نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۹۳ / صفحات: ۲۰-۱۰

مطالعه علل ناکارآمدی فیزیولوژیکی کشت مجدد زعفران در مزرعه‌ای با چند سال کشت متناوب

مژگان فرزامی‌سپهر*[۱]، علی حسینی[۲]

[۱] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد ساوه، ساوه

[۲] کارشناس‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد ساوه، ساوه

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۷ تاریخ پذیرش:۹۳/۱۱/٦

چکیده

زعفران به عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایران بوده که دارای مزیت اقتصادی بالایی می‌باشد. زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. گیاهی چند ساله بوده که هر ساله تولید گل و اندام رویشی از بنه یا کورم می‌نماید. به منظور بررسی وجود مواد آللوپاتیک و ترشحات بنه‌های زعفران در مزارع مختلف این تحقیق با سه آزمایش خاک و بنه‌های زعفران در سال ۱۳۹۱ در مزرعه شخصی در شهرستان تربت حیدریه با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل نمونه برداری از چهار مزرعه شاهد (عدم کشت زعفران)، مزرعه زعفران یکساله، چهار ساله و هفت ساله با هدف اندازه‌گیری مواد آلی و معدنی بود که نمونه‌گیری از سطح خاک و محیط اطراف ریشه گیاه انجام شد. بخشی از اندازه‌گیری‌ها نیز مربوط به میزان ترکیبات فنلی در بنه حاصل از مزارع مورد مطالعه بود. نتایج نشان داد مزرعه چهار ساله زعفران بالاترین مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را نسبت به مزارع دیگر و شاهد داشته که اختلاف تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار بود. ترکیبات کروسین و فنل تام نیز با افزایش سن مزارع زعفران به‌طور معنی‌داری در خاک و بویژه در اطراف ریشه زعفران افزایش یافت که حاکی از ترشح این ترکیبات در خاک توسط ریشه‌های زعفران می‌باشد. مقایسه بنه حاصل از مزارع یک، چهار و هفت ساله زعفران از لحاظ ترکیبات آلی فنل تام، فلاونوئید، کروسین، پیکروکروسین و کارتامین نشان می‌دهد که ترکیبات مذکور در بنه‌های مزارع چهار ساله بطور معنی‌داری بیشتر از مزارع یک و هفت ساله می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات موثره، سن مزرعه، دگر آسیبی زعفران

مقدمه

در بین گیاهان دارویی، زعفران به‌عنوان یک گیاه دارویی مهم، نقش و جایگاهی ویژه‌ای در تغذیه و سلامت انسان دارد. در مزارعی که زعفران کشت شده است، پس از خروج بنه‌ها از خاک، قابلیت کشت مجدد زعفران در همان زمین وجود ندارد. زعفران کاران بر این عقیده‌اند که مواد آللوپاتیکی از زعفران در خاک بجای می‌ماند که مانع از رشد و نمو زعفران کشت شده در سال‌های بعد بوده و به شدت عملکرد زعفران را کاهش می‌دهد. امکان ترشح مواد اللوپاتیک و شناسایی نوع ترکیبات آزاد شده در محیط اطراف ریشه گیاه، ضروری به نظر می‌رسد. در طی تحقیقی اثر عصاره برگ و بنه زعفران بر رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز تاج خروس وسلمه تره مورد آزمایش قرار گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل نوع اندام زعفران در دو سطح (بنه و برگ) و غلظت عصاره در

*نویسنده مسئول: farzamisepehr@iau-saveh.ac.ir

چهار سطح (شاهد ۰/۵، ۱/۵ و ٤/۵ گرم پودر در هزار میلی‌لیتر آب) بود 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. همچنین در مقایسه دو گونه علف هرز مشخص شد که در مورد علف هرز تاج خروس، تاثیر بازدارندگی عصاره برگ و در مورد سلمه تره، تاثیر کاهندگی عصاره بنه بیشتر بود (حسنی، ۱۳۹۰).

همچنین اثر بقایایی زعفران (کورم واندام هوایی) بر رشد چهار گیاه زراعی گندم، چاودار، ماش و لوبیا که در تناوب با آن قرار می‌گیرد توسط سعیدی راد و مختاریان در سال ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفت.گیاهان زراعی به‌عنوان فاکتور اصلی، کورم و اندام‌های هوایی زعفران و مقدار بافت‌های زعفران اضافه شده به خاک (٤،۱۵،۳۰/۲۵ و ۷۵ گرم بافت زعفران در ۱/۵ کیلوگرم خاک گلدان) به‌عنوان فاکتور فرعی و در قالب فاکتوریل در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اندام و مقدار بافت‌های اضافه شده زعفران به خاک تاثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه در ٤ گیاه زراعی داشت. با افزایش مقدار بافت‌های اندام هوایی زعفران اضافه شده به خاک، نسبت به شاهد درصد کلروفیل، ارتفاع، سطح برگ، بیوماس اندام‌های هوایی و ریشه افزایش یافت اما با افزایش مقدار بافت کورم زعفران اضافه شده به خاک نسبت به شاهد همه صفات مورد مطالعه کاهش یافتند. گیاهان تابستانه (ماش و لوبیا) در مقایسه با گیاهان زمستانه (گندم و چاودار) کمتر تحت تاثیر تنش مواد موجود در بافت‌های زعفران قرار گرفتند. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که بافت‌های کورم زعفران بر گیاهان زراعی مورد مطالعه، اثر آللوپاتی منفی، ولی برگ‌های زعفران اثر تحریک کنندگی دارد. در آزمایشی اعلام شد سورگوم نیز بر گندم‌هایی که در تناوب با آن قرار می‌گیرد اثر آللوپاتی دارد (Sadeghi et al., 1992). شواهد علمی‌زیادی مبنی بر وجود اثرات آللوپاتی برخی گونه‌ها بر روی بعضی دیگر ارائه شده است. به‌عنوان مثال، خیار، یولاف، چاودار، سویا، سورگوم و برنج دارای ویژگی آللوپاتی بود و برخی علف‌های هرز را بخوبی کنترل می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین گزارش شده است سورگوم نیز بر گندم‌هایی که در تناوب با آن قرار می‌گیرد اثر آللوپاتی دارد (Sadeghi et al., 1992).

هدف از مطالعه حاضر اندازه‌گیری میزان مواد موثره با خاصیت دگر آسیبی انباشته شده در مزارعی با سنین گوناگون بود. از طرفی میزان همین مواد در بنه‌هایی که در همین زمین‌ها وجود دارند نیز اندازه‌گیری شد. با توجه به این که مزارع زعفران سال‌های متمادی تحت کشت یک محصول قرار می‌گیرد اندازه‌گیری سه عنصر پر مصرف NPK و بررسی میزان تغییرات آن نیز در مزارع زعفران با سن گوناگون نیز یکی دیگر از اهداف طرح حاضر بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه مواد ترشحی و خصوصیات خاک و بنه زعفران در سال‌های مختلف و اعماق مختلف خاک آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه شخصی در شهرستان تربت حیدریه اجرا گردید. شهر تربت حیدریه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱٤۵۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است . مقایسه خصوصیات و ویژگی‌های خاک در مزارع زعفران با سن‌های مختلف انجام شد. صفات مورد بررسی شامل درصد رس، سیلت و شن خاک، درصد کربن آلی و آهک، درصد اشباع خاک، میزان اسیدیته و شوری و مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک بود.

شرایط اقلیمی محل انجام تحقیق: آب و هوای منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن جزو اقلیم‌های نیمه خشک و معتدل با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی شهرستان تربت حیدریه متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۷۵/۳ میلی‌متر و در مدتی که طرح در حال انجام بود (٦ ماه اول سال ۹۰) ۱۳/٦ میلی‌متر گزارش شده است، حداقل درجه حرارت سالیانه ۷/۲ درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ٤۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود.

طرح آزمایشی

این تحقیق شامل سه گروه آزمایش است.

۱. **مقایسه خصوصیات و ویژگی‌های خاک در مزارع زعفران با سن‌های مختلف**

این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ۳ تکرار آنالیز گردید. تیمارها شامل شاهد (برداشت خاک از مزرعه بدون کشت زعفران)، برداشت خاک از مزرعه با زعفران یکساله، برداشت خاک از مزرعه با زعفران چهار ساله و برداشت خاک از مزرعه با هفت سال زعفران بود. صفات مورد بررسی شامل درصد رس، سیلت و شن خاک، درصد کربن آلی و آهک، درصد اشباع خاک، میزان اسیدیته و شوری و مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک بود.

۲. **اندازه‌گیری میزان ترکیبات آلی مهم در قسمت‌های مختلف خاک.**

این آزمایش نیز بصورت طرح کاملا تصادفی با ۷ تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل نمونه برداری از دو عمق سطح خاک و محیط اطراف ریشه زعفران در مزارع شاهد (عدم کشت زعفران یا آیش)، مزرعه زعفران یکساله، مزرعه زعفران چهار ساله و مزرعه زعفران هفت ساله بود. صفات مورد بررسی میزان ترکیبات مهم زعفران از جمله کروسین و فنل تام در خاک اطراف ریشه و سطح خاک بود.

۳. **اندازه‌گیری میزان ترکیبات اصلی موجود در بنه‌های زعفران**

آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل بنه‌های زعفران برداشت شده از مزارع یکساله، چهار ساله و هفت ساله بود. صفات مورد بررسی در هر یک از تیمارها شامل مقادیر فنل تام، فلاونوئید، کروسین، پیکروکروسین و کارتامین در هر یک از بنه‌های زعفران در سنین مختلف بود.

الف- مقایسه خصوصیات خاک در مزارع گوناگون زعفران

برای تعیین خصوصیات خاک در مزارع گوناگون زعفران صفات زیر مورداندازه‌گیری قرار گرفت این صفات در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: روش اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

صفات اندازه‌گیری شده	روش
نیتروژن	کلدال (احیائی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲)
فسفر	روش (Olsen and sommers, 1990)، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر
پتاسیم	خاکستر خشک، استفاده از دستگاه فلم فتومتر (Kundsen and Peterson, 1990)
جرم مخصوص ظاهری خاک	بوسیلهٔ استوانه‌های فلزی به حجم ۱۰۰ سانتی‌مترمکعب (Core Sample) (محمودی و حکیمیان، ۱۳۷۹)
درصد ماده آلی	روش Walkley and Black (1934)
pH	عصاره گل اشباع، استفاده از pH متر (پتانسیومتر)
EC	عصاره گل اشباع، استفاده از EC متر
درصد تخلخل	استوانهٔ دست نخورده (Core Sample) (محمودی و حکیمیان، ۱۳۷۹)

ب- اندازه‌گیری میزان ترکیبات آلی در بخش‌های مختلف خاک

در این روش از دو عمق سطح خاک و محیط اطراف ریشه اقدام به برداشت خاک نموده و مواد آلی آن به روش زیر جداسازی شد. ۵ گرم از هر نمونه خاک در ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط متانول آب با pH=7.5 در حرارت ۲۷ درجه سانتی‌گراد در همزن قرار گرفته و به آرامی به مدت ٤ ساعت همزده شد. آن گاه به مدت ۱۵ دقیقه در دوره ۲۵۰۰g در دستگاه سانتریفوژ قرار گرفته و بعد از طی زمان لازم محلول رویی برداشته و بعد از عبور از فیلتر ۰,٤۵ میکرومتر برای تزریق به دستگاه HPLC آماده سازی شد.

ج) اندازه‌گیری میزان ترکیبات اصلی موجود در بنه زعفران

در این روش ابتدا اقدام به جداسازی مواد موثره زعفران گردید. در این روش بنه‌های زعفران در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت کاملاً خشک و سپس پودر گردید. ۱۰ میلی‌گرم از پودر خشک و یکنواخت زعفران را در ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط متانول – آب مقطر (۵۰,۵۰N/V) وارد کرده و با دوره ۳۰۰۰g به‌مدت ۲۰ دقیقه داخل دستگاه سانتریفوژ قرار داده شد. بعد از طی زمان لازم محلول رویی از فیلتری با قطر منافذ ۰,٤۵ میکرومتر عبور داده و جهت تزریق به دستگاه HPLC منتقل شد.

د) شناسایی مواد استخراجی زعفران توسط دستگاه HPLC

بدین منظور از دستگاه HPLC مدل unicam-crystal-200 متصل به ستون C18 نوع Spherisorb-RP به طول ۲۵ سانتی متر قطر داخلی ٤,٦ میلی‌متر و ابعاد ذرات داخلی ۱۰ میکرو متر به منافذ ۸۰ انگستروم Waters Milford MA USA مورد استفاده قرار گرفت. پمپ دستگاه مدل ٦۰۰ E و دتکتور آن Uv Photo Diode Array مدل ۹۹٦ می‌باشد. محلول شستشو با سرعت ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به صورت گرادیان شامل ۱۰-۱۰۰ درصد متانول در آب حاوی ۱۵درصد ستونیتریل مورد استفاده قرار گرفت. محلول استخراجی به حجم ۵۰ میکرولیتر به ستون تزریق و موادی موثره‌ای همچون کروسین در ٤٤۰ نانومتر سافرانال در ۳۱۰ نانومتر و پیکروکروسین و کامپفرول در ۲۵۰ نانومتر شناسایی گشتند. از استاندارد هر یک از مواد به تنهایی برای تعیین زمان بازداری و تعیین مقدار پیک‌های خروجی استفاده شد. استانداردها از شرکت سیگما Sigml-Aldrich Crop, StLouis, Mousa تهیه گشت.

پیش از هر گونه اقدام جهت انجام محاسبات آماری بر روی داده‌ها، نخست با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Minitab نرمال بودن داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمون همگنی واریانس‌ها بر روی داده‌ها انجام گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت، ضمن آنکه رسم نمودارها و جداول آماری نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و Word صورت پذیرفت. در مرحله نخست تجزیه واریانس ساده جهت صفات اندازه گیری شده انجام گرفت و پس از آن میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس جدول مذکور مشاهده می‌شود اثر سال‌های مختلف بر صفات درصد اشباع، سیلت، رس، شن و همچنین مقادیر کربن آلی خاک و شوری خاک مزارع مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد و بر میزان آهک خاک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود در حالی که بر میزان اسیدیته خاک تأثیر معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات خاک مزارعی با سنین گوناگون در جدول ۳ نشان می‌دهد در خاک شاهد (عدم کشت زعفران) درصد اشباع خاک بطور معنی‌داری کمتر از سایر مزارع بود.در حالی که اختلاف معنی‌داری بین مزارع یکساله، چهارساله و هفت ساله زعفران از لحاظ درصد اشباع وجود نداشت. درصد سیلت در خاک مزارع چهارساله و هفت ساله بالاتر از سایر مزارع بود. همچنین در خاک مزرعه چهارساله درصد رس به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر مزارع بود.

بین میزان مقدار آهک خاک در مزارع شاهد، یکساله و چهار ساله از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اختلاف بین مزرعه شاهد و هفت ساله زعفران معنی‌دار نبود (جدول ۳). درصد کربن آلی خاک نیز در مزرعه چهار ساله زعفران به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر مزارع بود. این در حالی است که کمترین درصد کربن آلی خاک در مزرعه شاهد (عدم کشت زعفران) مشاهده گردید (جدول ۳). میزان اسیدیته خاک مزارع شاهد و هفت ساله اختلاف معنی‌داری داشتند اما سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. براساس نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت کشت زعفران باعث کاهش معنی‌دار شوری خاک شده است به‌طوری‌که کمترین میزان شوری خاک در مزرعه زعفران هفت ساله و بیشترین آن در مزرعه شاهد (عدم کشت زعفران) مشاهده گردید که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن داشتند (جدول ۳).

جدول ۲: میانگین مربعات خصوصیات خاک مزرعه زعفران در سالهای مختلف

	درجه آزادی	درصد اشباع	سیلت	رس	شن	کربن آلی	آهک	اسیدیته	شوری
تیمار	۳	۳/۲۳**	۱۳۱/۰**	۸/۰**	۱۹۵/۰**	۰/۰٤٥**	۰/٦٨٨*	۰/۰۲۰ns	۰/٦٥**
اشتباه	۸	۰/۳۱	۲/۷٥	۰/۲٦۸	۳/٥۰	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰٥	۰/۰۰٦	۰/۰۰٥
ضریب تغییرات		۱/٤	۳/۲	٤/۷	٥/۱	۱/٦	۱/۷	۱/۰	۲/۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و nsعدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین خصوصیات خاک مزرعه زعفران در سالهای مختلف

	درصد اشباع	سیلت	رس	شن	کربن آلی	آهک	اسیدیته	شوری
	درصد						pH	Mmohs/cm
شاهد	۳۷/۸b	٤۳c	۹c	٤۸a	۰/۳۹۱d	۱۹ab	۷/۷b	٤/۰a
یکساله	۳۹/۸ a	٥۳b	۱۱b	۳٦b	۰/٤۸۳c	۱۹/٥a	۷/۸ab	۳/۳c
چهارساله	۳۹/٦ a	٥۷a	۱۳a	۳۰c	۰/٦۸۲a	۱۹/٥a	۷/۸ab	۳/٦b
هفت ساله	٤۰/۱ a	٥۷a	۱۱b	۳۲c	۰/٥٥٤b	۱۸/٥b	۷/۹a	۲/۹d

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

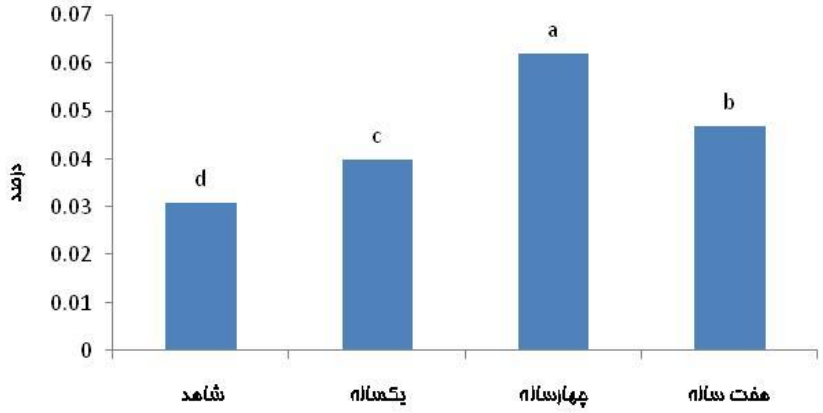
جدول ٤ نشان می‌دهد اثر سن مزارع مختلف کشت زعفران در سال‌های مختلف بر مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار نیتروژن (شکل ۱) در خاک مزرعه چهار ساله مشاهده شد که با سایر مزارع اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در

سطح احتمال ۵ درصد داشت تیمار شاهد کمترین میزان نیتروژن خاک را به خود اختصاص داده بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت.

جدول ٤: میانگین مربعات عناصر غذایی اصلی خاک مزرعه زعفران در سالهای مختلف

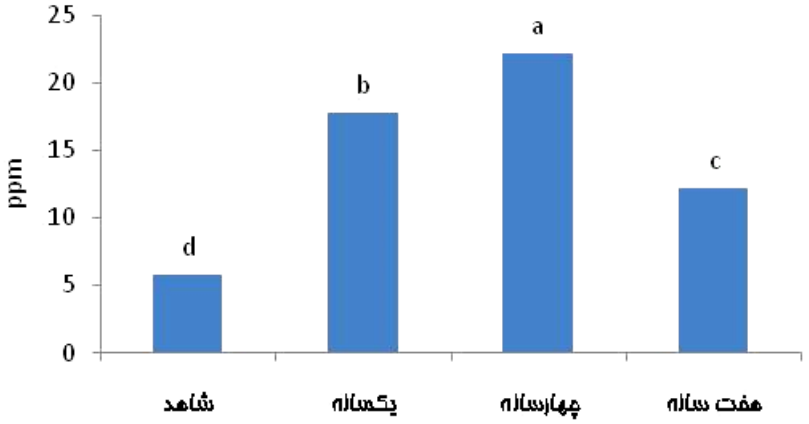
	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
تیمار	۳	۰/۰۰۰۵**	۱۵۱/۱٦**	۵۵۲۸/۸**
اشتباه	۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۵٦	٤۳/۵
ضریب تغییرات		۵/۸	۳/۵	۲/۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و nsعدم معنی‌داری می‌باشد.

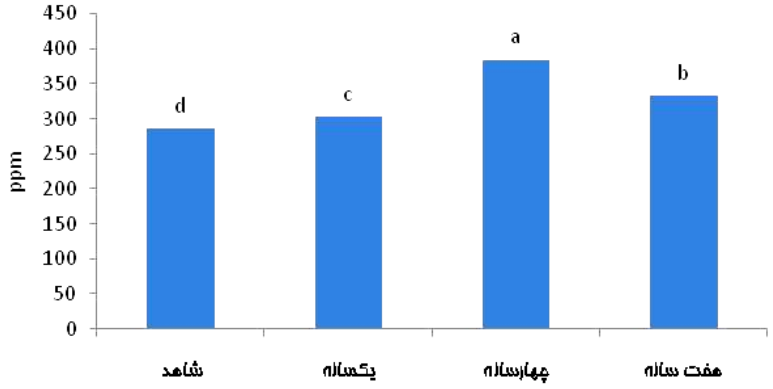


شکل ۱: میزان نیتروژن خاک مزرعه با سنین گوناگون

فسفر خاک نیز در مزرعه چهار ساله زعفران بیشترین میزان و در تیمار شاهد (عدم کشت زعفران) کمترین مقدار بود (شکل ۲). نتایج نشان داد مزرعه زعفران چهار ساله دارای بالاترین مقدار پتاسیم در خاک بود که باسایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. مزرعه هفت ساله زعفران نیز بطور معنی‌داری نسبت به مزرعه یکساله و شاهد مقدار پتاسیم بیشتری داشت (شکل ۳).



شکل ۲: میزان فسفرخاک مزرعه با سنین گوناگون



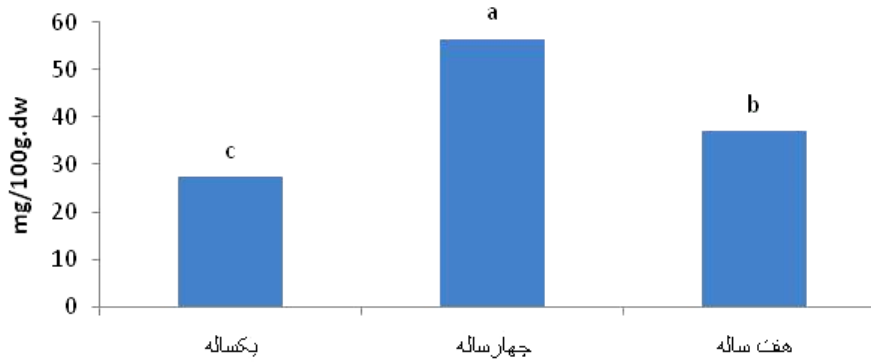
شکل ۳: میزان پتاسیم خاک مزرعه با سنین گوناگون

جدول ۵ تأثیر سن مزرعه را بر مقدار ترکیبات آلی بنه شامل فنل تام، فلاونوئید، کروسین، پیکروکروسین و کارتامین را نشان می‌دهد و تفاوت موجود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بنه‌های زعفران چهار ساله بالاترین مقدار فنل تام (شکل ٤)، فلاونوئیدها (شکل ۵) کروسین (شکل ٦)، پیکروکروسین (شکل ۷) و کارتامین (شکل ۸) را داشتند که با سایر بنه‌های زعفران یک و هفت ساله اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند. بیشترین مقدار فلاونوئید در بنه گیاهان هفت ساله و کمترین آن در بنه گیاهان یکساله مشاهده شد. کمترین مقدار ترکیبات فنل تام، کروسین و پیکروکروسین نیز در تیمار بنه‌های یکساله زعفران مشاهده گردید که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند.

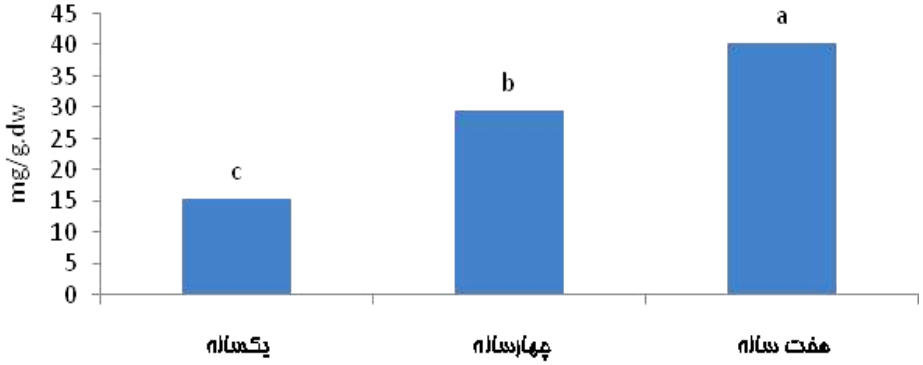
جدول ۵: میانگین مربعات برخی مواد تشکیل دهنده بنه زعفران در سال‌های مختلف

	درجه آزادی	فنل تام	فلاونوئید	کروسین	پیکروکروسین	کارتامین
تیمار	۲	٦٦٣/٥**	٤٦٧/٧**	١٣٢/١**	١١١/٩**	١٩٦/٢**
اشتباه	٦	۰/۲٦	۰/١٤	۰/١٧	١/٨٣	۰/٢١
ضریب تغییرات		١/٣	١/٣	٢/٥	١٣	٢/٢

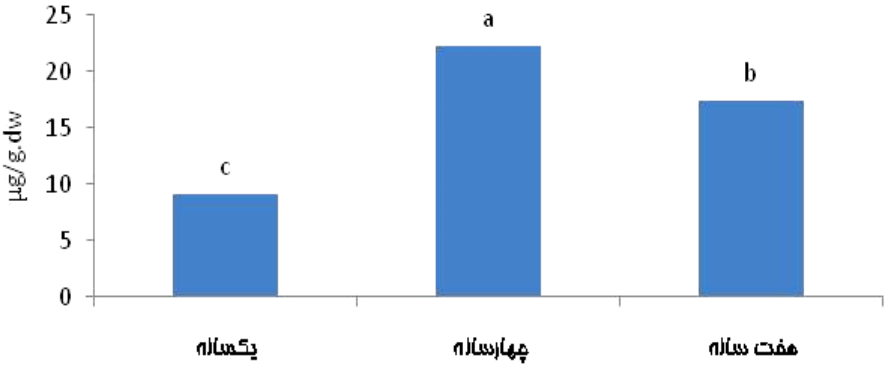
* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و nsعدم معنی‌داری می‌باشد.



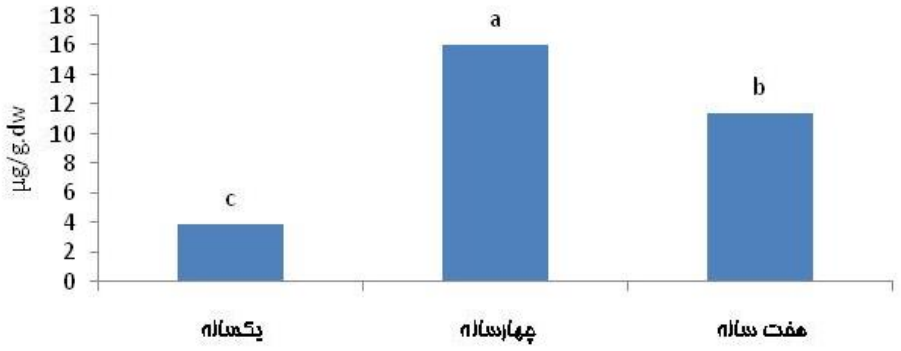
شکل ٤: میزان فنل تام بنه‌های زعفران با سنین گوناگون



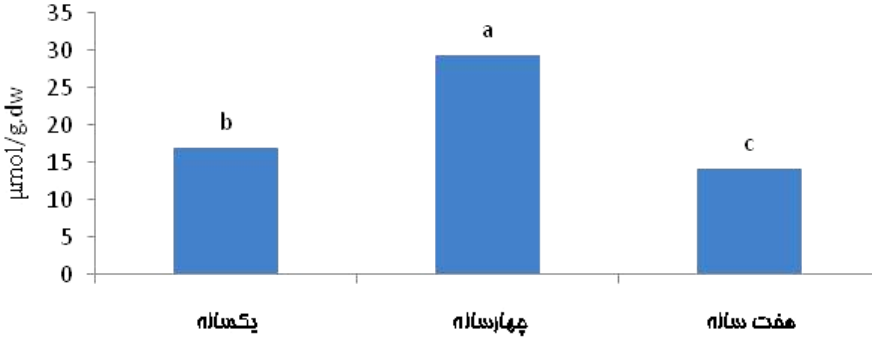
شکل ۵: میزان فلاونوئید بنه‌های زعفران با سنین گوناگون



شکل ٦: میزان کروسین بنه‌های زعفران با سنین گوناگون



شکل ۷: میزان پیکرو کروسین بنه‌های زعفران با سنین گوناگون



شکل ۸: میزان کارتامین بنه‌های زعفران با سنین گوناگون

بحث

بر اساس گزارشات بسیاری از محققین، کاربرد کودهای دامی‌باعث افزایش مادهٔ آلی خاک، درصد خلل و فرج و تهویه مناسب خاک می‌شوند که به تبع آن وزن مخصوص ظاهری خاک که نشانگر فشردگی و تراکم خاک و چگونگی تهویه و ساختمان خاک می‌باشد کاهش می‌یابد (Marinari et al., 2000). Nyamangara و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد کربن و مادهٔ آلی کل خاک، درصد خلل و فرج و هدایت هیدرولیکی با کاربرد کودهای دامی و مخصوصاً در خاک‌های با محتوای رس بالا (سنگین) تحت تأثیر قرار می‌گیرند. آنها گزارش کردند که با کاربرد کودهای آلی درصد خلل و فرج خاک افزایش یافته، فشردگی و تراکم خاک پائین آمده و به تبع آن وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. از طرفی هدایت هیدرولیکی و محتوای آب قابل دسترس خاک افزایش و در کل ساختمان خاک بهبود یافته و موجب تهویه مناسب و رشد و گسترش بهتر ریشه در خاک می‌شود. نتایج آزمایشات محققین دیگری نظیر Marinari و همکاران (۲۰۰۰) نیز مؤید این نتایج هستند.

Franzluebbers (۲۰۰۲) ماده آلی خاک را بعنوان معیار کلیدی مرتبط با کیفیت خاک دانسته و معتقد است که میزان گرانوله شدن و دانه بندی و خلل فرج خاک و به تبع آنها هدایت هیدرولیکی خاک با افزایش ماده آلی خاک بطور چشمگیری افزایش می‌یابند. در این آزمایش با توجه به اینکه در مزارع زعفران هر ساله از کود دامی‌استفاده می‌شده است، و از طرفی با توجه به ترشح مواد آلی در خاک که ناشی از حضور بنه‌های زعفران می‌باشد، افزایش درصد کربن آلی در مزارع هفت ساله و چهارساله نسبت به مزرع عدم کشت (شاهد) دور از انتظار نیست. از آنجا که اکثر عناصر مغذی در pHهای معمولی خاک‌های زراعی معمولا نامحلول و در نتیجه غیر قابل استفاده هستند، اسیدهای هومیک و فولیک حاصل از کودهای دامی و کمپوست با ایجاد محیط اسیدی و نیز تشکیل کمپلکس‌هایی با این کاتیونها، آنها را به فرم محلول در آب تبدیل کرده و بدین‌ترتیب آنها را برای گیاهان قابل استفاده می‌نمایند. همچنین از طرفی حل شدن گاز کربنیک تولید شده از تجزیه مواد آلی در آب، اسید کربنیک تولید می‌کند که سبب کاهش pH خاک و اسیدی شدن محیط می‌شود. اگر چه اکثر خاک‌های زراعی کشور ما قلیایی هستند، کاربرد کود دامی‌با کاهش اسیدیته خاک، شرایط محیطی و تغذیه‌ای را برای غالب گیاهان زراعی فراهم می‌کند اما با توجه به خاصیت تامپونی خاک هر چند ممکن است مصرف کود در کوتاه مدت تغییراتی را در اسیدیتهٔ خاک ایجاد نمایند، امّا این تغییرات گذرا بوده و در دراز مدت از بین می‌روند و در کل اسیدیتهٔ خاک چندان تغییر نمی‌کند (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۳).

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۳ می‌توان دریافت که خاک مزارع مورد بررسی از لحاظ بافت و ساختمان خاک تقریبا یکسان بوده و اختلافات بسیار جزئی وجود دارد. مقدار کربن آلی خاک نیز که در سالهای مختلف افزایش یافته بود بدلیل مصرف سالیانه کودهای دامی‌می‌باشد. از طرفی ترکیبات آلی نیز در تیمار چهار ساله و هفت ساله نیز افزایش معنی‌داری داشته است که منجر به افزایش کربن آلی خاک نیز شده است. با توجه به اینکه شوری خاک در تیمار آیش (عدم کشت زعفران) بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد می‌توان دلیل آن را افزایش آبیاری و عملیات زراعی دانست که باعث شستشوی عناصر عامل شوری خاک می‌شود. سایر محققین افزایش مصرف کود دامی را عامل افزایش کربن الی خاک دانسته‌اند (احمدیان، ۱۳۸۹). بر اساس یافته‌های حاصل از

آزمایش می‌توان استنباط نمود که مقدار عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اثر کشت زعفران طی سالهای متمادی بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که هر ساله تنها کود شیمیایی مصرفی در هر یک از مزارع زعفران در این آزمایش مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن بوده است و سایر کودهای شیمیایی مصرف نمی‌شدند. این کود نیز هر ساله بر اثر آبشویی، تجزیه و یا مصرف گیاهی از خاک خارج شده و احتمال باقی‌ماندن آن در مزرعه بسیار اندک است (احمدیان، ۱۳۸۹). از طرفی هر ساله مقدار ۱۰ تن در هکتار کود گاوی نیز به خاک اضافه می‌شده است که این مقدار در افزایش عناصر خاک نقش چندانی ندارد. بنابراین می‌توان افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک مزارع زعفران را ناشی از اثراتی دانست که خود گیاه زعفران بر خاک گذاشته و باعث افزایش غلظت عناصر مذکور می‌شود. این عقیده وجود دارد که بعد از کشت زعفران و برداشت آن پس از گذشت بیش از ۱۰ سال، خاک باقیمانده بسیار حاصلخیز بوده و برای کشت گیاهان پر توقع بسیار مناسب است (سعیدی‌راد و مختاریان، ۱۳۸۸). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سعیدی راد و مختاریان (۱۳۸۸) هم سو نیست چون مزرعه چهارساله زعفران از نظر میزان عناصر پرمصرف N/P/K در وضعیت بهتری نسبت به سایر مزارع در سنین بالاتر و پایین تر قرار دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ترکیبات مهم بنه در سال چهارم بیشترین مقدار را داشت و بعد از آن در سال هفتم رشدی غلظت آنها در بنه کاهش یافت. دو احتمال برای کاهش ترکیبات وجود دارد. احتمال اول اینکه نوع ترکیبات آلی گیاه، تغییر یافته و به ترکیبات دیگری در بنه تبدیل می‌شوند و احتمال دیگر اینکه ترکیبات مذکور از بنه‌ها خارج می‌شود (Marinari et al., 2000) با توجه به اینکه ترکیبات مذکور در خاک نیز در حال افزایش است احتمال دوم قوی تر بوده و می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبات فنل تام و کروسین از بنه‌های زعفران به تدریج در سال‌های مختلف رشدی خارج شده و وارد خاک مزرعه می‌گردند (Mardani et al., 2015). بر اساس مطالعه‌ای که حسنی (۱۳۹۰) بر روی اثر اللوباتیک بقایای اندام هوایی و کورم زعفران بر رشد گیاهان زراعی داشتند مشخص گردید مواد فنلی و مواد موثر موجود در کورم سبب تحریک رشد گیاهان زراعی می‌شود که این اثر در ارقام تابستانه بیشتر از ارقام زمستانه است چرا که دلیل خاصیت تبخیری و تصعیدی در مورد این متابولیت‌ها در فصل زمستان از میزان مواد موجود در خاک کاسته می‌شود. از طرفی طبق نتایج طرح حاضر مزرعه چهارساله دارای مقادیر بیشتری از انواع متابولیت‌های ثانویه نسبت به مزرعه ده ساله است. در این رابطه گزارش شده است با افزایش عمر کورم از میزان تراوش و تولید متابولیت‌های ثانویه و مواد موثر کاسته می‌شود (Matereska, 2002).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مزرعه چهار ساله زعفران بالاترین مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را نسبت به مزارع دیگر و شاهد دارا بود. همچنین مقایسه بنه حاصل از مزارع یک، چهار و هفت ساله زعفران از لحاظ ترکیبات آلی فنل تام، فلاونوئید، کروسین، پیکروکروسین و کارتامین نشان داد که ترکیبات مذکور در بنه‌های مزارع چهار ساله به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزارع یک و هفت ساله بود.

منابع

احمدیان، ا. (۱۳۸۹). اثرات کودهای آلی و شیمیایی و بقایای آنها بر خصوصیات اکوفیزیولوژیک گیاه دارویی بابونه تحت شرایط تنش خشکی. رساله

دکتری در رشته زراعت. دانشگاه زابل. صفحه ۱۹۰.

اکبری نیا، ا. (۱۳۸۳). بررسی تأثیرکودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی برعملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. دومین همایش گیاهان دارویی. دانشگاه شاهد تهران.

حسنی، م. (۱۳۹۰). بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره اندام‌های هوایی و زمینی زعفران (*Crocus sativus* L.) بر جوانه‌زنی علف هرز تاج خروس، اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، اهواز، دانشگاه پیام نور استان خوزستان.

سعیدی راد، م. ح. و مختاریان، ع. (۱۳۸۸). اصول علمی کاربردی کاشت، داشت و برداشت زعفران. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی. انتشارات سروا.

کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، ملافیلابی، ع.، سیدی، س.م. (۲۰۱۵). بررسی عملکرد گل و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) در سال اول پس از کشت در واکنش به تراکم کاشت و میزان کود دامی. بوم شناسی کشاورزی، جلد ٤، شماره ٦، صفحات ۷۲۹-۷۱۹.

محمودی، ش. و حکیمیان، م. (۱۳۷۹). مبانی خاکشناسی، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۷۰٦.

Franzluebbers, A.J., Hons, F.M. and Zuberer, D.A., (1995). Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. Soil Science Society of America. 59:460–466.

Knudsen, D., Peterson, G. A. and Pratt, P.E. (1982). Lithium, sodium and potassium. pp. 225-246. In: A. L. page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2., Agronomy Monograph. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Mardani, H., Takayuki, S., Azizi, M., Mishynaa, M. and Fujii, Y. (2015). Identification of safranal as the main allelochemical from saffron (*Crocus sativus*). Natural Product Communications. 10(5):1-3.

Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology. 72: 9–17.

Materska, **M**. **(2008).** Quercetion its derivation chemical structure and bioactivity- review. Journal Science. 58(4):407-413.

Nyamangara, J., Masvaya, E.N., Tirivavi, R. and Nyengerai, K. (2013). Effect of hand-hoe based conservation agriculture on soil fertility and maize yield in selected smallholder areas in Zimbabwe. Soil and Tillage Research. 126:19–25.

Olsen, SR. and Sommers, LE., (1982). Phosphorus. Pp. 581-893. In: Page, R.H. Miller., and D.R. Keeney(eds). Methods of Soil Analysis(2^{hd} ed) Medison WI. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society of America, WI.

Sadeghi, S., Razavi, M. and Mahajeri, M. (1992). The effect of mineral nutrients (N.P.K.) on saffron production. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants .Acta Horticulture .306: 426-430.