ارزیابی روابط کمی بین عملکرد و مصرف عناصر غذایی در زعفران: مطالعه در مزارع کشاورزان On-farm

محمد علی بهدانی[۱]، علیرضا کوچکی[۲]، مهدی نصیری محلاتی[۳]، پرویز رضوانی مقدم[۴]

چکیده

به منظور ارزیابی و کمی کردن روابط بین مصرف عناصر غذایی و عملکرد زعفران در پهنه اقلیمی مرکز و جنوب خراسان، مطالعه‌ای در چهار شهر بیرجند، گناباد، قاین و تربت حیدریه که مهمترین مناطق تولید زعفران ایران هستند انجام شد و ۱۶۰ مزرعه زعفران یکساله تا پنج ساله طی دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ مورد بررسی قرار گرفت. توابع برازش داده شده بین عملکرد و میزان مصرف کود دامی بیانگر ارتباط خطی مثبتی بین آنها بوده و شیب منحنی افزایش عملکرد نسبت به مصرف کود دامی در بیرجند بیشتر از سایر شهرها بود. الگوی تغییرات مصرف کود نیتروژن و فسفر با شروع دوره گلدهی در چهار شهر مورد بررسی به صورت تابعی خطی ولی با شیب منفی بود در حالیکه بین مصرف کود نیتروژن و فسفر و طول دوره گلدهی در تمامی مناطق مورد بررسی نوعی ارتباط خطی با شیب مثبت وجود داشت که در این حالت نیز شیب منحنی در بیرجند اندکی بیشتر از سایر مناطق بود. بررسی ارتباط بین مصرف کود و عملکرد در مزارع با سنین مختلف بیانگر بیشتر بودن میزان عملکرد مزارع در تربت حیدریه بود. به نظر می‌رسد عملکرد بیشتر مزارع زعفران در شهرستان تربت حیدریه ارتباط نزدیکی با فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اثر کاربرد بیشتر کود دامی در این منطقه داشته باشد، زیرا آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی از کود دامی علاوه بر تأمین نیازهای غذایی گیاه در دراز مدت موجب بهبود بافت و ساختمان خاک نیز می‌شود. برازش رگرسیون گام به گام بین عملکرد و مصرف کودها نشان داد که ۶۷ درصد تغییرات عملکرد زعفران در منطقه مربوط به مصرف کودهای دامی و فسفر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زعفران، عناصر غذایی، کود آلی، عملکرد.

مقدمه

زعفران گرانترین چاشنی غذایی جهان، شامل کلاله‌های قرمز رنگ گیاه زعفران(*Crocus sativus* L.) می‌باشد (۲۷). این گونه تریپلوئید و عقیم بوده (۱۳) و معمولاً از طریق بنه تکثیر می‌شود (۱۷). بنه‌ها در طی تابستان در حال خواب هستند، اگر چه القای گل دهی در این دوره شکل می‌گیرد (۱۱).

از زمانهای گذشته زعفران بعنوان طعم دهنده غذا استفاده می‌شده است و در رنگ آمیزی و طب گیاهی نیز کاربرد داشته است (۱۷). این گیاه یکی از قدیمی‌ترین محصولات زراعی ایران است که علیرغم قدمت کشت آن در مقایسه با بسیاری از محصولات زراعی رایج در کشور سهم کمتری از فناوریهای نوین داشته و تولید آن عمدتاً بر دانش بومی متکی بوده است (۱۶). با این حال، این گیاه در مناطق مرکزی و جنوبی خراسان نقش مهمی را در اقتصاد کشاورزان دارد. بدون تردید نوسانات سالانه آب و هوایی در اقلیمهای خشک و نیمه خشک خراسان، ونیز اختلافات اقلیمی مناطق مختلف

۱- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
۴و۳و۲- اعضاء هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

عامل مهمی در نوسان تولید مناطق مختلف است. مطالعه نوسانات عملکرد به همراه بررسی ارتباط بین مصرف کودهای مختلف و عناصر غذایی با شاخص‌های مهم رشدی زعفران، الگوی مناسبی از چگونگی مصرف بهینه انواع کودها و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم خواهد کرد.

اصولاً رشد و نمو گیاهان مربوط به تمام عواملی است که محیط را بوجود می‌آورند و هیچ عامل منفردی به تنهایی نمی‌توان نقش موثری داشته باشد. یکی از این عوامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد (۱۵). برخی بررسیها (۲ ، ۲۱ و ۲۲) نشان داده‌اند که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد. افزایش عملکرد با استفاده از مواد آلی، احتمالاً ناشی از عرضه عناصر غذایی، بخصوص فسفر و نیتروژن و بهبود خواص فیزیکی خاک می‌باشد. بهبود وضعیت ساختمان خاک و یا افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک باعث کاهش شستشوی پتاسیم، کلسیم و منیزیوم می‌شود که اثر مثبت بر عملکرد زعفران دارد. ماده آلی باعث تعدیل عمل متراکم شدن خاک در اثر رفت و آمد دامها که پدیده‌ای بسیار معمول در چرای علوفه زعفران می‌باشد خواهد شد.

زعفران عناصر غذایی فراوانی از خاک برداشت نمی‌کند با این وجود در صورتیکه علاوه بر گل، علوفه زعفران هم برداشت گردد به ازای برداشت هر تن علوفه ۱۰/۲ کیلوگرم نیتروژن ۳/۲ کیلوگرم فسفر و ۲۲/۸۳ کیلوگرم پتاسیم از خاک خارج می‌شود (۸). بر خلاف نیاز کودی کم این گیاه، ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل زعفران به متغیرهای مربوط به خاک وابسته است و عوامل مؤثر به ترتیب اهمیت شامل میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی است (۲). همچنین منبع تأمین کننده عنصر غذایی نیز بر عملکرد گل مؤثر است بطوریکه افزایش نیتروژن آمونیاکی خاک، اثر منفی و افزایش نیتروژن نیتراتی خاک، اثر مثبت بر عملکرد گل دارد (۲ و ۱۰).

نتایج برخی آزمایشات (۲) نشان داده است که گیاه زعفران به افزایش نسبت C:N خاک واکنش بسیار مثبتی نشان داده ولی نیتروژن زیاد خاک باعث تاخیر در گلدهی می شود در نتیجه باید در مصرف نیتروژن معدنی و یا کود آلی دقت کافی بعمل آید، البته با توجه به مصرف کودهای آلی در مناطق زعفرانکاری شاید نیازی به مصرف کودهای شیمیایی نباشد (۲).

به طور کلی در اکثر کشورها و مناطقی که از تولید کنندگان سنتی زعفران هستند معمولاً از کود دامی در مزارع زعفران استفاده می‌کنند و استفاده از کودهای شیمیایی چندان رایج نمی‌باشد (۲۵).

در اسپانیا با توجه به بالا بودن مواد آلی و هوموس خاک، کاربرد کودهای شیمیایی بطور گسترده مرسوم نیست و معمولاً از کود دامی به میزان ۱۰ تا ۱۵ تن در هکتار برای زعفران استفاده می‌شود (۲). در هندوستان استفاده از کوددامی به میزان ۱۵ تا ۲۲ تن در هکتار، هنگام آماده کردن زمین مرسوم می‌باشد. همچنین استفاده از کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه به میزان ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار به همراه کود دامی توصیه می‌شود (۲۰). علوی شهری (۶) در یک بررسی چند ساله اظهار داشت که کاربرد کود حیوانی عملکرد زعفران را افزایش می‌دهد. بررسیهای دیگری (۱ و ۴) نیز نشانگر افزایش محصول زعفران با مصرف سالیانه ۲۰ تا ۲۵ تن کود دامی در هکتار می‌باشد.

میاسکا و همکاران (۱۵) در مطالعه‌ای اثر کود آلی و مالچ را بر عملکرد بنه در گیاه تارو[1] مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند که کاربرد مالچ و کودآلی موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه بنه‌ها را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد. بررسی آنها نشان داد که در سطوح کوچک ممکن است کاربرد کود آلی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد ولی در مقیاس بزرگ و با

1. *Colocasia esculenta* L.

کاهش هزینه‌ها، مصرف کود آلی از نظر اقتصادی نیز به صرف خواهد بود.

بررسیها و مطالعات دیگری (۱ و ۴) در خصوص زعفران نشان داده است که مصرف بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن موجب کاهش عملکرد شده، در حالیکه مصرف سالیانه ۲۰ تا ۲۵ تن کود دامی در هکتار افزایش محصول زعفران را به دنبال داشته است. بیسواز (۱۲) معتقد است که استفاده از نیتروژن زیاد به علت افزایش بیش از حد رشد سبزینه مناسب نیست و حال آنکه کود فسفات موجب افزایش گلدهی می‌شود.

البته عملکرد زعفران به عوامل متعددی از قبیل خصوصیات خاک، تراکم، روش کاشت، وزن بنه، موقعیت جغرافیایی، عوامل جوی، مدیریت زراعی و دوره بهره برداری ارتباط دارد. میزان عملکرد در شرایط آبی و استفاده از کود در اسپانیا حدود ۱۰ تا ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۱۳)، در حالیکه عملکرد آن در شرایط دیم در کشمیر ۲ تا ۳ کیلوگرم در هکتار بوده و در شرایط مناسب بارندگی، عملکرد آن ممکن است به ۹ کیلوگرم در هکتار برسد (۲۵).

در مغرب، متوسط عملکرد ۲ تا ۲/۵ کیلوگرم در هکتار، در ایتالیا ۱۰ تا ۱۶ کیلوگرم در هکتار، در یونان ۴ تا ۷ کیلوگرم در هکتار و در نیوزیلند در سطوح آزمایشی و استفاده از مالچ و کود تا ۲۴ کیلوگرم در هکتار گزارش گردیده است (۱۴). میانگین عملکرد زعفران ایران در طول یک دوره ۲۵ ساله، ۴/۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۵). در صورت رعایت اصول به زراعی و کاربرد نتایج تحقیقات در مزارع، می‌توان علاوه بر کوتاه سازی عمر مزارع از میانگین ۸ سال، به ۴ یا ۵ سال، میانگین عملکرد را نیز تا ۲ برابر میانگین فعلی کشور اضافه کرد.

هدف از این تحقیق بررسی روابط کمی بین انواع کودهای مصرفی در مزارع زعفران با عملکرد و مطالعه تنگناها و روش‌های مدیریتی مطلوب جهت مصرف بهینه کودها و بررسی امکان تعمیم نتایج حاصل به سایر مناطق زعفران کاری می‌باشد.

مواد و روشها

از آنجایی که مناطق عمده تولید زعفران ایران بخشهای جنوبی و مرکزی خراسان می‌باشند، این مطالعه در شهرستانهای بیرجند، گناباد، قاین و تربت حیدریه و طی سالهای زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ به مرحله اجرا در آمد.

با توجه به اهداف مطالعه جهت انتخاب مزارع زعفران که بیانگر الگویی از میانگین وضعیت زعفرانکاری مناطق مورد بررسی باشد، از یکسال قبل از شروع تحقیق بررسیهای مقدماتی انجام و ضمن مشورت با کارشناسان کشاورزی، کشاورزان خبره و مطلعین محلی، پرسشنامه‌های مقدماتی تهیه و تکمیل گردید و بر اساس این نظریات و نتایج مطالعات اولیه، مزارع مورد بررسی در هر شهرستان به نحوی انتخاب شد که شاخصی از کل منطقه باشند. بدین ترتیب با در نظر گرفتن متوسط دوره بهره برداری زعفران به مدت ۵ سال، برای هر یک از سنین یک تا ۵ سال بهره برداری، ۴ مزرعه مشخص شد و لذا در هر شهرستان ۲۰ مزرعه و در مجموع چهار شهرستان، ۸۰ مزرعه، که هر یک مساحتی بین حداقل ۵۰۰ متر مربع تا حداکثر ۲ هکتار دارا بودند، در سال زراعی ۱۳۸۱ مورد مطالعه قرار گرفت.

به منظور جمع آوری داده‌ها، بر اساس اهداف تحقیق، فرم‌های خاصی طراحی گردید و از ابتدای شروع مراحل آماده سازی زمین و کاشت کورم‌ها تا انتهای مرحله برداشت محصول اقتصادی، ضمن هماهنگی با کشاورزان و کارشناسان کشاورزی و مراجعه حضوری، تمامی اطلاعات مورد نیاز ثبت می‌گردید. هدف اصلی از جمع آوری این اطلاعات دست یابی به عملکرد واقعی در نظام‌های کشت این محصول، یافتن روابط کمی احتمالی بین عوامل مختلف اقلیمی، مدیریتی و زراعی و عملکرد نهایی بود تا از نتایج تجزیه و تحلیل این اطلاعات واقعی، در ریشه یابی اولیه دلایل احتمالی کم بودن عملکرد این محصول در بعضی نقاط مورد بررسی در مقایسه با سایر مناطق و دلایل نوسانات عملکرد در مناطق و سال‌های مختلف استفاده شود. کود نیتروژن مصرفی از نوع اوره، فسفر مصرفی از نوع سوپر فسفات و کود دامی از نوع کود گاوی بود.

مهمترین بخش‌های مربوط به پرسش نامه تهیه شده به موارد زیر مربوط می‌شد:

شهر، بخش، روستا، مساحت و سن مزرعه مورد بررسی زمان کاشت محصول توسط کشاورزان (زمان زیر خاک کردن کورم‌ها)، زمان وقوع اولین آبیاری، زمان وقوع اولین گلدهی، طول دوره گلدهی، زمان وقوع انتهای گلدهی، میزان کود دامی مورد استفاده، میزان کود نیتروژن مورد استفاده، میزان کود فسفر مورد استفاده، میزان گل تولیدی هر یک از مزارع (برحسب کیلوگرم در روز)، میزان عملکرد واقعی (عملکردکل هر یک از مزارع انتخابی که میزان کلاله خشک شده می‌باشد بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد).

توزیع و تکمیل این پرسش نامه‌ها به صورتی انجام شد که توزیع قابل قبولی از نظام‌های تولید زعفران در مناطق مورد مطالعه را در برگیرند.

توجه به تجربیات و اطلاعات کسب شده در سال زراعی ۱۳۸۱ مجدداً در سال زراعی ۱۳۸۲ بررسی‌های پیش بینی شده در همان تعداد مزارع بعمل آمد. داده‌های حاصل پس از آماده سازی بوسیله نرم افزارهای Excel، SlideWrite، و SigmaStat آنالیز گردید و رابطه بین عملکرد و خصوصیات نموی زعفران با مصرف انواع کودها با استفاده از آنالیز رگرسیون تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

بررسی وضعیت مصرف کود و عملکرد زعفران در شهرهای مورد بررسی بیانگر وجود ارتباطی معنی دار بین آنها می‌باشد. برازش تابع رگرسیون خطی بین داده‌های مربوط به عملکرد زعفران و میزان مصرف کود دامی در چهار شهر مورد بررسی و دوسال آزمایش نشان داد که بطور کلی افزایش مصرف کود دامی سبب افزایش عملکرد شد و در این میان شهرستان تربت حیدریه بیشترین میزان عملکرد را دارا بود (شکل ۱). ضرایب تبیین معادلات برازش داده شده نیز بیانگر ارتباط خطی معنی دار بین میزان مصرف کود و عملکرد می‌باشد. با این حال شیب منحنی افزایش عملکرد نسبت به مصرف کود دامی در شهرستان بیرجند نسبت به بقیه شهرستانها بیشتر بود. اصولاً افزایش مواد آلی خاک بوسیله کاربرد کودهای دامی میزان نفوذ آب را به بیش از ۹۰ درصد افزایش می‌دهد که این امر عمدتاً بوسیله کاهش میزان رواناب صورت می‌گیرد (۲۶). این موضوع در دراز مدت سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و امکان افزایش محصول را فراهم ساخته است به همین دلیل در اکثر مناطقی که از تولید کنندگان سنتی زعفران به شمار می‌آیند، پس از استقرار اولیه گیاه و اضافه کردن کود دامی معمولاً از کود شیمیایی استفاده نمی‌کنند (۲۵).

روند افزایش عملکرد نسبت به مصرف کود دامی در دو شهرستان بیرجند و تربت حیدریه بیانگر آن است که مزارع زعفران این دو شهرستان نسبت به قاین و گناباد به کود دامی واکنش بهتری نشان می‌دهند و با مصرف بیشتر کود عملکرد بیشتری حاصل می‌شود. داده‌های حاصل در شهرستان گناباد دارای پراکندگی زیادی بوده و روند مشخصی در آن مشاهده نشد ولی واکنش عملکرد نسبت به مصرف مقادیر کم کود دامی در قاین و گناباد بیشتر از تربت حیدریه و بیرجند بود لذا در مقادیر پایین مصرف کود عملکرد بیشتری داشتند.

بررسی ارتباط بین سن مزرعه و میزان عملکرد در شهرهای مختلف نیز بیانگر آن بود که با افزایش سن مزرعه و افزایش مصرف کود، میزان عملکرد افزایش یافت و رابطهٔ مستقیم بین این عوامل به خوبی در شکل ۲ نشان داده شده است. ضرایب تبیین معادلات مذکور نیز برای هر شهرستان بیانگر ارتباط معنی دار آنها می‌باشد. در مزارع یک ساله تا پنج ساله تربت حیدریه میزان مصرف کود دامی بیشتر از سایر شهرستانها بود و البته بالاترین میزان عملکرد را نیز به خود اختصاص دادند. ضرایب معادل برازش داده شده برای مزارع با سنین مختلف این شهرستان نیز گویای این موضوع می‌باشد به طوری که به جز در مزارع دو ساله که ضریب M معادله (شیب خط برازش داده شده) در بیرجند اندکی بیشتر از

تربت می‌باشد در سایر مزارع، تربت بالاترین ضریب M را به خود اختصاص داده است.

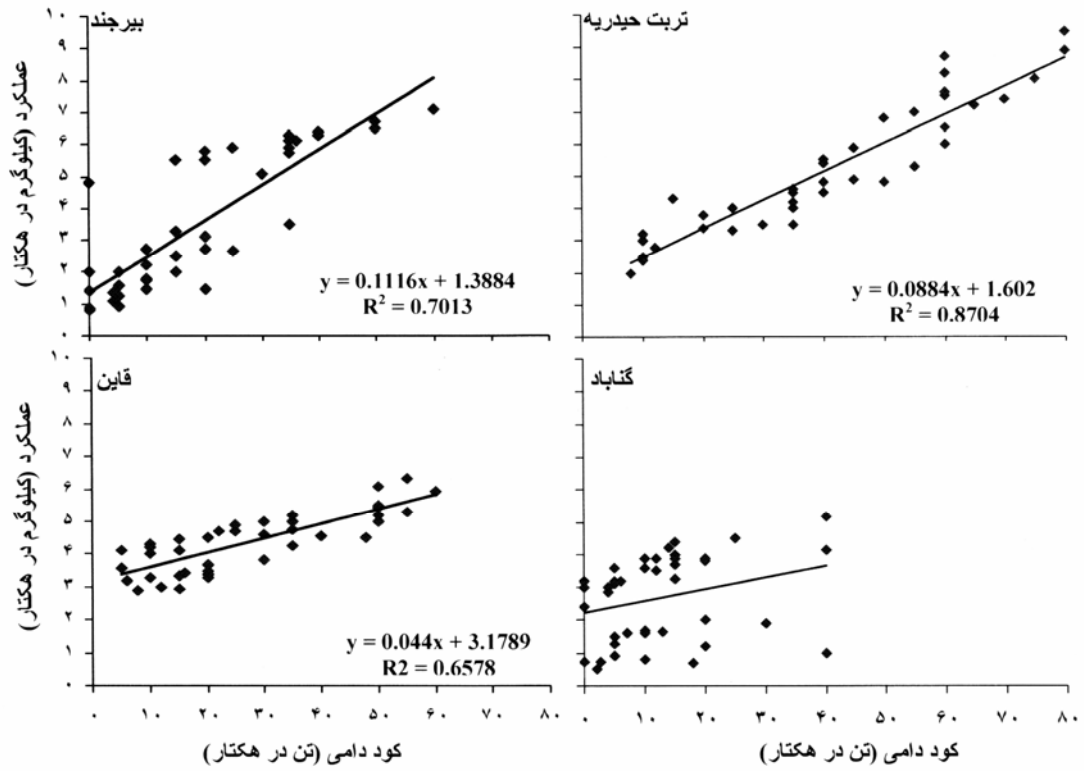
در آزمایشی که در کشمیر انجام شد، ملاحظه شد که بیشترین میزان تولید مربوط به مزارعی بوده است که خاک آنها حاوی عناصر غذایی بیشتری بوده‌اند (۱۳). آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی موجود در کود دامی و تجمع بیشتر آنها با افزایش سن مزرعه موجب گردیده که امکان استفاده مناسب آنها برای گیاه در سالهای بعدی فراهم شود و از طرفی بهبود بافت و ساختمان خاک، موجب سهولت رشد بنه‌ها شده که در نهایت افزایش عملکرد بیشتر را سبب می‌شود. از طرف دیگر هر چند زعفران قادر به تحمل درجه حرارتهای سرد می‌باشد (۲۴)، ولی مصرف کود آلی بر درجه حرارت خاک و نگهداری میزان رطوبت آن مؤثر بوده واحتمالاً شرایط بهتری را برای تکثیر و ازدیاد بنه‌ها و گلدهی اولیه فراهم کند (۲۹).

بررسی روابط برازش یافته بین میزان مصرف کود نیتروژن و فسفر و عملکرد زعفران (شکل ۳)، بیانگر پائین بودن مصرف کودهای مذکور در شهرهای قاین و گناباد نسبت به شهرهای بیرجند و تربت حیدریه است. در حالیکه ضرایب تبیین معادلات برازش یافته جدول ۱ برای شهرهای قاین و گناباد بیشتر از بیرجند و تربت حیدریه بود و با توجه به بیشتر بودن شیب منحنی‌ها در دو شهر مذکور چنین استنباط می‌گردد که به دلیل مصرف کمتر کود دامی در مزارع قاین و گناباد، واکنش آنها به مصرف کودهای نیتروژن و فسفر نسبت به مزارع شهرستان‌های تربت حیدریه و بیرجند بیشتر بوده است.

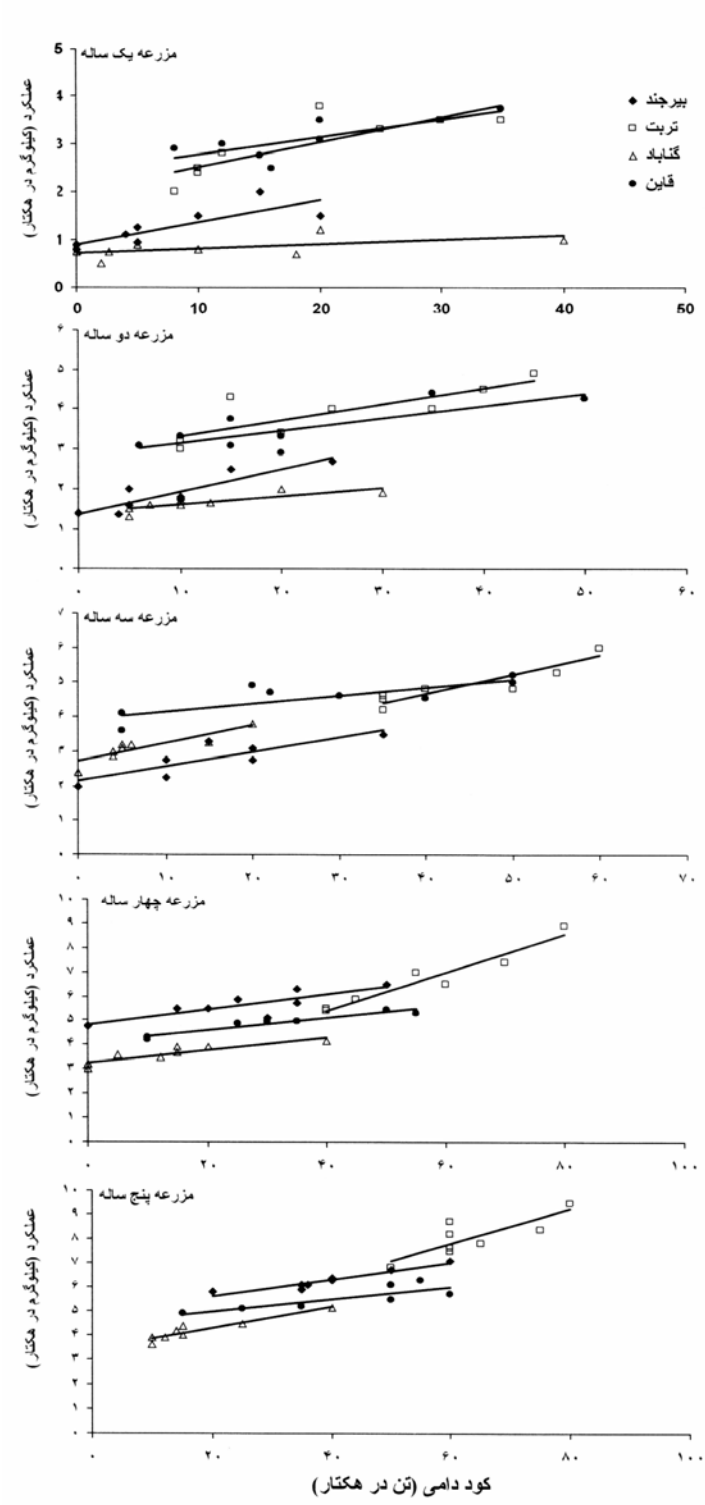
رابطه مصرف کود نیتروژن و فسفر با شروع دوره گلدهی در چهار شهر مورد بررسی تابعی خطی، ولی با شیب منفی، بود (شکل۴ و ۵ الف و جدول ۳). هر چند که این توابع، دارای شیب بسیار ملایم بودند ولی این موضوع احتمالاً بیانگر به تعویق افتادن شروع گلدهی با مصرف بیشتر کود نیتروژن و فسفر می‌باشد.

نیتروژن نخستین عنصری است که کمبود آن در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مطرح می‌باشد، زیرا در این مناطق مقدار ماده آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن محسوب می‌شود به دلایل زیادی از جمله بارندگی اندک، عدم وجود تناوب زراعی مناسب، دمای زیاد، رطوبت نسبی پایین، پوشش گیاهی ناچیز و میانگین اندک مصرف کودهای حیوانی و کود سبز در حد پایینی می‌باشد (۲۶).

به نظر می‌رسد در مزارع زعفران بعلت مصرف کود دامی در دراز مدت و آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در خاک از جمله نیتروژن و فسفر، گیاه این عناصر را به مقدار لازم در اختیار داشته باشد. نکته قابل توجه در این خصوص این است که عملکرد زعفران با نیتروژن آمونیاکی (NH_4^+) همبستگی منفی و با نیتروژن نیتراتی (No_3^-) همبستگی مثبت دارد (۲). از نظر تئوریک فرم نیتروژن به صورت آمونیاکی فرم بهتری می‌باشد چون نیتروژن احیا شده، با کارایی بالاتری توسط گیاه جذب می‌شود و کمتر تحت تاثیر دنیتریفیکاسیون و شستشو قرار میگیرد، ولی نیتروژن در صورتی که به فرم نیترات جذب گردد ابتدا به برگ منتقل و در آنجا به فرم‌های مختلف ترکیبات نیتروژن دار در می‌آید. در عوض نیتروژن آمونیاکی ابتدا در ریشه جمع و سپس به صورت ترکیبی با اسیدهای آمینه و آمیدها به شاخ و برگ گیاه منتقل می‌شود. انتقال نیتروژن به صورت آمونیاکی به شاخ و برگ نیاز به تولید آنیون‌های آلی دارد در نتیجه گیاهانی که کربوهیدرات کافی در اختیار نداشته باشند با راندمان کمتری از نیتروژن آمونیاکی استفاده می‌کنند. این مسئله ممکن است برای زعفران که احتمالاً پتانسیل فتوسنتزی کمتری نسبت به گیاهان دیگری دارد، علتی بر واکنش منفی آن نسبت به مصرف و یا وجود آمونیوم در خاک باشد. اثر دیگر آمونیوم رقابت با جذب پتاسیم است. در حقیقت آمونیوم باعث کاهش میزان پتاسیم در برگ می‌شود (۲). به هر حال هر کدام از عوامل فوق یا ترکیبی از آنها ممکن است بر واکنش گیاه زعفران نسبت به نیتروژن آمونیاکی اثر بگذارد. بررسی دقیق فرم نیتروژن معدنی بر عملکرد زعفران نیاز به تحقیقات جامعی دارد.



شکل ۱- ارتباط بین میزان مصرف کود دامی و عملکرد مزارع زعفران در شهرهای بیرجند، تربت حیدریه، قاین، و گناباد.



شهر	معادله	R^2
	سال اول	
بیرجند	Y= ۰/۰۴۶۸ M + ۰/۹۰۵	۰/۶۹۲
تربت	Y= ۰/۰۵۱۴ M + ۲/۰۱۰۵	۰/۶۸۶
قاین	Y= ۰/۰۳۷۱ M + ۲/۴۰۲۳	۰/۶۱۹
گناباد	Y= ۰/۰۰۹۱ M + ۰/۷۱۳۹	۰/۳۳۸
	سال دوم	
بیرجند	Y= ۰/۰۵۶۱ M + ۱/۳۶۸۲	۰/۸۰۷۷
تربت	Y= ۰/۰۴۰۴ M + ۲/۹۰۲۹	۰/۶۸۶
قاین	Y= ۰/۰۳۱ M + ۲/۸۳۹۹	۰/۶۲۳
گناباد	Y= ۰/۰۲۱۳ M + ۱/۳۹۰۲	۰/۶۹۶
	سال سوم	
بیرجند	Y= ۰/۰۴۲۵ M + ۲/۱۵۳۸	۰/۷۱۷۸
تربت	Y= ۰/۰۵۶۱ M + ۲/۴۳۲۴	۰/۸۶۷۴
قاین	Y= ۰/۰۲۳۲ M + ۳/۹۳۶۳	۰/۶۵۴۱
گناباد	Y= ۰/۰۵۱۸ M + ۲/۷۱۷۹	۰/۷۵۴۶
	سال چهارم	
بیرجند	Y= ۰/۰۳۱۱ M + ۴/۸۵۳۳	۰/۶۷۰۵
تربت	Y= ۰/۰۷۷۹ M + ۲/۳۱۴۹	۰/۹۳۶۶
قاین	Y= ۰/۰۲۵۶ M + ۴/۰۸۹۶	۰/۹۲۵۶
گناباد	Y= ۰/۰۲۵۹ M + ۳/۲۷۲	۰/۷۸۲۹
	سال پنجم	
بیرجند	Y= ۰/۰۳۵۱ M + ۴/۹۱۵	۰/۹۱۱۶
تربت	Y= ۰/۰۷۰۸ M + ۳/۵۵	۰/۶۶۸۸
قاین	Y= ۰/۰۲۵۷ M + ۴/۴۸۴۲	۰/۷۵۶۶
گناباد	Y= ۰/۰۴۳۹ M + ۳/۴۳۳۱	۰/۸۷۱۳

شکل ۲ – ارتباط بین مصرف کود دامی و عملکرد زعفران در مزارع با سنین مختلف (میانگین دو سال). روابط مشاهده شده برای هر سال به تفکیک شهر در جداول مقابل هر نمودار ارائه شده‌اند.

جدول ۱- روابط مشاهده شده بین میزان مصرف کود با میزان عملکرد زعفران در شهرهای مختلف. معادلات با استفاده از برازش رگرسیون خطی بین نقاط داده‌های موجود در شکل ۳ به تفکیک هر شهر به دست آمده‌اند.

شهر	کود فسفر		کود نیتروژن	
	معادله*	ضریب تبیین	معادله*	ضریب تبیین
بیرجند	Y= ۰/۰۳۷۳ P - ۰/۶۴۶۶	۰/۴۴۹۵	Y= ۰/۰۴۲۷ N - ۱/۳۷۱۸	۰/۷۷۱۹
تربت	Y= ۰/۰۵۲۲ P + ۰/۸۶۷۱	۰/۹۵۶۱	Y= ۰/۰۵۱۲ N + ۰/۴۳۱۳	۰/۶۴۴۹
قاین	Y= ۰/۰۵۸ P + ۳/۱۱۵	۰/۶۰۹۲	Y=۰ /۰۶۰۹ N + ۰/۱۳۲۷	۰/۸۴۳۷
گناباد	Y= ۰/۰۸۱۲ P + ۰/۵۲۹۷	۰/۶۱۵۷	Y= ۰/۱۲۵۹ N + ۲/۵۱۱۸	۰/۸۸۰۴

* Y میزان عملکرد زعفران (کیلوگرم در هکتار)، و P و N به ترتیب میزان مصرف کود فسفر و نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) می باشند.

جدول ۲- روابط مشاهده شده بین مصرف انواع کودها و عملکرد زعفران با استفاده از برازش رگرسیون گام به گام در کل منطقه

مرحله	معادله	ضریب تبیین
اول	عملکرد = ۱/۹۵ + (۰/۸۰۲ ×M) + (۰/۰۰۲۸۲ × N) -(۰/۰۰۳۸۶ × P)	۰/۶۸۱**
دوم	عملکرد = ۲/۰۳۷۹۱ + (۰/۰۸۲۷۲ ×M) + (۰/۰۰۲۷ × P)	۰/۶۷۴**

P، و N به ترتیب کود فسفر و نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) و M کود دامی (تن در هکتار) می باشند.

جدول ۳- روابط مشاهده شده بین میزان مصرف کود با زمان شروع و طول دوره گلدهی زعفران در شهر های مختلف. معادلات با استفاده از برازش رگرسیون خطی بین نقاط داده های موجود در شکل های ۴ و ۵ به تفکیک هر شهر به دست آمده اند.

نوع کود	شهر	طول دوره گلدهی		شروع گلدهی	
		معادله*	ضریب تبیین	معادله*	ضریب تبیین
فسفر	بیرجند	FL= ۰/۰۴۴۳ P + ۱۳/۵۵۲	۰/۷۰۳۶	FS= -۰/۰۵۳۸ P + ۱۹/۲۹۱	۰/۳۳۷۴
	تربت	FL= ۰/۰۳۲۷ P + ۱۷/۸۸۲	۰/۹۳۸۳	FS= -۰/۰۶۲۶ P + ۲۳/۱۹	۰/۸۳۶۸
	قاین	FL= ۰/۱۱۶۵ P + ۱۷/۸۴	۰/۷۶۸۲	FS= -۰/۱۰۸۵ P + ۲۱/۱۸۳	۰/۴۲۳۴
نیتروژن	بیرجند	FL= ۰/۰۳۹۳ N + ۱۳/۹۸۸	۰/۷۲۷۳	FS= -۰/۰۵۱۹ N + ۱۸/۱۸۷	۰/۶۵۱۳
	تربت	FL= ۰/۰۳۴ N + ۱۷/۴۳۶	۰/۷۰۶۸	FS= -۰/۰۵۷۵ N + ۲۴/۱۵۴	۰/۶۴۱۸
	قاین	FL= ۰/۱۲۴۴ N + ۱۱/۱۴۲	۰/۸۰۲۸	FS= -۰/۱۲۷۳ N + ۲۸/۲۵۷	۰/۶۳۰۸
	گناباد	FL= ۰/۱۷۸۶ N + ۱۲/۰۰۹	۰/۷۶۴۴	FS= -۰/۱۳۹۳ N + ۲۰/۴۹۶	۰/۸۹۰۵

* FL و FS به ترتیب طول دوره و زمان شروع گلدهی (روز) و P و N به ترتیب میزان مصرف کود فسفر و نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) می باشند

با توجه به فرض اولیه در مورد تاثیر احتمال سه نوع کود دامی، نیتروژن و فسفر بر عملکرد، به منظور تعیین اهمیت هر کدام از این کودها در توجیه تغییرات عملکرد برای داده‌های حاصل از ۱۶۰ مزرعه مورد بررسی در شهرهای مختلف،

رگرسیون خطی چند متغیره و رگرسیون گام به گام انجام شد تا ضمن تفکیک اثر هر کدام از این فاکتورها بر تغییرات عملکرد، فاکتور دارای اهمیت کمتر از معادله رگرسیون چندگانه حذف شود. معادلات بدست آمده و ضریب تبیین هر کدام در جدول ۲ آمده است.

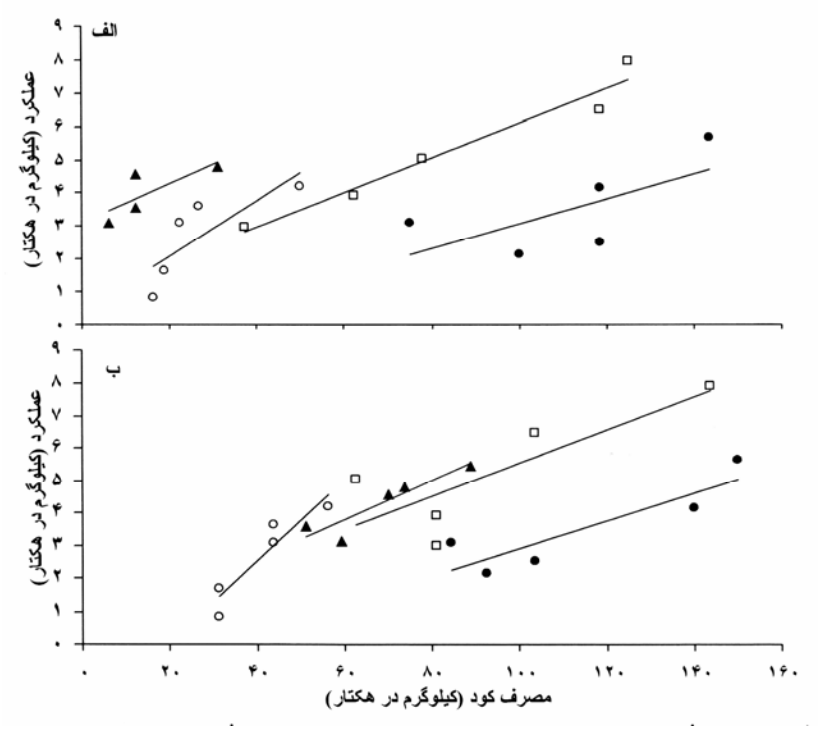
با توجه به جدول ۲ ، حذف کود نیتروژن در گام اول سبب تغییرات قابل اغماض در ضریب تبیین معادله رگرسیون چند گانه (از ۰/۶۸۱ به ۰/۶۷۴) شد. این موضوع بیانگر اثر ناچیز این کود بر تغییرات عملکرد می باشد. به عبارت دیگرحدود ۶۷ درصد تغییرات عملکرد مربوط به مصرف کودهای دامی و فسفر می باشد.

از این رو به دلایلی که اشاره شد در اکثر مناطق تولید زعفران در صورت امکان، استفاده از کود دامی بر کاربرد کود شیمیایی ارجحیت دارد (۳، ۲ و ۲۵). بنچوپ (۱۱) در آزمایشی ملاحظه کرد که با کاربرد ۵۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مقدار بنه گونه‌های تزیینی زعفران افزایش یافت. با توجه به اینکه گلدهی زعفران در زمانی اتفاق می‌افتد که احتمال برخورد دوره گلدهی با درجه حرارت‌های بسیار سرد و حتی زیر صفر وجود دارد و این موضوع کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت لذا چنانچه کودهای معدنی شروع گلدهی را با تاخیر مواجه کند ممکن است عدم رواج مصرف این نوع کودها در مزارع زعفران توجیه منطقی داشته باشد. بین میزان مصرف کود نیتروژن و فسفر با طول دوره گلدهی وجود نوعی ارتباط خطی با شیب مثبت بدست آمد (شکل ۴ و ۵ ب و جدول ۳). بالا بودن ضرایب تبیین معادلات برازش داده شده بیانگر آن است که بر خلاف شروع گلدهی که ارتباط منفی ولی ضعیفی با مصرف نیتروژن و فسفر داشت طول دوره گلدهی ارتباط قوی تری با مصرف کودهای مذکور دارد. فراهمی عناصر غذایی از طریق تأثیر بر فرآیندهای رشد گیاه زراعی، می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد از اینرو مقادیر مناسب کود نیتروژن و فسفر سبب بهبود رشد گیاه شده و البته توانایی آن را برای جذب تشعشع خورشیدی با توسعه سطح برگ افزایش خواهد داد.

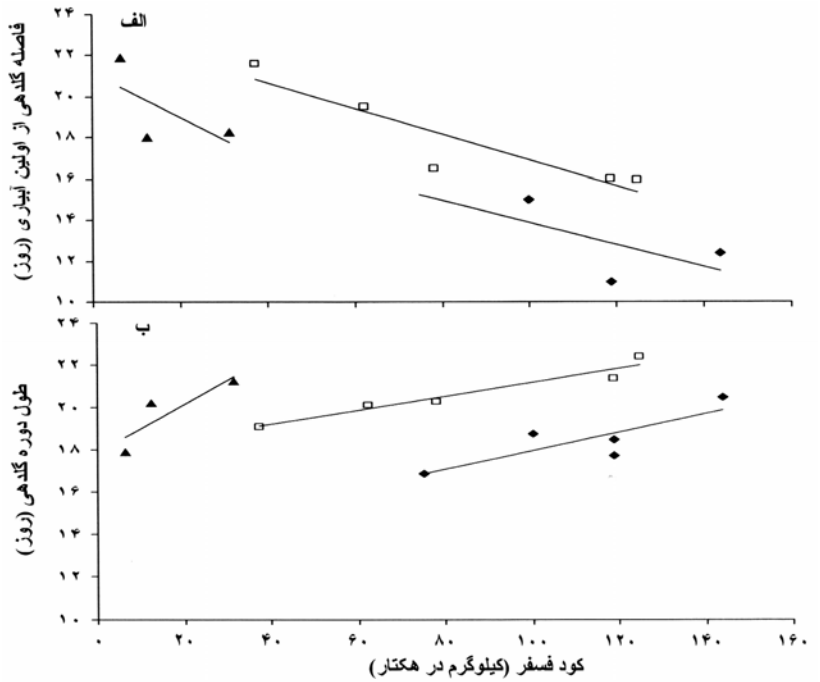
در زعفران بر خلاف سایر گیاهان رشد رویشی پس از رشد زایشی اتفاق افتاده و با افزایش سطح برگ گیاه، طول روز کوتاه، درجه حرارت محیط کاهش و از مدت و شدت تابش‌های خورشیدی نیز کاسته شده و لذا امکان استفاده گیاه برای جذب انرژی خورشیدی روز به روز کاهش می‌یابد از اینرو به دلیل اینکه حداکثر سطح برگ گیاه بر حداکثر تابش‌های خورشیدی منطبق نمی‌باشد استفاده مناسب و با راندمان بالا برای جذب انرژی خورشیدی در گیاه وجود ندارد و لذا ایجاد و توسعه سطح برگ مناسب در کانوپی گیاهی بلافاصله پس از برداشت گلها و قبل از فرا رسیدن درجه حرارت‌های بسیار سرد زمستان می‌تواند به تولید ماده خشک بیشتر و انتقال آنها به بنه‌ها منجر گشته و سبب تولید بنه‌های بزرگتر شوندکه در سال بعد از پتانسیل بیشتری جهت رشد و تولید گل برخوردار خواهند بود. چنین اتفاقی مستلزم فراهمی شرایط مناسب برای رشد گیاه است که یکی از عوامل مهم آن فراهمی عناصر غذایی و از جمله نیتروژن و فسفر می‌باشد. از این رو به نظر می‌رسد چنانچه در مزارع زعفران بطور معمول و پیوسته از کود دامی استفاده شود، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در حد مطلوب تأمین می‌گردد. مشاهدات مزرعه‌ای و مطالعات مربوط به دانش بومی زعفران در مناطق اجرای تحقیق (۱۶) مؤید آن است که تولید زعفران با شرایط تولید محصولات ارگانیک همسویی زیادی داشته و مشخص کننده ظرفیت بالقوه بالای این سیستمهای زراعی جهت بهبود راندمان مصرف عناصر غذایی می‌باشد.

قدردانی

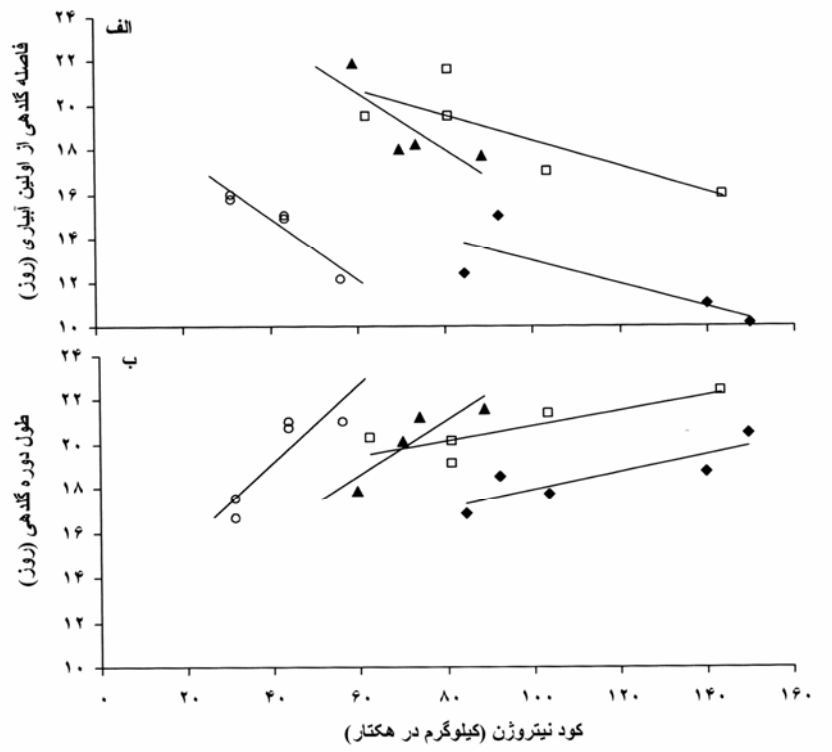
بدین وسیله از زحمات آقایان بیکی، طاحونه بان، حاجیان، عصمتی پور، و عطایی که در امر اجرای این تحقیق در شهرهای مذکور همکاری صمیمانه‌ای داشته اند تشکر و قدر دانی می‌گردد.



شکل ۳- تاثیر میزان مصرف کود فسفر (الف) و نیتروژن (ب) بر عملکرد مزارع زعفران در شهرهای بیرجند (●)، تربت حیدریه (□)، قاین (▲)، و گناباد (○). هر نقطه داده میانگین ۴ مزرعه در طی دو سال اندازه گیری می باشد. معادلات مربوطه به تفکیک در جدول ۱ ارائه شده اند.



شکل ۴ - تاثیر میزان مصرف کود فسفر بر زمان شروع (الف) و طول دوره گلدهی (ب) مزارع زعفران در شهرهای بیرجند (◆)، تربت حیدریه (□)، و قاین (▲). هر نقطه داده میانگین ۴ مزرعه در طی دو سال اندازه گیری می باشد. معادلات مربوط به هر شهر در جدول ۳ ارائه شده‌اند.



شکل ۵ – تاثیر میزان مصرف کود نیتروژن فاصله گلدهی از اولین آبیاری (الف) و طول دوره گلدهی (ب) مزارع زعفران در شهرهای بیرجند (◆)، تربت حیدریه (□)، قاین (▲) و گناباد (○). هر نقطه داده میانگین ۴ مزرعه در طی دو سال اندازه گیری می‌باشد. معادلات مربوطه به به هر شهر در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

منابع

۱- بهنیا، م. ر. ۱۳۷۳. اثرات سطوح مختلف کود شیمیایی و حیوانی در عملکرد زعفران. خلاصه مقالات دومین گردهمایی زعفران و زراعت گیاهان دارویی. گناباد. ۱۷ و ۱۸ آبان ماه سال

۲- شاهنده، ح. ۱۳۶۸. ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای تحت کشت زعفران در منطقه گناباد. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران. مرکز خراسان.

۳- صادقی، ب. ۱۳۸۲. زعفران یک میراث فرهنگی، یک دغدغه ملی. سومین همایش ملی زعفران ایران. مشهد، ۱۲-۱۱ آذر ۱۳۸۲.

۴- صادقی، ب.، م. رضوی، و م. مهاجری. ۱۳۶۷. اثر مقادیر کودهای شیمیایی در افزایش تولید زعفران. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

۵- صادقی، ب.، م. رضوی، و م. مهاجری. ۱۳۶۶. تأثیر عناصر شیمیایی در بهبود زراعت زعفران. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

۶- علوی شهری، ح. ۱۳۷۴. بررسی تأثیر میزان آبیاری و کود حیوانی بر عملکرد زعفران. مؤسسه اصلاح نهال و بذر کرج. مجله نهال و بذر ش. ۱۱.

۷- کافی، م.، م. ح. راشد، ع. کوچکی ، و ع. ملافیلابی.۱۳۸۱. زعفران، فناوری تولید و فرآوری. قطب علمی گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- کیان مهر، هـ . ۱۳۷۳. میکوریزا و اندوتروف زعفران خراسان و امکان استفاده کاربردی از آن. دومین گردهمایی زعفران و زراعت گیاهان دارویی ایران . گناباد، ۱۷ و ۱۸ آبان ماه

۹- ملافیلابی، ع. ۱۳۷۹. تولید و به زراعی نوین زعفران. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی خراسان.

10- Alonso, M. R., G. L., Garijo, and J. Salinas. 1998. Mineral compostition of Spanish saffron and other producing countries. Agrochimica, 42 (6): 263-272.

11- Benschop, M. 1993. Crocus. In. The physiology of flower bulbs. Hertogh, A. de. Nard, M. Leed. (eds.) Amesterdam, Elsevier pp. 257-272.

12- Biswas, N. R., S. P. Datta and C. Dakshinamurthi. 1975. Soil condition for the growth of saffron at pampore (Kashmir). Indian. J. Agric. Sci. 27(4): 413-418.

13- Dhar, A. K., R. Spru and K. Rekha. 1988. Studies on saffron in Kashmir. 1. Variation in natural population and its cytological behavior Crop Improvement. 15 (1): 48-52.

14- Douglas, M., and N. Perry. 2003. Growing saffron: The world's most expensive spice. New Zealand Crop and Food Research. No. 20.

15- Ingram, J. S. 1964. Saffron (*Crocus sativus* L.). Tropical Science. 11: 1771-1784.

16- Koocheki, A. 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to saffron production in Iran. Acta Horticulturae. 650: 175-182.

17- Mathew, B. 1983. The crocus: A revision of the genus crocus (Iridaceae). Oregon. Timber Press.

18- Miyasaka, S. C., J. R. Hollyer, and L. S. Kodani. 2001. Mulch and compost effects on yield corm roots of taro. Field Crop Research. 71: 101-112.

19- Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, A. Garica. Luis, and J. L. Guardio. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae. 103: 79 - 91

20- Munshi, A. M., J. S. Sindha, and G. H. Baba. 1989. Improved cultivation practices for saffron. Indian Farming. 39 (3): 27-30.

21- Munshi, A. M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Arcanut and Spices Journal. 18: 24-44.

22- Negbi, M. 1999. Saffron cultivation: past, present and future prespects. In: M. Negbi. (ed). Saffron (*Crocus sativus* L.) Harwood Amesterdam. Pp. 1-17.

23- Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility nutritional status and performance of grapevine. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 51: 234-248.

24- Ress, A. R. 1988. Saffron-an expensive plant product. Plantsman. 9 (4): 210-217.

25- Sampatha, S. R., S. Shivashankar, and Y. S. Lewis. 1984. Saffron *(Crocus Sativus* L.*)* cultivation, processing chemistry and standardization. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 20 (2): 123-157.

26- Sean Clark, M., W. R. Horwath, C. Shennan, and K. M. Scow. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low – input farming practices. Agron. J. 90. 662-671.

27- Winterhalter, P., and M. Straubinger. 2000. Saffron renewed interest in an ancient spice. Food Rev. Int. 16: 39-59.

28- Zanzucchi, C. 1987. Research carried out by the consorzio comunalie paramensi on saffron (*Crocus sativus* L.). pp. 347-395.

Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial)

M. A. Behdani[1], A. Koocheki[2], M. Nassiri[3], P. Rezvani[4]

Abstract

In order to relate production of saffron and utilization of nutrients, a study was conducted in 2001 and 2002. Four selected locations for this study were Birjand, Gonabad, Qaen and Torbat-Haydariah, which are the main saffron production centers in Iran. This study was performed in 160 saffron farms, aged between 1 and 5 years. Manure, nitrogen and phosphorous fertilizers showed a positive linear relation with yield and length of flowering, while nitrogen and phosphorous showed a negative linear relation with start of flowering period. Yield of saffron showed a significant and positive correlation with the amount of applied manure and the saffron farms with age 4-5 year had highest yield. Our results showed that manure was the most effective factor in production of saffron. The beneficial effects of manure could be due to slow release of nutrients and enhancing soil physical properties. Stepwise regression analysis of yield and fertilizer application showed that 67 percent of yield variations was attributed to manure and phosphorous application.

Keywords: Saffron, Nutrition, Manure, Yield.

1- Contribution from College of Agriculture, University of Birjand.
2, 3, 4- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.