۷۸/۲۶ درصد بود که با سایر سطوح تیماری تفاوت معنی داری داشت. عصاره نانو اندام هوایی و ریشه با

غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد موجب به صفر رساندن درصد جوانه‌زنی بذر گیاه خرفه شدند که با سایر سطوح تیماری تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۵). سرعت جوانه‌زنی نیز روند مشابهی داشت. حضرتی و همکاران (Hazrati *et al.*, 2017) در بررسی اسانس نانو شده گیاه مرزه بر علف‌های هرز تاج خروس و سلمه‌تره گزارش کردند که غلظت‌های متفاوت نانومولسیون اسانس مرزه مؤلفه‌های جوانه‌زنی این دو علف‌هرز را کاهش داد و میزان کاهش بسته به غلظت نانومولسیون تغییر می‌کرد. توقف در جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر عصاره چاودار ممکن است به تغییر فعالیت آنزیم‌های مؤثر بر انتقال

طول ساقه‌چه ۰/۴۶۶۷ سانتی‌متر بیشترین تأثیر را بر کاهش طول ساقه‌چه خرفه داشت که با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ درصد به ترتیب با میانگین ۰/۵ و ۰/۶۱۶۷ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). در تأیید این نتایج کریمر و همکاران (Creamer *et al.*, 1996) گزارش کردند که چاودار می‌تواند نقش مهمی در کنترل علف‌های هرز دارای بذر ریز و حساس به نور همچون سلمه‌تره، تاج‌خروس ریشه قرمز و خونی‌واش (*Phalaris minor*) داشته و از جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز تاج‌ریزی (*Solanum ptycanthum* Dun.) و دم‌روپاهی (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) جلوگیری کند.

ترکیبات ذخیره‌ای در طی جوانه‌زنی نسبت داده شود که می‌تواند منجر به کمبود فرآورده‌های سوبستراهای تنفسی و در نهایت منجر به کمبود مستمر انرژی و متابولیت گردد (El-Khatib *et al.*, 2004).

عصاره چاودار با غلظت ۵۰ درصد با طول ریشه‌چه ۰/۵ سانتی‌متر بیشترین تأثیر را بر کاهش طول ریشه‌چه خرفه داشت که با غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۵ درصد به ترتیب با مقادیر ۰/۵۵ و ۰/۶۱۷ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش غلظت عصاره چاودار تا ۲۵ درصد از طول ساقه‌چه خرفه کاسته شد اما سپس با افزایش غلظت این کاهش رخ نداد. همچنین عصاره چاودار با غلظت ۲۵ درصد با میانگین

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر اندام گیاه، نوع عصاره و غلظت عصاره چاودار و اثرات متقابل آنها بر مولفه‌های جوانه‌زنی خرفه

Table 1- The analysis of variance (mean of squares) for tissue type, extraction type and extraction concentrations and their interactions on germination components of purslane

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean squares					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	چهار طول ریشه Radicle length	چهار طول ساقه Plumule length	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule
نوع اندام Tissue type	1	1444.5**	882**	0.293 ns	0.435 ns	0.00000024 ^{ns}	0.0000001 ^{ns}
نوع عصاره Extraction type	1	22617**	3741.1**	5.44 ns	34.16**	0.000081**	0.000049**
غلظت عصاره Extraction concentration	5	4824.6**	1701.7**	737.1 **	648.6 **	0.000048**	0.000011 **
اندام × نوع عصاره Organ type × Extraction type	1	56**	60.5°	0.067 ns	2 ns	0.00000003 ^{ns}	0.00000008 ^{ns}
نوع عصاره × غلظت Extraction type × concentration	5	2548.8**	689.4**	13.69 ns	1.37 ns	0.0000039**	0.0000007°
اندام × غلظت Tissue type × concentration	5	51.23**	132.2**	3.69 ns	0.24 ns	0.00000013 ^{ns}	0.0000003 ^{ns}
اندام × نوع عصاره × غلظت Tissue type × Extraction type × concentration	5	219.2**	51.43**	3.2 ns	0.925 ns	0.00000032 ^{ns}	0.00000002 ^{ns}
خطا آزمایش Error	48	3.6	10.11	8.08	1.64	0.0000009	0.00000024
C.V (% ضریب تغییرات)	-	4.19	7.21	6.47	5.33	5.24	4.77

* و **: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ^{ns}: عدم تفاوت معنی‌دار

*, ** significant difference at 5% and 1%, respectively. ^{ns}: not significant difference

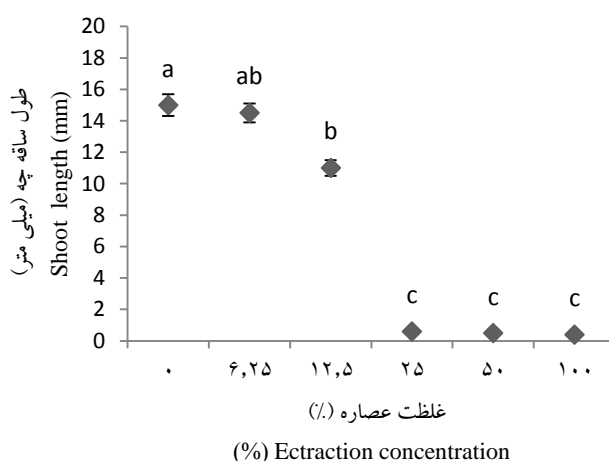
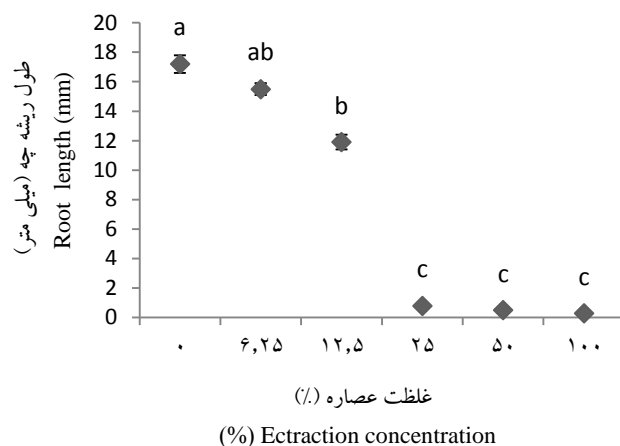
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع اندام × نوع عصاره × غلظت بر درصد و سرعت جوانه زنی علف هرز خرفه

Table 5- Mean comparison of interaction effects of organ type, extraction type and extraction concentration on germination percentage and germination rate of purslane

نوع اندام Tissue type	نوع عصاره Extraction type	غلظت عصاره (%) Extraction concentration	میانگین Mean	
			درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی (تعداد در روز) Germination rate
اندام هوایی Shoot	نانو نشده Non nanocapsulated	0	78.26 a	4.36 a
		6.25	69.16 h	1.6 e
		12.50	48.83 p	1.35 ef
		25	68.26 i	3.8 a-d
		50	59.16 j	1.4 ef
	100	35.83 q	1.15 ef	
	نانو شده Nanocapsulated	0	78.26 a	4.36 a
		6.25	49.16 l	1.2 ef
		12.50	52.83 r	0.95 f
		25	0 s	0 g
50		0 s	0 g	
ریشه Root	نانو نشده Non nanocapsulated	0	78.26 a	4.36 a
		6.25	74.76 e	3.43 cd
		12.50	49 m	1.6 e
		25	76.33 c	4.26 a
		50	74.26 f	3.23 d
	100	48.5 n	1.55 e	
	نانو شده Nanocapsulated	0	78.26 a	4.36 a
		6.25	73.76 g	3.23 d
		12.50	48 o	1.45 ef
		25	0 s	0 g
50		0 s	0 g	
100	0 s	0 g		

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters do not have significant difference based on Duncan's Multiple Range Test



شکل ۳- اثر غلظت عصاره چاودار بر صفات طول ریشه چه و ساقه چه علف هرز خرفه

Fig. 3- The effect of extraction concentration on length of radicle and plumule of purslane

گیاهان افزایش سطح جذب به واسطه وجود ذرات با قطر نانومتر بوده و به این ترتیب جذب و اثربخشی ترکیبات دگرآسیب افزایش می‌یابد (Abd El Azim and Balah, 2016). کنترل علف‌های هرز با علفکش‌های نانوکیسوله شده، نمونه‌ای مناسب از موادی است که دارای غلظت مؤثر، حلالیت بالا، پایداری و اثر بخشی، آزادسازی کنترل شده با زمان در پاسخ به محرک‌های خاص، افزایش فعالیت‌های هدفمند شده و خطرات کمتری برای محیط زیست دارند (Perez-de-Luque and Rubiales, 2009).

اثر متقابل نوع عصاره × غلظت عصاره چاودار بر وزن تر ریشه چه و ساقه چه خرفه در جدول ۶ نشان می‌دهد که وزن تر ریشه چه خرفه با کاربرد عصاره نانو شده چاودار در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد به صفر رسید اما این تیمارها تفاوت معنی‌داری با عصاره نانو شده ۱۲/۵ درصد و عصاره نانو نشده ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نداشتند. کمترین وزن تر ساقه چه خرفه نیز با کاربرد عصاره نانو شده چاودار در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد حاصل شد (جدول ۶). علت افزایش تأثیر نانوامولسیون عصاره

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره × غلظت عصاره بر صفات مورد بررسی خرفه

Table 2- Mean comparison of interaction effects extraction type and extraction concentration on studied traits of purslane

نوع عصاره Extraction type	غلظت عصاره (%) Extraction concentration	میانگین Mean	
		وزن تر ریشه چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه چه Fresh weight of plumule
نانو نشده Non nanocapsulated	0	0.0056 a	0.0036 a
	6.25	0.006 a	0.0031 a
	12.5	0.005 a	0.0032 a
	25	0.001 cd	0.0019 b
	50	0.0014 cd	0.0018 bc
	100	0.0015 cd	0.0018 bc
نانو شده Nanocapsulated	0	0.004 ab	0.002 b
	6.25	0.003 bc	0.0023 b
	12.5	0.001 d	0.001 c
	25	0 d	0 d
	50	0 d	0 d
	100	0 d	0 d

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters do not have significant difference based on Duncan's Multiple Range Test

یافت. اثرات بازدارندگی عصاره نانو نشده چاودار بر علف‌هرز خرفه شدیدتر از سس مزرعه بود. نانو کپسوله کردن باعث افزایش اثر دگرآسیبی عصاره چاودار شد به گونه‌ای که عصاره ۲۵ درصد نانو شده هم اندام هوایی و هم ریشه توانست به طور کامل از جوانه‌زنی بذر سس مزرعه و خرفه جلوگیری کند.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت عصاره چاودار درصد بازدارندگی مؤلفه‌های جوانه‌زنی علف‌های هرز سس مزرعه و خرفه افزایش

Reference

منابع

- Abd El Azim, W.M., and M.A. Balah. 2016. Nanoemulsions formation from essential oil of *Thymus capitatus* and *Majorana hortensis* and their use in weed control. *Indian J. Weed Sci.* 48:421-427.
- Ahmet, C., A. Tulay, M. Ebru and A. Adnan. 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and hexane extract of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. *Ind Crop Prod.* 29: 562-570.
- Alam, A., A.S. Juraimi, M.Y. Rafii., A. Abdul Hamid, and F. Aslani. 2014. Screening of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions for high salt tolerance. *Sci World J.* <https://doi.org/10.1155/2014/627916>

- Amri, I., L. Hamrouni, M. Hanana, and B. Jamoussi. 2013.** Review on phytotoxic effects of essential oil and their individual components: news approach for weeds management. *Int. J. Appl. Biol. Pharm. Technol.* 4: 96–114.
- Babaei, S., H. Alizadeh., I. Nosrati., M. Diyanat and Z. Farokhi. 2011.** Evaluation of Allelopathic Effects of Rye (*Secale cereale* L.) Extract on several weed seed species properties. *IJFCS.* 42:475-483. (In Persian).
- Barnes, J.P., and A. R. Putnam. 1983.** Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9: 1045-1057.
- Burgos, R., R.E. Talbert, K.S. Kimand and Y.I. Kuk. 2004.** Growth inhibition and root ultrastructure of Cucumber seedling exposed to allelochemical from rye. *J. Chem. Ecol.* 30: 671- 689.
- Burke, I.C., and J.L. Bell. 2014.** Plant health management: herbicides. *Encycl. Agric. Food Syst.* 4: 425–440.
- Chinnamuthu, C. R., and P. M. Boopathi. 2009.** Nanotechnology and agroecosystem. *Madras Agric J.* 96:17-31.
- Chauhan, B.S., and D.E. Johnson. 2009.** Seed germination ecology of *Portulaca oleracea* L.: an important weed of rice and upland crops. *Ann. Appl. Biol.* 155: 61-69.
- Creamer, N.G., M.A. Bennett, B.R. Stinner, J. Cardina, and E.E. Regnier. 1996.** Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *Hortic. Sci.* 31: 410-413.
- Dayan, F.E., and S.O Duke. 2014.** Natural compounds as next generation herbicides. *Plant Physiol.* 166: 1090–1105.
- Diyanat, M., H. Saeidian, S. Baziar, and Z. Mirjafary. 2019.** Preparation and characterization of polycaprolactone nanocapsules containing pretilachlor as a herbicide nanocarrier. *Environ Sci Pollut Res.* 26: 21579–21588.
- El-Khatib, A.A., A.K. Hegazy, and H.K. Galal. 2004.** Does allelopathy have a role in the ecology of *Chenopodium murale*? *Ann. Bot. Fennici.* 41: 37-45
- Ephrem, E., H. Greige-Gerges., H. Fessi, and C. Charcosset. 2014.** Optimisation of rosemary oil encapsulation in polycaprolactone and scale-up of the process. *J. Microencapsul.* 31: 746–753
- Green, J. M., and G.B. Beestman. 2007.** Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Prot.* 26:320-327.
- Hazrati, H., M.J. Saharkhiz., M. Niakousari, and M. Moein. 2017.** Natural herbicide activity of *Satureja hortensis* L. essential oil nanoemulsion on the seed germination and morphophysiological features of two important weed species. *Ecotox Environ. Safe.* 142: 423–430
- Inderjit, and E.T. Nilsen. 2003.** Bioassays and field studies for allelopathy in terrestrial plants: progress and problems. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22: 221-238.
- Ismail, B.S., and T.V. Chong. 2002.** Effects of aqueous extracts and decomposition of *Mikania micrantha* HBK debris on selected agronomic crops. *Weed Bio. Man.* 2(1): 31-38.
- Jayasuriya, K.M.G.G., J.M Baskin, R.L. Geneve, C.C. Baskin, and C.T Chien. 2008.** Physical dormancy in seeds of the holoparasitic angiosperm *Cuscuta australis* (Convolvulaceae, Cuscutaceae): dormancy breaking requirements, anatomy of the water gap and sensitivity cycling. *Annl Bot.* 102: 39-48.
- Kil, B.S., D.M. Han, C.H. Lee, Y.S. Kim, K.Y. Yun, and H.G. Yoo. 2000.** Allelopathic effects of *Artemisia lavandulaefolia*. *Korean J. Ecol.* 23:149-155.
- Kohli, R.K., H.P. Singh, and D.R. Batish. 2001.** Allelopathy in agroecosystems, CRC Press, NewYork.
- Koloren, O. 2007.** Allelopathic Effects of *Medicago sativa* L. and *Jicia cracca* L. *Pakistan J. Biol Sci.* 10:1639-1642.
- Liebel, R., F.W. Simmons, L.M. Wax, and E.W. Stoller. 1992.** Effect of rye (*Secale cereale* L.) much on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine Max*). *Weed Technol.* 6: 838-848
- Maighany, F. 2003.** Allelopathy: From concept to application. Parto – vege Press, Tehran.

- Malkomes, H.P. 2006.** Microbiological-ecotoxicological soil investigations of two herbicidal fatty acid preparations used with high dosages in weed control. UWSF-Z Umweltchem Ökotox. 18: 13-20.
- Mighani, F. 2003.** Allelopathy from principals to application. Pertoenagheh Publication.
- Mohanraj, V.J., and Y. Chen. 2006.** Nanoparticles-a review. Trop. J. Pharm Res. 5: 561–573.
- Moretti, M. D. L., G. Sanna-Passino, S. Demontis, and F. Bazzoni. 2002.** Essential oil formulation useful as a new tool for insect pest control. Pharm Sci. Technol. 3: 1-11
- Niemeyer, H.M. 1988.** Hydroxamic acids (4-hydroxy-1, 4-benzoxazin-3-ones), defence chemicals in the Gramineae. Phytochem. 27: 3349-3358.
- Ohno, K., T. Minami, Y. Matsui, and Y. Magara. 2008.** Effects of chlorine on organophosphorus pesticides adsorbed on activated carbon: Desorption and oxon formation. Water Res. 42: 1753-1759.
- Pérez-de-Luque, A., and D. Rubiales. 2009.** Nanotechnology for parasitic plant control. Pest Man Sci: 65: 540-545.
- Peterson, J., and A. Rover. 2005.** Comparison of sugar beet cropping systems with dead and living mulch using a glyphosate-resistant hybrid. J Agro Crop Sci. 191: 55-63.
- Rafiee, A., M.H. Alimohammadian, T. Gazori, F. Riazi-rad, M.R. Fatemi, A. Parizadeh, I. Haririan, and M. Havaskary, 2014.** Comparison of chitosan, alginate and chitosan/alginate nanoparticles with respect to their size, stability, toxicity and transfection. Asian Pac. J. Trop Dis. 4: 372-377.
- Sarić-Krsmanović, M., D. Božić, D. Pavlović, L. Radivojević, and S. Vrbničanin. 2013.** Temperature Effects on *Cuscuta campestris* Yunk. Seed Germination Pestic. Phytomed. 28: 187–193
- Schaffazick, S.R., S.S.U Guterres., L.D. Freitas, and A.R. Pohlmann. 2003.** Physicochemical characterization and stability of the polymeric nanoparticle systems for drug administration. Quim Nova. 26: 726–737
- Shilling, D.G., R.A. Liebl, and A.D. Worsham. 1985.** Rye and wheat mulch: the suppression of certain broadleaved weeds and the isolation and identification of phytotoxins. Pp 243–271. In A.C. Thompson(ed.). The Chemistry of Allelopathy: Biochemical Interactions among Plants. American Chemical Society, Washington DC.
- Singh, H.P., and D.R. Batish, and R.K. Kohli. 2006.** Allelopathic Interactions and Allelochemicals: New Possibilities for Sustainable Weed Management. Crit. Rev. Plant Sci. 22: 239- 311.
- Weston, L.A. 1996.** Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agron. J. 88: 860-866.

