مطالعه خصوصیات آللوپاتی مزارع زعفران و روشهای اصلاح آن

مهدیه خیرآبادی؛ مجید عزیزی

دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhs.2021.61772.0

چکیده

به منظور بررسی پتانسیل آللوپاتی گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) سه آزمایش به طور مستقل طراحی و اجرا شد. در این آزمایش ها اثر آللوپاتی عصاره (عصاره آبی و هیدروالکلی) کورم و خاک زعفران (خاک مزرعه۹ سال و خاک مزرعه آیش) مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین به منظور اصلاح خاصیت آللوپاتی آنها از جاذب های کربن فعال و زئولیت استفاده شد. در این پژوهش از گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) به عنوان گیاه حساس استفاده گردید و درصد جوانه زنی و رشد هیپوکوتیل و ریشه چه و نسبت ایندو مورد ارزیابی قرار گرفت. این پژوهش در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال های ۱۳۹۸-۹۷ انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در تیمار های عصاره آبی کمترین شاخص های رشدی در عصاره آبی کورم زعفران مشاهده شد که نشان از اثرات آللوپاتی قوی کورم نسبت به خاک مزرعه زعفران ۹ ساله بر رشد گیاه کاهو بود. استفاده از جاذب های کربن فعال و زئولیت در بهبود و کاهش اثر آللوپاتی موثر بود و باعث افزایش رشد در گیاهچه کاهو گردید. به طور کلی نتایج این پژوهش مشخص کرد که امکان مهار خاصیت آللوپاتی در مزارع زعفران وجود دارد و لازم است این پژوهش در شرایط مزرعه ای تکرار گردد تا بتوان راهکار عملی برای این منظور را توصیه نمود.

کلید واژه: جاذب، جوانه زنی، زئولیت، عصاره،کربن فعال.

۱-مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) یک گیاه پیازدار است که در پاییز گل می دهد و متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) می باشد که از عصر برنز در نواحی حوزه مدیترانه کشت می شده است (۲۷، ۱۳). ارزش تجاری زعفران به دلیل وجود کلاله ی قرمز خشک شده آن است که غنی از متابولیت های ثانویه کارتنوئیدها، کروستین و مشتقات کروسین (رنگ)، پیکروکروسین (طعم) و سافرانال (عطر) می باشد (۹). ایران در تولید و صادرات زعفران پیشرو است و به تنهایی حدود ۹۰ درصد سطح زیر کشت و ۸۰ درصد صادرات را در دنیا دارا می باشد(۱۸).

مسئله ی مهمی که در کشت زعفران وجود دارد عدم توانایی کشت دوباره زمین، در زمینی است که قبل از آن زعفران کشت شده است. کشاورزان قاینات معتقدند که زمین زعفران را دوباره نمی توان زعفران کاشت و یا آنکه لااقل دو برابر مدت توقف زعفران در زمین، برای کاشت مجدد آن باید فاصله قائل شد (۱۹). دلایل احتمالی نامناسب شدن طولانی مدت خاک برای کشت زعفران بلافاصله یا با فاصله کم پس از یک دوره کشت زعفران، احتمالا یکی از موارد تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، تغییر در وضعیت بیوشیمیایی خاک و تغییر عمده در جمعیت میکروارگانیسم های خاک است (۴).

آللوپاتی به عنوان دخالت در رشد گیاه تعریف می شود که در اثر تقابلات شیمیایی بین گیاهان و دیگر ارگانیسم ها به واسطه آزاد کردن متابولیت های ثانویه که آللوکمیکال ها نامیده می شود، ایجاد می گردد. آللوکمیکال ها از طریق مکانیزم هایی از بافت های مختلف گیاهی آزاد می شود که این مکانیزم ها از جمله تبخیر شدن و آبشویی از قسمت های هوایی گیاه، تراوش ریشه ای و تجزیه بقایای گیاه در خاک می باشد (۲۲).

قرائی و بیگی (۱۲) تغییرات خصوصیات فیزیکو شیمیایی و کانی شناسی خاک های تحت کشت زعفران (قبل و بعد از یک دوره کشت) در منطقه استهبان فارس را بررسی کردند. نتایج نشان داد که خاک های سال های مختلف کشت اول، خاک بکر و سال های مختلف وقفه بعد از یک دوره کشت، به لحاظ خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مینرالوژی اختلاف عمده ای نشان نداد. در نهایت این پژوهشگران به دلیل نیافتن تغییرات در خاک های مختلف توصیه کردند تا پژوهش های دیگری برای یافتن علل عدم امکان کشت مجدد زعفران پس از یک دوره کشت انجام گیرد. به پیشنهاد این پژوهشگران بررسی عناصر کمیاب و وجود سمیت در خاک در اولیت می باشد.

راشد محصل و همکاران (۳۱) اثر عصاره برگ و بنه زعفران بر رشد گیاهچه های علف های هرز تاج خروس و سلمه تره را بررسی کردند. نتایج آزمایش نشان داد که عصاره برگ و بنه زعفران، ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته هر دو گونه علف هرز را کاهش داد.

در سال های اخیر یک روش قدیمی برای به حداقل رساندن اثرات تراوش های شیمیایی دوباره رواج پیدا کرده است و آن استفاده از کربن فعال می باشد. مطالعات مختلفی بر روی استفاده از کربن فعال در جهت خنثی کردن تاثیر آللوکمیکال ها انجام شده است (۲۳). کربن فعال (Activated carbon) به گروهی از مواد کربنی با پوکی و سطح داخلی بالا اطلاق می‌شود که به دلیل مساحت داخلی قابل توجه، ساختار پوک و منفذی، ظرفیت جذب بالا، قابلیت فعال‌سازی مجدد سطح یک ماده منحصر به فرد می‌باشد (۱۱). انتظار می رود که کربن فعال تراوش های آللوپاتی گیاه در خاک را جذب کند و تاثیر کمی هم بر مواد مغذی خاک بگذارد (۷). علاوه بر کربن فعال که کمک به اصلاح خاک می کند ماده معدنی به نام زئولیت (Zeolite) در سال ۱۷۵۶ توسط کانی شناس سوئدی شناسایی شد. زئولیت ها دارای خواص مهمی شامل تبادل یونی، فیلتر کردن، سطح جذب بالا، کنترل و حذف بوها، غربالگری شیمیایی، شیرین کننده آب و جذب گازها می باشند. از لحاظ ساختار زئولیت ها متشکل از کریستال های آلومینوسیلیکاته هیدراته، به دو صورت طبیعی و سنتزی موجود می باشند (۲۸).

هدف از این پژوهش بررسی اثر آللوپاتی در خاک با سابقه کشت زعفران و کورم زعفران بود. از جاذب های کربن فعال و زئولیت جهت کاهش اثر آللوپاتی و بهبود وضعیت خاک استفاده گردید.

۲-مواد و روش ها

این پژوهش در سه آزمایش مجزا به شرح زیر طراحی و اجرا شد.

آزمایش اول: عصاره ی آبی کورم زعفران

برای مطالعه خواص آللوپاتی زعفران نمونه های خاک و نمونه های کورم در شهریور ماه ۹۷ از مزارع چند ساله جمع آوری گردید. نمونه های خاک و کورم از مزارع ۹ ساله زعفران از مناطق مختلف، از عمق ۱۲ تا ۲۰ سانتی متری به طور تصادفی از نقاط مختلف مزرعه جمع آوری و با هم مخلوط شد. برای حذف باقیمانده مواد آلی گیاهان(شامل بقایای ریشه ها و غیره) و سنگ ها نمونه های خاک برداشت شده غربال گردید. نمونه ای از خاک از زمین های اطراف مزارع زعفران (مزارع کشت نشده) جمع آوری شد. کورم ها پس از برداشت در ابتدا تمیز و شسته شدند. جهت خشک کردن کورم ها از آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت استفاده شد (۳۳). سپس نمونه های کورم خشک شده پودر شدند و در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شد. کربن فعال جهت آزمایش ها به صورت

کربن فعال گرانولی[1] Clean pure UDF 10 (مورد استفاده در تصفیه آب) تهیه شد. زئولیت جهت آزمایش ها به صورت زئولیت کلینوپتیلولایت گرانولی از منطقه سمنان تهیه گردید.

جهت تهیه عصاره آبی کورم زعفران بر اساس روش (۳۴) ۵۰ گرم کورم پودر شده در ۱ لیتر آب مقطر (عصاره ۵ درصد) حل شد و بر روی شیکر به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. محلول مورد نظر توسط کاغذ صافی فیلتر شد. عصاره (۵ درصد) بر اساس ۳۷/۵ گرم (۳/۷۵ درصد)، ۲۵ گرم (۲/۵ درصد) و ۱۲/۵ گرم (۱/۲۵ درصد) بر ۱ لیتر آب مقطر جهت بدست آوردن غلظت های مختلف رقیق شد و بر خصوصیات جوانه زنی، رشد هیپوکوتیل و ریشه چه بذرهای کاهو تست گردید. ۲ میلی لیتر از هر غلظت عصاره به پتری دیش هایی به قطر ۱۰۰ میلی متر حاوی کاغذ صافی و ۵۰ عدد بذر کاهو اضافه گردید. آب مقطر (بدون عصاره) برای شاهد استفاده شد. ۲ گرم کربن فعال و زئولیت پودر شده جهت حذف تداخلات آللوپاتی به ۱۰۰ میلی لیتر عصاره آبی ۵ درصد کورم و به ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر، اضافه گردید و به مدت ۱۲ ساعت بر روی شیکر با سرعت پایین گذاشته شد. برای هر تیمار در این آزمایش ۵ تکرار استفاده شد.

آزمایش دوم: عصاره ی آبی خاک

عصاره آبی خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک کشت نشده اطراف مزارع زعفران هم مانند روش تهیه عصاره آبی کورم آماده شد، با این تفاوت که عصاره (۱۰ درصد)، ۱۰۰ گرم خاک در ۱ لیتر آب مقطر تهیه گردید. غلظت های مورد استفاده در آزمایش جهت تست شامل ۷۵ گرم (۷/۵ درصد)، ۵۰ گرم (۵ درصد)، ۳۷/۵ گرم (۳/۷۵ درصد) و ۲۵ گرم (۲/۵ درصد)بود. جهت حذف تداخلات آللوپاتی، ۱۰۰ میلی لیتر عصاره آبی با غلظت (۱۰ درصد) با ۲ گرم کربن فعال و زئولیت ترکیب گردید.

آزمایش سوم: عصاره هیدروالکلی کورم، خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک کشت نشده

برای تهیه عصاره هیدروالکلی، کورم زعفران با توجه به روش کاتو- نوگوچی (۲۰) به میزان (۳۰ گرم) با ۳۰۰ میلی لیتر متانول ۷۰ درصد (v/v) و آب مقطر برای ۴۸ ساعت مخلوط گردید. با استفاده از کاغذ صافی عصاره فیلتر شد. بعد از فیلتر کردن عصاره، باقیمانده کورم دوباره توسط ۳۰۰ میلی لیتر متانول ۱۰۰ درصد برای ۴۸ ساعت عصاره گیری شد و توسط کاغذ صافی فیلتر گردید. دو عصاره فیلتر شده با هم مخلوط گردید و سپس توسط دستگاه روتاری Heidolph – Laborota 4000 efficient در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد حذف حلال صورت گرفت. عصاره الکلی خشک شده برای بدست آوردن غلظت های مختلف (۱۰، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم وزن خشک عصاره بر میلی لیتر) در ۰/۳ میلی لیتر متانول حل شد و جهت آزمایش بر روی بذر کاهو به کاغذ صافی درون پتری دیش هایی به قطر ۳ سانتی متر افزوده گردید. پتری دیش ها در زیر هود بخار قرار گرفت تا متانول آن تبخیر شود و سپس کاغذ صافی درون پتری دیش ها با ۰/۸ میلی لیتر محلول آبی توین ۲۰(v/v) ۰/۰۵ درصد مرطوب شد. توین ۲۰ در این

[1] Granular activated carbon

آزمایش به عنوان یک سورفاکتانت عمل کرد و هیچ اثر سمی از خود در آزمایش به جای نمی گذاشت (شکل ۳-۳). (۱۷، ۲۰).

در مورد عصاره خاک زعفران و خاک کشت نشده مانند عصاره گیری کورم بر اساس روش کاتو-نوگوچی (۲۱) ، نمونه ی خاک به میزان (۵۰۰ گرم وزن خشک) با یک لیتر متانول ۷۰٪ (v/v) به مدت ۴۸ ساعت عصاره گیری گردید و توسط کاغذ صافی فیلتر شد. عصاره الکلی خشک شده توسط دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد جهت بدست آوردن غلظت های مختلف (۱۰، ۳۰، ۱۰۰ میلی گرم وزن خشک عصاره خاک بر میلی لیتر) در ۰/۳ میلی لیتر متانول حل شد و به کاغذ صافی درون پتری دیش های ۳ سانتی متر افزوده گردید. سپس ۱۰ عدد بذر کاهو به عنوان گیاه تست بر روی کاغذ صافی پتری دیش ها قرار گرفت. بذرهای تیمار شاهد در پتری دیش هایی که تنها با محلول توین ۲۰ (v/v) ۰/۰۵ درصد مرطوب شده بود (بدون عصاره)، قرار گرفت.

پس از کشت بذرها در پتری دیش ها در هر سه آزمایش پتری دیش ها در انکوباتور در شرایط تاریکی با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ روز باقی ماند و بعد از پایان ۳ روز بذر های دارای حداقل ریشه چه با طول ۲ میلی متر به عنوان بذر جوانه زده در نظر گرفته شدند. در روز پایانی آزمایش به منظور اندازه گیری طول ریشه چه و هیپوکوتیل از بذرهای جوانه زده عکس گرفته شد و با استفاده از نرم افزار Image J طول هیپوکوتیل و ریشه چه اندازه گیری گردید. صفات درصد جوانه زنی (فرمول ۱)، میانگین زمان جوانه زنی (فرمول ۲)، طول ریشه چه و هیپوکوتیل، نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل و نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه محاسبه گردید.

درصد جوانه زنی کل بر اساس (۳۰) فرمول زیر محاسبه گردید:

فرمول ۱:

$$Germination\ (\%) = \frac{Number\ of\ germinated\ seeds}{Total\ number\ of\ seeds} \times 100$$

محاسبه میانگین زمان جوانه زنی بر اساس (۳۰) محاسبه گردید:

فرمول ۲:

$$\text{Mean germination time (MGT)} = \left[\frac{\sum_{i=1}^{k} niti}{\sum_{i=1}^{k} ni}\right]$$

آنالیز آماری داده های مربوط به کلیه صفات، به کمک نرم افزار آماری SPSS Statistics 23 و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون Tukey HSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای انجام محاسبات و رسم نمودارها، از نرم افزار Excel استفاده گردید. آنالیز آماری آزمایش اول در قالب طرح پایه کاملا تصادفی صورت گرفت و آزمایش دوم و سوم بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی صورت گرفت.

نتایج و بحث

آزمایش اول: عصاره ی آبی کورم زعفران

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که اگرچه غلظت های مختلف عصاره آبی کورم بر درصد جوانه زنی بذر های کاهو معنی دار نبود (جدول ۱) ولی میانگین زمان جوانه زنی بذرهای کاهو در سطح احتمال ۱ درصد بطور معنی داری تحت تاثیر عصاره آبی کروم قرار گرفتند. بیشترین میزان میانگین زمان جوانه زنی مربوط به غلظت های ۳/۷۵ درصد و ۲/۵ درصد بود که به ترتیب با ۱/۹۵ روز و ۱/۸۹ روز نسبت به شاهد دیرتر جوانه زده بود و تفاوت معنی داری با غلظت های ۵ درصد ، ۱/۲۵ درصد و تیمار غلظت ۵ درصد در ترکیب با کربن فعال نداشت. کمترین میزان میانگین زمان جوانه زنی مربوط به تیمار آب مقطر وکربن فعال با ۱/۳۳ روز که در مقایسه با سایر تیمارها سریع تر جوانه زده بود. (جدول ۲).

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس عصاره آبی کورم زعفران در غلظت های مختلف

Figure 1. Variance analysis of different concentration aqueous extracts of saffron corm.

منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)	درصد جوانه زنی (Germination)	میانگین زمان جوانه زنی (Mean germination time)	طول ریشه چه (Radicle length)	طول هیپوکوتیل (Hypocotyl) (length)	نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل (Radicle length/ Hypocotyl length)	نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه (Hypocotyl length/ Radicle length)
عصاره آبی کورم (Aqueous extracts of saffron corm)	8	0/021 ns	0/25**	4/459**	0/389**	2/427**	0/164**
خطای آزمایشی (Eror)	36	0/01	0/023	0/14	0/019	0/037	0/004

** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطوح احتمال ۱ درصد، ns نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار

*Indicates that is significantly different at P< 0.05. ** Indicates that is significantly different at P<0/01. ns indicates no significant.

غلظت های مختلف عصاره آبی کورم در سطح احتمال ۱ درصد تاثیر معنی داری بر صفات طول ریشه چه و هیپوکوتیل، نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل و نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه گذاشته بود (جدول ۱).

بیشترین طول ریشه چه گیاهچه کاهو مربوط به تیمار آب مقطر در ترکیب با کربن فعال با ۲۰/۰۵ درصد افزایش در طول ریشه چه نسبت به شاهد و تیمار آب مقطر در ترکیب با زئولیت با میزان ۱۵/۳۴ درصد افزایش نسبت به شاهد بود که تفاوت معنی داری با شاهد نداشت. عصاره آبی کورم در غلظت های مختلف باعث کاهش معنی داری در طول ریشه چه نسبت به شاهد شده بود. افزودن جاذب ها به عصاره آبی کورم با غلظت ۵ درصد باعث افزایش طول ریشه چه برای عصاره حاوی کربن فعال به میزان ۴۳/۹۵ درصد و برای عصاره حاوی زئولیت به میزان ۴۰/۸۵ درصد نسبت به طول ریشه چه عصاره آبی کورم با غلظت ۵ درصد شد (جدول ۲).

بیشترین طول هیپوکوتیل گیاهچه کاهو مربوط به تیمار عصاره آبی کورم زعفران با غلظت ۵ درصد در ترکیب با کربن فعال و زئولیت که به ترتیب باعث افزایش رشد طول هیپوکوتیل به میزان ۶۵/۴۸ درصد و ۶۵/۵۵ درصد نسبت به طول هیپوکوتیل عصاره آبی کورم با غلظت ۵ درصد شده بود. کمترین طول هیپوکوتیل مربوط به تیمار عصاره آبی کورم زعفران با غلظت ۵ درصد بود که تفاوت معنی داری با طول هیپوکوتیل در تیمار شاهد و عصاره به غلظت ۳/۷۵ درصد نداشت (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر آللوپاتی عصاره آبی کورم زعفران در غلظت هایی مختلف بر ویژگی های جوانه زنی و رشد گیاهچه کاهو

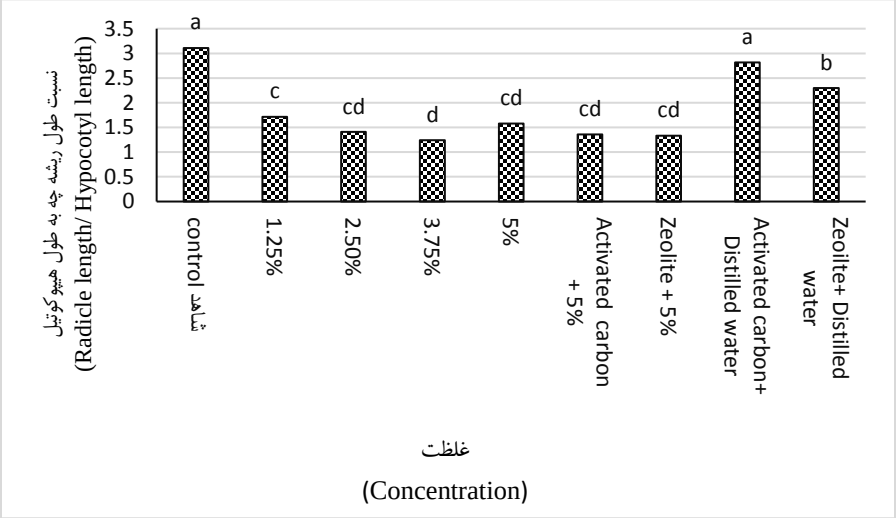
Table 2. Mean comparison of allelopathic effects of aqueous extracts of saffron corm in different concentration on germination and seedling growth of lettuce.

عصاره آبی کورم زعفران (Aqueous extracts of saffron corm)	میانگین زمان جوانه زنی(روز) Mean germination time (day)	طول ریشه چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	طول هیپوکوتیل (سانتی متر) Hypocotyl length (cm)
شاهد (آب مقطر) (Control)	1.38 bc	3.49 a	1.13d
آب مقطر + کربن فعال (distilled water+ Activated carbon)	1.33 c	4.19 a	1.49 bc
آب مقطر + زئولیت (distilled water+ Zeoite)	1.41 bc	4.03 a	1.77 ab
1/25%	1.66 ab	2.66 b	1.51 bc
2/5%	1.89 a	2.03 bcd	1.44 c
3/75%	1.95 a	1.67 d	1.35 cd
5%	1.66 ab	1.74 cd	1.11 d
5%+ کربن فعال (5%+ Activated carbon)	1.45 bc	2.51 bc	1.85 a
5% +زئولیت (5%+ Zeolite)	1.67 ab	4.46 bc	1.85 a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different by Duncan range test. ($P<0.05$)

میزان نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل گیاهچه کاهو در غلظت های مختلف عصاره آبی کورم زعفران به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد و آب مقطر در ترکیب با کربن فعال و زئولیت بوده است. این نتایج نشان می دهد که عصاره آبی کورم زعفران به طور معنی داری باعث کاهش رشد ریشه چه شده است (شکل ۱).



شکل ۱. اثر آللوپاتی غلظت های مختلف عصاره آبی کورم گیاه زعفران به همراه کربن فعال و زئولیت بر نسبت ریشه چه به طول هیپوکوتیل گیاهچه کاهو

Figure 1. Effect of different concentration of aqueous extracts of saffron corm with Activated carbon and Zeolite on Radicle length/ Hypocotyl length of lettuce.

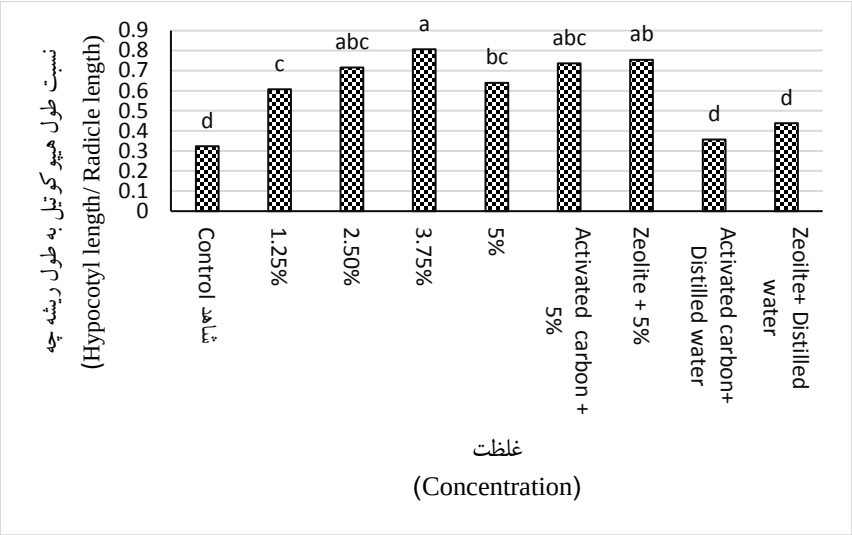
بیشترین میزان نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه گیاهچه کاهو مربوط به تیمارهای حاوی عصاره آبی کورم با غلظت های مختلف بود که تفاوت معنی داری با تیمارهای شاهد و آب مقطر در ترکیب با کربن فعال و زئولیت داشت. روند کاهش رشد ریشه چه و افزایش رشد هیپوکوتیل نشان از تاثیر آللوپاتی عصاره آبی کورم زعفران دارد که باعث عدم تعادل رشد در گیاهچه های کاهو شده است (شکل ۲).

نتایج این آزمایش نشان داده است که غلظت های بالای مواد آللوپاتیک موجود در کورم زعفران با کاهش رشد گیاهچه، می تواند مانع استقرار موفق گیاه تست گردد. اثر تحریک کنندگی رشد طول ریشه چه در تیمارهای آب مقطر در ترکیب با کربن فعال و زئولیت نسب به شاهد نشان دهنده اثر مثبت این جاذب ها بر رشد بوده است.

نتایج این پژوهش مبنی بر معنی دار نبودن درصد جوانه زنی تحت تیمار های غلظت های مختلف عصاره آبی کورم زعفران با نتایج پژوهش (۱) هم راستا است.

با توجه به پژوهش اصغری پور و همکاران (۳) غلظت های مختلف عصاره آبی کورم و گلبرگ زعفران، تاثیر معنی داری بر متوسط زمان جوانه زنی سه گونه علف هرز تاج خروس وحشی، خاکشیر ایرانی و ازمک داشتند. افزایش غلظت عصاره آبی کورم زعفران باعث افزایش متوسط زمان جوانه زنی و کاهش طول ریشه چه هر سه گونه علف هرز گردید.

در گزارش موتوکی (۲۶) افزودن کربن فعال بصورت گرانولی و پودری باعث جذب بالایی در مواد آللوپات گیاه مارچوبه شد که نتایج ما با نتایج این آزمایش همسو می باشد.



شکل ۲. اثر آللوپاتی غلظت های مختلف عصاره آبی کورم گیاه زعفران به همراه کربن فعال و زئولیت بر نسبت طول هیپوکوتیل بر ریشه چه گیاهچه کاهو

Figure 2. Effect of different concentration of aqueous extracts of saffron corm with Activated carbon and Zeolite on Hypocotyl length/ Radicle length of lettuce.

عصاره آبی خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و مزرعه کشت نشده

اثر ساده تیمارهای نوع خاک (خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده) و اثر ساده غلظت های مختلف عصاره و اثر متقابل آن ها بر درصد جوانه زنی بذرهای کاهو معنی داری نبود (جدول ۳).

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس عصاره آبی خاک کشت شده با سابقه ۹ سال مزرعه زعفران و خاک کشت نشده در غلظت های مختلف.

Table 3. Variance analysis of different concentration of aqueous extracts of 9-years- saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils.

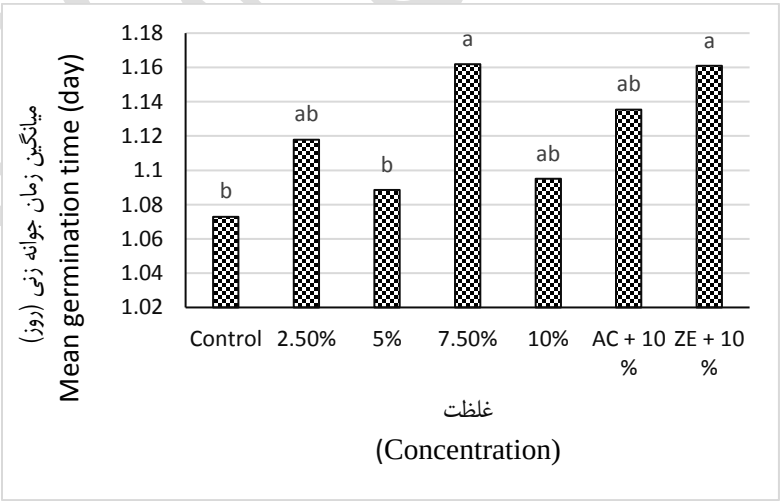
منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)	درصد جوانه زنی (Germination)	میانگین زمان جوانه زنی (Mean germination time)	طول ریشه چه (Radicle length)	طول هیپوکوتیل (Hypocotyl length)	نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل (Radicle length/ Hypocotyl length)	نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه (Hypocotyl length/ Radicle length)

نوع خاک (Soil)	1	0/008 ns	0/002 ns	0/248**	2/105 ns	0/206 **	0/278**
غلظت (Concentration)	6	0/005 ns	0/012*	0/175**	0/059**	0/067**	0/062**
نوع خاک* غلظت (Soil* Concentration)	6	0/018 ns	0/002 ns	0/53*	0/007*	0/033*	0/043*
خطای آزمایشی (Eror)	56	0/009	0/006	0/018	0/003	0/015	0/017

*و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد، ns نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار

*Indicates that is significantly different at P< 0.05. ** Indicates that is significantly different at P<0/01. ns indicates no significant.

اثر ساده تیمارهای نوع خاک (خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده) و اثر متقابل نوع خاک و غلظت بر صفت میانگین زمان جوانه زنی معنی دار نبود اما اثر ساده غلظت ها بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین زمان جوانه زنی مربوط به غلظت ۷/۵ درصد با ۱/۱۶ روز زمان جوانه زنی بود که تفاوت معنی داری با غلظت ۱۰ درصد ترکیب با زئولیت، غلظت ۱۰ درصد در ترکیب با کربن فعال، تیمار غلظت ۱۰ درصد و غلظت ۲/۵ درصد نداشت اما این تیمار تفاوت معنی داری با شاهد و غلظت ۵ درصد داشت. (شکل ۳).



شکل ۳. اثر ساده آللوپاتی غلظت های مختلف عصاره خاک به همراه کربن فعال و زئولیت بر میانگین زمان جوانه زنی گیاهچه کاهو

Figure 3. Effect of different concentration of aqueous extracts of soils with Activated carbon and Zeolite on mean germination of lettuce.

اثر ساده تیمارهای نوع خاک (خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده) و غلظت های مختلف در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه چه معنی دار بود و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین طول ریشه چه مربوط به تیمارهای عصاره با غلظت ۱۰ درصد خاک ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده در ترکیب با زئولیت و کربن فعال بود. کمترین طول ریشه چه مربوط به تیمار عصاره خاک مزرعه کشت نشده با غلظت ۱۰ درصد بود که با شاهد و سایر غلظت های عصاره خاک مزرعه کشت نشده تفاوت معنی داری نداشت. بین تیمارهای غلظت های مختلف خاک زعفران با سابقه کشت ۹ سال و خاک مزرعه کشت نشده تفاوت معنی داری بر طول ریشه چه وجود نداشت. جاذب های کربن فعال و زئولیت باعث افزایش طول ریشه چه بطور معنی داری نسبت به شاهد شده بودند. (جدول ۴).

اثر ساده تیمارهای نوع خاک بر صفت طول هیپوکوتیل معنی دار نبود و تیمارهای غلظت های مختلف در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل نوع خاک و غلظت در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ریشه چه معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان طول هیپوکوتیل مربوط به تیمار عصاره آبی خاک کشت نشده با غلظت ۱۰ درصد در ترکیب با زئولیت با ۱۵/۲۴ درصد افزایش رشد نسبت به شاهد بود. این تیمار تفاوت معنی داری با تیمار های عصاره آبی خاک ۹ ساله در ترکیب با زئولیت و کربن فعال به ترتیب با ۱۲/۸۸ درصد و ۸/۰۵ درصد افزایش رشد نسبت به شاهد نداشت. سایر غلظت ها و تیمارهای نوع خاک تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. کمترین میزان طول هیپوکوتیل مربوط به تیمار عصاره خاک مزرعه زعفران با غلظت ۵ درصد با ۶/۵۹ درصد کاهش رشد طول ریشه چه نسبت به شاهد بود که تفاوت معنی داری با سایر غلظت های عصاره خاک مزرعه زعفران نداشت (جدول ۴). نتایج نشان می دهد که عصاره آبی خاک مزرعه ۹ ساله زعفران نسبت به سایر تیمارها تا حدی باعث کاهش طول هیپوکوتیل شده بودند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر آللوپاتی عصاره آبی خاک در غلظت هایی مختلف بر ویژگی های جوانه زنی و رشد گیاهچه کاهو

Table 4. Mean comparison of allelopathic effect of aqueous extracts of soils in different concentration on seedling growth of lettuce

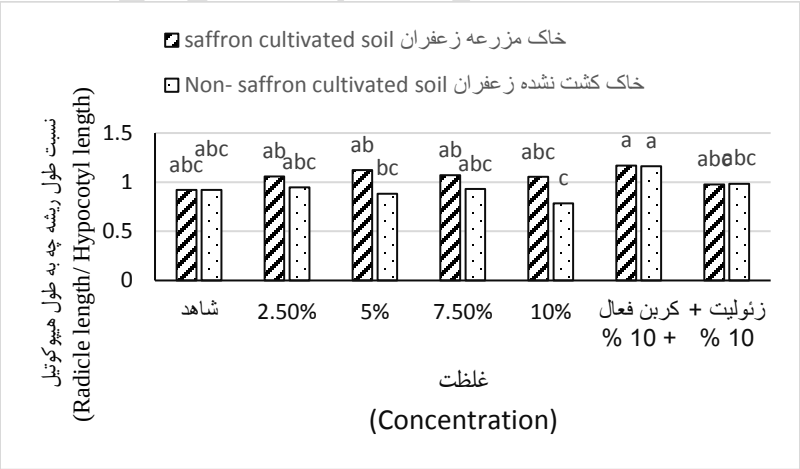
نوع خاک (Soil)	عصاره آبی خاک Aqueous extracts of soil	طول ریشه چه Radicle length (cm)	طول هیپوکوتیل Hypocotyl length (cm)
	شاهد (آب مقطر) control	1.08 bcd	1.18 bc
	2.5%	1.19 abc	1.13 c
	5%	1.23 abc	1.1 c
خاک ۹ساله مزرعه زعفران (9-year-saffron cultivated soils)	7.5%	1.2 abc	1.13 c
	10%	1.22 abc	1.16 bc
	کربن فعال + 10% Activated carbon+ 10%	1.48 a	1.27 ab
	زئولیت + 10% Zeolite+ 10%	1.3 ab	1.33 a
	شاهد (آب مقطر)	1.08 bcd	1.18 bc

	control		
	2.5%	1.21 bcd	1.19 bc
	5%	0.99 cd	1.12 c
خاک کشت نشده زعفران Non-saffron cultivated soils	7.5%	1.07 bcd	1.16 bc
	10%	0.89 d	1.13 c
	کربن فعال + 10% Activated carbon+ 10%	1.35 ab	1.17 bc
	زئولیت + 10% Zeolite+ 10%	1.33 ab	1.35 a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$)نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

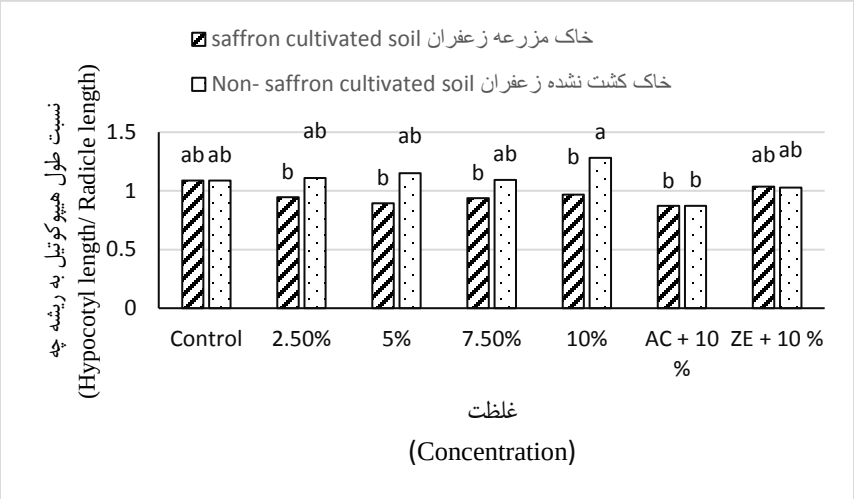
اثر ساده تیمارهای نوع خاک و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل مربوط به تیمار عصاره خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک کشده نشده در ترکیب با کربن فعال بود که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نداشت. کمترین میزان نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل مربوط به تیمار عصاره خاک کشت نشده با غلظت ۱۰ درصد بود که تفاوت معنی داری با تیمار عصاره خاک زعفران با غلظت ۱۰ درصد نداشت (شکل ۴).



شکل ۴. اثر متقابل آللوپاتی نوع خاک و غلظت های مختلف عصاره آبی خاک به همراه کربن فعال و زئولیت بر نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل گیاهچه کاهو

Figure 4. Effect of different concentration of aqueous extracts of soils (9-year-saffron cultivated soils- Non-saffron cultivated soils) with Activated carbon and Zeolite on Radicle length/ Hypocotyl length of lettuce.

اثر ساده تیمارهای نوع خاک و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه مربوط به تیمار غلظت های مختلف عصاره آبی خاک کشت نشده بود و کمترین میزان نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه مربوط به تیمار غلظت های مختلف عصاره خاک ۹ ساله زعفران بود. کمترین نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه مربوط به خاک مزرعه زعفران در ترکیب با کربن فعال بود که تفاوت معنی داری با سایر تیمار های خاک مزرعه زعفران در غلظت های مختلف نداشت (شکل ۵). نتایج نشان می دهد که عصاره آبی خاک زعفران در غلظت های مختلف نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه را بیشتر کاهش داده بود و باعث عدم تعادل رشد در گیاهچه شده بود که این نتیجه نشان از آللوپاتی خاک مزرعه زعفران می دهد.



شکل ۵. اثر متقابل آللوپاتی نوع خاک و غلظت های مختلف عصاره آبی خاک به همراه کربن فعال و زئولیت بر نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه گیاهچه کاهو

Figure 5. Effect of different concentration of aqueous extracts of soils (9-year-saffron cultivated soils- Non-saffron cultivated soils) with Activated carbon and Zeolite on Hypocotyl length/ Radicle length of lettuce.

نتایج این پژوهش مبنی بر عدم اثر معنی دار خاک زعفران بر صفت درصد جوانه زنی با پژوهش (۱۴) هم راستا است. تاثیر معنی داری بر درصد جوانه زنی گندم تحت تیمارهای عصاره آبی خاک زعفران با سابقه کشت ۲ و ۸ سال مشاهده نشد. علت عدم جوانه زنی بذر گندم در این آزمایش به دلیل نمونه گیری خاک زعفران در پاییز و عدم نفوذ مواد شیمیایی از کورم زعفران به خاک آن گزارش شد. موسوی و همکاران (۲۵) بیان کردند که اثر خاک های تحت کشت زعفران در سال های مختلف باعث کاهش پارامترهای رشدی در چهار نوع علف هرز شد.

عصاره هیدرو الکلی کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده)، اثر ساده غلظت و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد جوانه زنی گیاه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمارهای شاهد، عصاره خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده با غلظت ۱۰ میلی گرم با ۱۰۰ درصد جوانه زنی بود که تفاوت معنی داری با یکدیگر و با تیمارهای غلظت ۳۰ میلی گرم عصاره خشک خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده (به ترتیب با ۹۸ درصد و ۸۳ درصد جوانه زنی) و غلظت ۱۰ میلی گرم کورم زعفران (۸۱ درصد جوانه زنی) نداشت. تیمار کورم زعفران با غلظت ۳۰ میلی گرم و ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه کشت نشده به ترتیب با ۶۰ درصد و ۴۵ درصد جوانه زنی تفاوت معنی داری با هم نداشتند. کمترین میزان درصد جوانه زنی مربوط به عصاره ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران بود که جوانه زنی در آن مشاهده نشد. این تیمار تفاوت معنی داری با غلظت ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران (۳۰ درصد جوانه زنی) و خاک مزرعه کشت نشده (۴۵ درصد) داشت. نتایج نشان می دهد که بیشترین بازدارندگی درصد جوانه زنی مربوط به عصاره هیدروالکلی کورم زعفران بود. (جدول ۶).

جدول ۵ . تجزیه واریانس عصاره هیدروالکلی کورم، خاک ۹ ساله مزرعه زعفران و خاک مزرعه کشت نشده

Table 5. Variance analysis of aqueous methanol extracts of saffron corm, 9-years- saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils

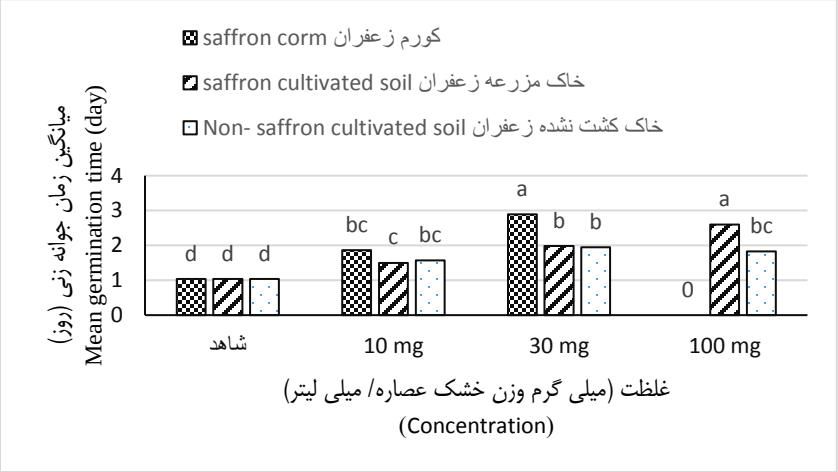
		میانگین مربعات (Mean Square)					
منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)	درصد جوانه زنی (Germination)	میانگین زمان جوانه زنی (Mean germination time)	طول ریشه چه (Radicle length)	طول هیپوکوتیل (Hypocotyl length)	نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل (Radicle length/ Hypocotyl length)	نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه (Hypocotyl length/ Radicle length)
نوع نمونه (sample)	2	0.543 **	0.331 **	0.06 *	0.001 ns	0.294 ns	0.381 **
غلظت Concentration	3	2.231 **	2.37 **	11.525 **	5.562 **	2.072 **	0.87 **
نوع نمونه* غلظت (Sample* Concentration))	6	0.107 **	1.988 **	0.455 **	0.012 **	1.076 **	0.493 **
اشتباه آزمایشی (Eror)	24	0.013	0.023	0.013	0.002	0.184	0.021

*و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد، ns نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار

*Indicates that is significantly different at P< 0.05. ** Indicates that is significantly different at P<0/01. ns indicates no significant.

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران)، اثر ساده غلظت و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال ۱ درصد بر میانگین زمان جوانه زنی گیاه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین میانگین زمان جوانه زنی مربوط به تیمار های ۳۰ میلی گرم عصاره کورم زعفران (۲/۸۹ روز) و ۱۰۰ میلی گرم عصاره خاک مزرعه ۹ ساله زعفران (۲/۵۹ روز) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. تیمارهای غلظت های ۳۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران، ۱۰،۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه کشت نشده، ۱۰ میلی گرم کورم زعفران از نظر میانگین زمان جوانه زنی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند اما با شاهد تفاوت معنی دار داشتند. در تیمار ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران جوانه زنی مشاهده نشد. نتایج نشان می دهد که عصاره هیدروالکلی کورم و خاک مزرعه ۹ ساله زعفران تفاوت معنی‌داری بر صفت میانگین زمان جوانه زنی نسبت به شاهد و خاک مزرعه کشت نشده داشتند و باعث افزایش میانگین زمان جوانه زنی شدند. (شکل ۶).



شکل ۶. اثر متقابل نوع نمونه(کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) در غلظت های مختلف بر میانگین زمان جوانه زنی گیاهچه کاهو

Figure 6. Effects of aqueous methanol extracts of sample (saffron corm, 9-year-saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils) under different concentration on Mean germination time (day) of lettuce.

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) در سطح احتمال ۵ درصد و اثر ساده غلظت و اثر متقابل نوع نمونه و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه چه گیاهچه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین طول ریشه چه مربوط به شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. بعد از شاهد، عصاره کورم زعفران با غلظت ۱۰ میلی گرم (۳۴/۰۶ درصد کاهش نسبت به شاهد) و عصاره خاک مزرعه کشت نشده با غلظت ۱۰

میلی گرم (۳۷/۸۷ درصد کاهش نسبت به شاهد) بیشترین طول ریشه چه را داشتند. کمترین طول ریشه چه مربوط به تیمارهای ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران (بذر جوانه زده مشاهده نشد) و تیمارهای ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده بود. تیمارهای ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران و خاک مزرعه کشت نشده تفاوت معنی‌داری با غلظت های ۳۰ میلی گرم خاک مزرعه کشت نشده، ۳۰ میلی گرم کورم زعفران و ۱۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران نداشتند. نتایج نشان می دهد که بازدارندگی طول ریشه چه در غلظت های بالاتر عصاره هیدروالکلی کورم زعفران بیشتر بود. خاک مزرعه ۹ ساله زعفران در غلظت های پایین هم بازدارنده رشد ریشه چه بود. (جدول ۶).

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) بر طول هیپوکوتیل معنی دار نبود اما اثر ساده غلظت و اثر متقابل نوع نمونه و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد بر طول هیپوکوتیل گیاهچه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین طول هیپوکوتیل مربوط به شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. بعد از شاهد تیمار غلظت ۱۰ میلی گرم کورم زعفران (۲۰/۱۱ درصد کاهش رشد هیپوکوتیل نسبت به شاهد) بیشترین طول هیپوکوتیل را داشت که با غلظت ۱۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران (۲۹/۷۵ درصد کاهش نسبت به شاهد) و خاک مزرعه کشت نشده (۲۸/۴۱ درصد کاهش نسبت به شاهد) تفاوت معنی‌داری داشت. با افزایش غلظت در هر کدام از تیمارها رشد هیپوکوتیل هم کاهش یافت. کمترین میزان طول هیپوکوتیل مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران (بذر جوانه زده مشاهده نشد) بود که با غلظت ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران (۹۵/۳۴ درصد کاهش نسبت به شاهد) و خاک مزرعه کشت نشده (۹۳/۷۷ درصد کاهش نسبت به شاهد) تفاوت معنی‌داری نداشت. (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) در غلظت های مختلف بر درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه کاهو

Table 6. Effects of aqueous methanol extracts of sample (saffron corm, 9-year-saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils) under different concentration on the germination and seedling growth of lettuce.

نوع نمونه (Sample)	غلظت (Concentration)	درصد جوانه زنی (Germination % of control)	طول ریشه چه Radicle length (cm)	طول هیپوکوتیل (Hypocotyl length)
	شاهد (آب مقطر) (Control-Distilled water)	100 a	2.72 a	1.71 a
کورم زعفران Saffron corm	10 mg	81.6 a	1.79 b	1.37 b
	30 mg	60 b	0.47 de	0.26 d
	100 mg	0 d	عدم جوانه زنی (Non- germination)	عدم جوانه زنی (Non- germination)
	شاهد (آب مقطر)	100 a	2.72 a	1.71 a

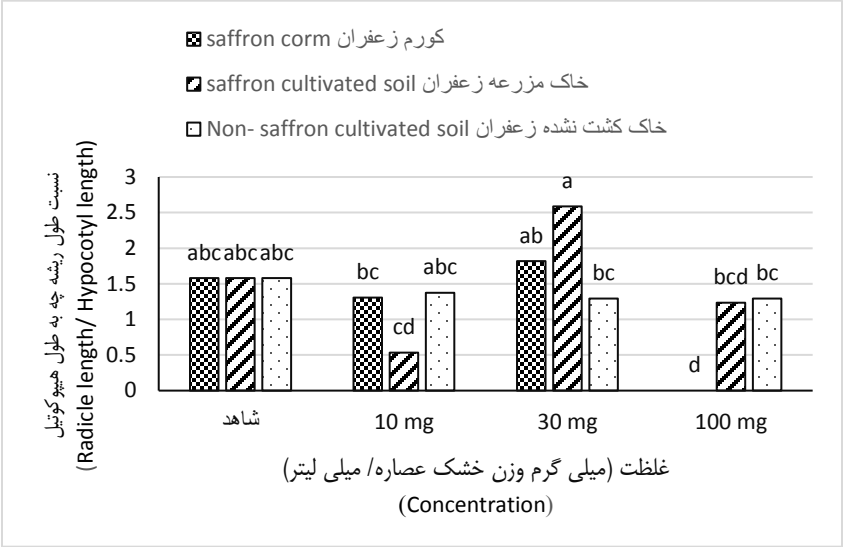
	Control-Distilled) water)			
	10 mg	100 a	0.64 cd	1.2 c
خاک ۹ساله مزرعه زعفران (9-year-saffron cultivated soils)	30 mg	98.33 a	0.81 c	0.31 d
	100 mg	30 c	0.31 def	0.08 e
	شاهد (آب مقطر)	100 a	2.72 a	1.71 a
	Control-Distilled) water)			
	10 mg	100 a	1.69 b	1.23 c
خاک کشت نشده زعفران (Non- saffron cultivated soils)	30 mg	83.33 a	0.41 de	0.32 d
		45 bc	0.14 ef	0.1 e

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) بر نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل معنی دار نبود اما اثر ساده غلظت و اثر متقابل نوع نمونه و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد بر طول هیپوکوتیل گیاهچه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل مربوط به تیمار غلظت ۳۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران بود که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۳۰ میلی گرم کورم زعفران، شاهد و ۱۰ میلی گرم خاک مزرعه کشت نشده نداشت. کمترین میزان نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران (بذر جوانه زده مشاهده نشد) بود که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱۰ میلی گرم و ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران نداشت. نتایج نشان می دهد که در خاک مزرعه ۹ ساله زعفران در غلظت ۱۰ میلی گرم نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل بیشترین کاهش را داشته و ناگهان با افزایش غلظت تا ۳۰ میلی گرم نسبت طول ریشه چه به هیپوکوتیل افزایش یافته است. در نتیجه افزایش غلظت عصاره خاک مزرعه زعفران عدم تعادل در رشد گیاهچه کاهو را منجر شده است. (شکل ۷).

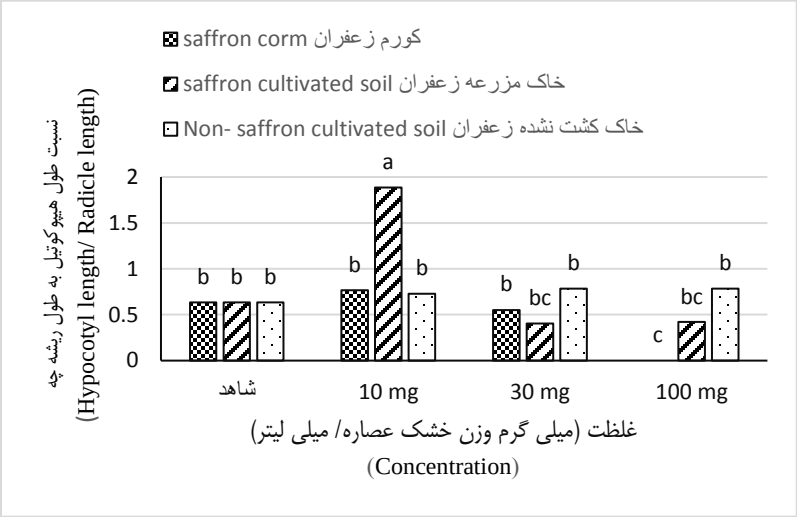


شکل ۷. اثر متقابل نوع آللوپات (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) در غلظت های مختلف بر نسبت طول ریشه چه به طول هیپوکوتیل گیاهچه کاهو

Figure 7. Effects of aqueous methanol extracts of sample (saffron corm, 9-year-saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils) under different concentration on radicle length/ hypocotyl length of lettuce.

اثر ساده نوع نمونه (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران)، اثر ساده غلظت و اثر متقابل نوع نمونه و غلظت در سطح احتمال ۱ درصد بر نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه گیاه کاهو معنی دار بود (جدول ۵).

بیشترین نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه مربوط به غلظت ۱۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران بود که اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت های عصاره خاک مزرعه ۹ ساله زعفران، خاک مزرعه کشت نشده و کورم زعفران داشت و کمترین میزان نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم کورم زعفران بود که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم خاک مزرعه ۹ ساله زعفران نداشت. نتایج نشان می دهد که خاک مزرعه ۹ ساله زعفران باعث ایجاد عدم تعادل رشد در نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه شدند که این نتیجه نشان از اثر آللوپاتی در خاک با سابقه کشت زعفران می دهد. در غلظت های مختلف خاک مزرعه کشت نشده نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه تفاوت معنی‌داری نداشته است. (شکل ۸).



شکل ۸. اثر متقابل نوع آللوپات (کورم زعفران، خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده زعفران) در غلظت های مختلف بر نسبت طول هیپوکوتیل به طول ریشه چه گیاهچه کاهو

Figure 8. Effects of aqueous methanol extracts of sample (saffron corm, 9-year-saffron cultivated soils and Non- saffron cultivated soils) under different concentration on hypocotyl length/ radicle length of lettuce.

با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر اثر آللوپاتی بیشتر عصاره الکلی کورم زعفران بر جوانه زنی و رشد گیاه کاهو نسبت به عصاره آبی کورم زعفران با نتایج پژوهش (۵) مطابقت دارد.

چنین بازدارندگی رشد ریشه چه و هیپوکوتیل گیاه تست و ارتباط روند افزایشی درصد بازدارندگی با افزایش غلظت عصاره ممکن است به دلیل حضور آللوکمیکال ها در عصاره گیاه زعفران باشد. بازدارندگی رشد توسط عصاره گیاهان آللوپاتیک توسط محققین دیگر از جمله کوسانل(۸)، ایندریت و کیتینگ (۱۵)، آن و همکاران(۲)، باتلانگ و شوشو (۶)، پوکلایی و کاتو–نوگوچی(۲۹) و اسلام و کاتو–نوگوچی (۲۰) گزارش شده است.

بازدارندگی رشد گیاه تست در آزمایشات آللوپاتی در حضور مواد آللوپاتیک می تواند به علت سرعت تقسیم، طویل شدن و گسترش پایین سلول که پیش نیازهای رشد هستند، باشد (۳۲، ۱۰).

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که عصاره آبی کورم زعفران به تنهایی و در ترکیب با جاذب های کربن فعال و زئولیت دارای تاثیر معنی داری بر میانگین زمان جوانه زنی و طول ریشه چه، طول هیپوکوتیل، نسبت طول ریشه به طول هیپوکوتیل و نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه هستند اما بر درصد جوانه زنی گیاهچه کاهو موثر نبودند. با افزایش غلظت ها عصاره کورم زعفران، میانگین زمان جوانه زنی افزایش و طول ریشه چه و هیپوکوتیل کاهش یافت. عصاره آبی خاک زعفران با سابقه کشت ۹ سال در غلظت های مختلف و در ترکیب با جاذب کربن فعال و زئولیت بر صفات درصد جوانه

زنی و میانگین زمان جوانه زنی معنی دار نبود اما بر طول ریشه چه، طول هیپوکوتیل، نسبت طول ریشه به طول هیپوکوتیل و نسبت طول هیپوکوتیل به ریشه چه معنی دار بود.

اثر کاهش رشد ریشه چه و هیپوکوتیل در کورم زعفران بیشتر از خاک با سابقه کشت ۹ سال زعفران بود که این نشان از اثر آللوپاتی بالای کورم زعفران می دهد. غلظت های بالای مواد آللوپاتیک موجود در کورم زعفران با کاهش رشد گیاهچه، می تواند مانع استقرار موفق گیاه تست گردد. عصاره خاک با سابقه کشت ۹ سال زعفران باعث ایجاد عدم تعادل در رشد رویشی گیاهچه کاهو گردید. در مقابل عصاره هیدروالکلی کورم و خاک مزرعه زعفران و خاک کشت نشده به دلیل حلالیت مواد در حلال های الکلی اثر بیشتری بر درصد جوانه زنی، میانگین زمان جوانه زنی و طول ریشه و هیپوکوتیل داشتند. بیشترین اثر بازدارندگی صفات جوانه زنی و رشدی بذرهای کاهو مربوط به عصاره هیدروالکی کورم زعفران بود.

منابع

1- Abbassi, F. and Jahani, M., 2006, October. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. In II International Symposium on Saffron Biology and Technology 739 (pp. 269-273).

2- An, M., J.E. Pratley, T. Haig and D.L. Liu, 2005. Whole Range assessment: A simple method for analyzing allelopathic dose response data. Nonlinearity in Biology, Toxicology and Medicine, 3: 245-260.

3- Asgarpour, R., Khajeh-Hosseini, M., and Khorramdel, S., 2015. Effect of aqueous extract concentrations of saffron organs on germination characteristics and preliminary growth of three weed species. Journal of Saffron Research. 3(1): 81-96. (in Persian with English abstract).

4- Azizi, zohan, A,A,. and Passandideh,M. 2013. Investigate the Causes of the Decline in Agricultural Production after a Period of Cultivation of Saffron. Journals Management System. 1 (1): 91- 98. (in Persian).

5- Barkhordari, K., Sorooshzadeh, A., and Mokhtassi, Bidgoli, A. 2018. Allelopathic Effect of Extraction Solution of Leaves and Corms of Saffron (Crocus sativus) in Phenological Stages on Seed Germination of Jimson Weed (Datura stramonium). Journal of Biotechnology. 9 (2) :233-239. (in Persian with English abstract).

6- Batlang, U. and D.D. Shushu, 2007. Allelopathic activity of Sunflower (Helianthus annuus L.) on growth and nodulation of Bambara groundnut (Vigna subterranea L. Verdc.). J. Agronomy, 6: 541-547.

7-Callaway, R.M. and Aschehoug, E.T., 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. Science, 290(5491), pp.521-523.

8- Caussanel, J.P., 1979. Non-competitive effects between lamb's quarters (Chenopodium album L.) and maize (INRA 258). Weed research.

9- Douglas, M. H. Smallfield, B. M. Wallace, A. R. McGimpsey, J. A. 2014. Saffron (Crocus sativus L.): The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. Scientia Horticulturae, 166:50–58.

10-Einhellig, F.A., 1996. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. Agronomy J., 88: 886-893.

11-Gadimkhani, A, A., and Torabian, A. (Translation). 2009. Comprehensive design and operation of water purification. Kawamura, S. University of Tehran press.

12- Gharaee, H,. 1993. Effect of Saffron Cultivation on Soil micronutrients in Estahban. Research Plan Report, Iranian Scientific and Industrial Research Organization, Shiraz Center, 26 pages. (in Persian).

13-Gresta,F. Santonoceto, C. Avola, G. 2016. Crop rotation as an effective strategy for saffron (Crocus sativus L.). Scientia Horticulturae, 211: 34-39.

14- Hosseini, M. and Rizvi, S.J.H., 2006, October. A preliminary investigation on possible role of allelopathy in saffron (Crocus sativus L.). In II International Symposium on Saffron Biology and Technology 739 (pp. 75-79)

15- Inderjit and K.I. Keating, 1999. Allelopathy: Principles, procedures, processes and promises.

16- Islam A.K.M., Hisashi Kato, N. 2012. Allelopathic Potentiality of Medicinal Plant Leucas aspera. International Journal of Sustainable Agriculture, 4: 01-07.

17- Islam, A.M. and Kato-Noguchi, H., 2013. Plant growth inhibitory activity of medicinal plant Hyptis suaveolens: could allelopathy be a cause? Emirates Journal of Food and Agriculture, pp.692-701

18- Izanloo, A. Behdani, M. A. 2017. Saffron Evolution. In: Genesis and Evolution of Horticultural Crops. s.l.:Kruger Brentt Publisher,. 325-340.

19- Kafi, M. 2002. Saffron production and processing. Language and Literature. Mashhad. 279 pages.

20- Kato-Noguchi, H., Nakamura, K. and Okuda, N., 2018. Involvement of an autotoxic compound in asparagus decline. Journal of plant physiology, 224, pp.49-55.

21- Kato-Noguchi,H. Kobayashi, A. Ohno,O. Kimura, F. Fujii, Y and , Suenaga, K. 2014. Phytotoxic substances with allelopathic activity may be central to the strong invasive potential of Brachiaria brizantha. Journal of Plant Physiology, 171: 525-530.

22- Latif, S., Chiapusio, G. and Weston, L.A., 2017. Allelopathy and the role of allelochemicals in plant defence. In Advances in botanical research (Vol. 82, pp. 19-54). Academic Press

23- Lau, J. A., Puliafico, K. P., Kopshever, J. A., Steltzer, H., Jarvis, E. P., Schwarzländer, M. Strauss S.Y . Hufbauer, R. A. 2008. Inference of allelopathy is complicated by effects of activated carbon on plant growth. New Phytologist, 178: 412-423.

24- Mardani, H. Sekine,T. Azizi, M. Mishyna, M. Fujii, Y., 2015. Identification of Safranal as the Main Allelochemical from Saffron (Crocus sativus). Natural Product Communications, 10: 1 - 3.

25- Mosavi, S, A., Faizi, H., Ahmadian, A., and Izadi, E. 2017. the allopathic potential of different organs of saffron on growth and germination of two species of weed grass during seed germination. 7th Iranian Weed Sciences Conference. August 27- 29. (in Persian with English abstract).

26- Motoki, S., Ozawa, T., Komatsu, K., Tsukada, M., Hattori, T., Komura, T. and Oka, J., 2002, January. Allelopathy in asparagus 1: Reduction of the allelopathic effect on asparagus by the flowable agent in activated Carbon. In X International Asparagus Symposium (pp. 381-386).

27- Negbi, M. 1999. Saffron: Crocus sativus L. (Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles). CRC Press.

28- Polat,E. Karaca, M. Demir, H . and Naci Onus, A. 2004. USE OF NATURAL ZEOLITE (CLINOPTILOLITE) IN AGRICULTURE. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12: 183-189.

29- Pukclai, P. and H. Kato-Noguchi, 2011. Allelopathic activity of Piper sarmentosum Roxb. Asian J. Plant

30- Ranal, M.A., Santana, D.G.D., Ferreira, W.R. and Mendes-Rodrigues, C., 2009. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. Brazilian Journal of Botany, 32(4), pp.849-855.

31- Rashed, mohasel, M.H., Gharakhlou J., Rastgou M. 2009. Allelopathic Effects of Saffron (Crocus sativus) Leveas and Corms on Seedlings Growth of Redroot Pigweed (Amaranthus Retroflexus) and Lambsquarter (Chenopodium Album). Iranian journal of field crops research. 7 (1): 53- 61. (in Persian with English abstract).

32- Rice, E.L., 1984. Allelopathy, 2 Edn., Academic press, London, pp: 309-316

33- Samsam, Shariat, H. 1992. Extraction of medicinal plants active substances and their identification and evaluation methods. Mani Publications, Isfahan.

34- Zackrisson, O. and Nilsson, M.C., 1992. Allelopathic effects by Empetrum hermaphroditum on seed germination of two boreal tree species. Canadian Journal of Forest Research, 22(9), pp.1310-1319.

Study of Allelopathic Properties of Saffron Fields and Methods of Its Ameliorate

Introduction: Saffron (*Crocus sativus* L.) is the most expensive spice in the world. An important problem with saffron production is replanting problem after a few years of cultivation. Allelopathy is defined as interference to plant growth caused by chemical interactions between plants and other organisms by the release of secondary metabolites called allelochemicals. Allelochemicals are released through mechanisms from various plant tissues such as evaporation and leaching of aerial parts, root exudates and decomposition of plant residues in soil.

Materials and Methods: The allelopathic potential of saffron in three experiments were investigated. In this study we examined the aqueous and aqueous methanol extract of saffron corms, 9-year-saffron cultivated soils and non-saffron cultivated soils. Activated carbon and Zeolite were used to ameliorate allelopathic activity. In the first experiment, different concentration (5, 3.75, 2.5 and 1.25%) of aqueous extract of saffron corms were tested. To eliminate allelopathic activity, activated carbon and zeolite powdered were added to 100 ml of aqueous extracts of corms and 100 ml of distilled water. In the second experiment, aqueous extract of 9-year-saffron cultivated soils and non-saffron cultivated soils at different concentrations (10, 7.5, 5, 3.75, 2.5%) were prepared. To mitigate allelopathic activity,

activated carbon and zeolite powdered were added to 100 ml of 9-year-saffron cultivated soils and non-saffron cultivated soils. In the third experiment, aqueous methanol extract of saffron corms, 9-year-saffron cultivated soils and non-saffron cultivated soils at different concentration (10, 30 and 100 mg dry weight equivalent extract mL^{-1}) were investigated. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) was used as a test plant and the percentage of germination, Mean germination time, hypocotyl length, radicle length, radicle length/ hypocotyl length and hypocotyl length/ radicle length were evaluated. This study was carried out in a completely randomized design in the Laboratory of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2018- 2019.

Results and Discussion: The results of this study showed that the allelopathic effect of aqueous and methanol extract of the saffron corm was more effective on germination and seedlings growth of lettuce than 9-year-saffron cultivated soils. The aqueous extract of the corm increased mean germination time and inhibited the root length by 50% (compared to the control). The aqueous extract of 9-year-saffron cultivated soils caused a growing imbalance between the hypocotyl and radicle of lettuce. The aqueous methanol extract of saffron corm and 9-year-saffron cultivated soils significantly decreased germination percentage and increased mean germination time of lettuce seeds. Lettuce seeds germination in the highest concentration of aqueous methanol extract of corm was completely stopped. The allelopathy activity of aqueous methanol extracts were dependent manner and significantly effect on radicle and hypocotyl length of lettuce. The use of activated carbon and zeolite adsorbents was effective in improving and mitigating the allelopathic activity and increased the growth of lettuce seedlings (an increase of 30-26% on average).

C**onclusions:** the results of this study indicated that it is possible to inhibit allelopathic activity in saffron fields and this study should be repeated in field conditions in order to recommend a practical solution for this purpose.

Keywords: Activated carbon, Adsorbent, Extract, Germination, Zeolite.

نسخه پیش انتشار