



## مقایسه غلظت عناصر غذایی پرمصرف در بنه زعفران در مزارع چندساله در خراسان جنوبی

مبینا مکتب‌داران<sup>۱</sup>، محمدحسن سیاری‌زهان<sup>۲\*</sup>، مجید جامی‌الاحمدی<sup>۳</sup> و غلامرضا زمانی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

\*نویسنده مسئول: Email: msayari@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۱

## چکیده

زعفران (*Crocus sativus L.*) یکی از گیاهان بومی و ارزشمند ایران است که مصرف صحیح عناصر غذایی در رشد و نمو و تولید محصول آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که زعفران از طریق بنه تکثیر می‌یابد، لذا تولید بنه‌های دخترتری بزرگ از طریق تغذیه مناسب همواره مورد توجه بوده است. این تحقیق با هدف تعیین غلظت عناصر غذایی پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بنه گیاه زعفران در تعدادی از اگرواکوسیستم‌های خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۴ انجام شد. اطلاعات مورد نیاز از دو منطقه قائن و نهبندان از مزارع سه، پنج و هفت ساله تهیه گردید و از هر منطقه، سه مزرعه انتخاب و از هر مزرعه، سه کرت و از هر کرت یک نمونه بنه انتخاب شد. غلظت عناصر غذایی در بنه بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به طور معنی‌داری تحت تأثیر منطقه و سن مزرعه قرار گرفت ( $P \leq 0.01$ ). اثر متقابل منطقه و سن مزرعه بر درصد نیتروژن بنه معنی‌دار نبود، ولی غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم بنه را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین غلظت نیتروژن بنه در مزارع سه ساله در شهرستان قائن به دست آمد. همچنین غلظت نیتروژن بنه در مزارع هفت ساله کاهش معنی‌داری نسبت به مزارع سه ساله داشت. غلظت فسفر و پتاسیم بنه در مزارع پنج ساله قائن افزایش معنی‌داری نسبت به مزارع سه و هفت ساله دو شهرستان داشت. همچنین مزارع پنج ساله شهرستان قائن به دلیل داشتن میزان بالای غلظت عناصر غذایی پرمصرف با مقدار ۷/۲۳ کیلوگرم در هکتار ماده خشک دارای بیشترین عملکرد بود. در مجموع، انتخاب بنه با وزن مناسب برای کاشت، استفاده مناسب از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین موازنه صحیح آن در خاک می‌تواند در افزایش عملکرد و ثبات حاصلخیزی خاک مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: ثبات حاصلخیزی، تغذیه، سن مزرعه، عملکرد

## مقدمه

می‌باشد ( Rezvani Moghaddam et al., 2013; Koocheki et al., 2014a). از این رو، بررسی ارتباط بین مصرف عناصر غذایی از منابع آلی و یا شیمیایی با روند تشکیل بنه‌های دخترتری در طی مراحل فنولوژیکی گیاه، می‌تواند الگوی مناسبی از چگونگی مصرف بهینه کودها و عناصر غذایی مورد نیاز زعفران را فراهم نماید (Feizi et al., 2015).

نیترژن که از مهم‌ترین عناصر جهت افزایش عملکرد گل و بنه‌های زعفران به شمار می‌رود (Chaji et al., 2013) در گیاه به عنوان عنصری متحرک شناخته شده (Bertheloot et al., 2008) و می‌تواند در طول دوره رشد گیاه و به ویژه در انتهای هر فصل، از اندام‌های رویشی به بخش زیرزمینی گیاه منتقل شود (Ourry et al., 1988; Masclaux- Daubresse et al., 2010). اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2004) دریافتند که با افزایش کود دامی و حذف تدریجی کودهای شیمیایی وضعیت خاک بهبود می‌یابد، به طوری که با به کارگیری ۳۰ تن کود دامی به تنهایی و یا ۳۵ تن کود دامی به همراه حداقل مقدار کودهای شیمیایی بیشترین مقدار نیترژن، کربن آلی، درصد خلل و فرج و همچنین کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک مشاهده شد، همچنین غلظت و جذب عنصر غذایی نیترژن گیاه در تیمارهای مختلف کود دارای تفاوت معنی‌دار بود.

در بین عناصر غذایی، فسفر نقش ویژه‌ای در رشد زایشی گیاهان (White & Veneklaas, 2012) داشته و می‌تواند ضمن بهبود عملکرد زعفران رشد بنه‌های دخترتری در زعفران را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Naghdi Badi et al., 2011). طبق نتایج کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014a) با کاهش اندازه بنه مادری در زعفران، غلظت و مقدار جذب فسفر در بنه‌های دخترتری این گیاه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. با توجه به نقش ویژه فسفر در تقسیم سلولی، تولید مولکول‌هایی مانند ATP و سنتز کلروفیل (Schachtman et al., 1998) و مکانیسم رشد زایشی گیاهان (White & Veneklaas, 2012) و همچنین اهمیت این عنصر در بهبود عملکرد کمی و کیفی زعفران (Naghdi Badi et al., 2011) بررسی میزان جذب فسفر در اندام‌های ذخیره‌ای زعفران تحت تأثیر فراهمی منابع کودی، نیز می‌تواند در شناخت بهتر

زعفران (*Crocus sativus L.*) از خانواده زنبقیان (*Iridaceae*) و یکی از محصولات مهم اقتصادی کشور است (Koocheki, 2013). این گیاه به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله نیاز آبی کم و آبیاری در زمان‌های غیربحرانی، امکان بهره‌برداری از مزارع برای چندین سال پس از یک بار کشت، سهولت حمل و نقل و همچنین عدم نیاز این گیاه به ماشین‌آلات و تکنولوژی پیچیده و اشتغال‌زایی خاص آن موجب شده که در مقایسه با سایر گیاهان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Amirghasemi, 2001).

زعفران زراعی به دلیل تریپلوئید بودن و نیز خود ناسازگاری، به صورت رویشی و از طریق اندام‌های زیرزمینی خود (بنه) تکثیر می‌یابد (Kafi et al., 2002; Ali et al., 2013). با توجه به این که زعفران از طریق بنه تکثیر می‌یابد لذا برای گسترش بیشتر کشت این گیاه باید اقدام به تولید بنه کرد. امروزه، علاوه بر تولید گل و کلالة زعفران، به تولید اختصاصی بنه زعفران توجه می‌شود. در تحقیقات مختلف ثابت شده است استفاده از بنه‌های بزرگ، سالم و قوی می‌تواند میزان محصول زعفران را افزایش دهد (Kafi et al., 2002; Hassanzadeh Aval et al., 2013). در همین راستا، به عنوان معیار سنجش، بیشتر خصوصیات فیزیکی و تغذیه‌ای بنه‌ها (مثل اندازه و میزان غلظت عناصر) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد که تفاوت معنی‌دار عملکرد تولیدی در ایران و سایر کشورهای عمده تولیدکننده، به دلیل نامناسب بودن راهکارهای تغذیه این گیاه و نیز تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق رشد مربوط می‌باشد، بر این اساس ضروری به نظر می‌رسد که با به کارگیری فناوری‌های نوین تغذیه گیاه، شرایط را برای بهبود عملکرد زعفران فراهم نمود (Heidari et al., 2014).

بنه به عنوان یک منبع ذخیره‌کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز گیاه در مراحل اولیه رشد گیاه است (Alvarez-Orti et al., 2004). چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) عناصر پرمصرف موجود در بنه زعفران را تعیین و مقادیر نیترژن، فسفر و پتاسیم موجود در بنه را به ترتیب ۰/۶۸، ۰/۳۲ و ۰/۴۲ درصد گزارش نمودند. مدیریت تغذیه‌ای گیاه زعفران از مؤثرترین راهکارهای به‌زراعی به منظور افزایش عملکرد زعفران

کشاورزی شهرستان‌های قائن و نهبندان و نظر کارشناسان ذریبط و لحاظ سطح زیر کشت زعفران و آگاهی از توانایی‌های کشاورزان مزارع سه، پنج و هفت ساله شناسایی شد. سپس از هر یک از مزارع سه، پنج و هفت ساله که حداقل از ۵۰۰ مترمربع برخوردار بودند، سه مزرعه و در هر مزرعه سه کرت و از هر کرت یک نمونه بانه انتخاب شد. ۵۴ نمونه بانه از کرت‌های دو شهرستان حدوداً ده روز بعد از اولین آبیاری جمع‌آوری شدند. به منظور تعیین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم در بانه‌های زعفران در کرت‌های فوق‌الذکر، از هر کرت تعداد یک نمونه بانه زعفران به طور تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر و به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به همراه بوته زعفران برداشت و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند منتقل گردید و بانه‌ها از خاک جداسازی شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است.

میزان غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر و نیتروژن به روش کج‌لدال در بانه زعفران تعیین شد (Soil & Plant Analysis Council, 1999). اندازه‌گیری پتاسیم بانه گیاه با دستگاه فلیم‌فتومتر انجام شد (Thomas, 1982).

برای برآورد عملکرد در مزارع مورد مطالعه مقرر شد گل‌های زعفران از سه کرت از هر مزرعه، به صورت روزانه برداشت و توزین شود. به طور میانگین ۱۰ روز عملکرد جمع‌آوری و وزن شد که در نهایت، به هکتار تعمیم داده شد. با توجه به اینکه کشاورزان در این مناطق با روش‌های سنتی و بومی اقدام به کشت و کار زعفران می‌نمایند و به همین دلیل از لحاظ مدیریت‌های زراعی و تغذیه‌ای با هم در تعامل بوده لذا سه مزرعه سه ساله، سه مزرعه پنج ساله و سه مزرعه هفت ساله تقریباً از شرایط مدیریتی یکسانی برخوردار می‌باشند. بر این اساس مبنای انتخاب مزارع یکسان بودن مدیریت‌های زراعی در مزارع هر یک از این دو شهرستان بود. در آخر روابط همبستگی فاکتورهای اندازه‌گیری شده با عملکرد زعفران بررسی گردید. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS صورت گرفت و رسم نمودارهای مربوطه توسط نرم‌افزار Excel انجام شد. یانگین‌ها با استفاده از آزمون آزمون LSD در سطح معنی‌داری پنج درصد صورت گرفت.

تغییرات عملکرد گل و بانه زعفران در سال‌های بعد مؤثر باشد (Koocheki et al., 2014a).

پتاسیم بعد از ازت یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی در حیات گیاهان بوده که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه به عهده دارد، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای دارد به طوری که به عنصر کیفیت معروف است (Malakoti & Homai, 2004). در خاک‌های ایران به دلیل بارش کم و عدم آبشویی زیاد انتظار می‌رود که میزان پتاسیم بالا باشد اما به دلیل شنی بودن خاک و مواد آلی کم و عدم مصرف کودهای پتاسیمی و کاشت متوالی و بدون آیش محصولات مختلف باعث تهی شدن خاک از پتاسیم شده است (Malakouti et al., 2010). نتایج آزمایش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014b) تأکید کردند که در سال‌های اول کشت، تغذیه مناسب زعفران ممکن است به جای افزایش اندازه بانه‌های دختری، در افزایش تعداد این بانه‌ها مؤثرتر باشد. در بانه‌های بزرگتر تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد برگ‌ها نسبت به بانه‌های کوچکتر زودتر اتفاق می‌افتد. رشد زودتر برگ‌ها امکان استفاده بیشتر از شرایط محیطی و افزایش میزان مواد فتوسنتزی ساخته شده را به دنبال دارد و در نهایت، موجب ایجاد بانه‌های بزرگتر در پایان فصل رشد می‌شود (Negbi, 1999; Molina et al., 2005). با توجه به این که مطالعاتی در مورد تعیین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بانه گیاه زعفران در مزارع چندساله انجام نشده است، این تحقیق با هدف مقایسه غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بانه گیاه زعفران در مزارع سه، پنج و هفت ساله شهرستان‌های قائن و نهبندان خراسان جنوبی انجام شد.

### مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه مطالعه مورد نظر در دو شهرستان نهبندان و قائن انجام شد، موقعیت دو شهرستان در جدول ۱ ارائه می‌شود. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی که فاکتور اول منطقه و فاکتور دوم سن مزرعه است با سه تکرار در دو منطقه شهرستان‌های نهبندان و قائن در سال ۱۳۹۴-۹۵ در مزارع سه ساله، پنج ساله و هفت ساله انجام شد. ابتدا بر اساس اطلاعات موجود و اخذ شده از ادارات جهاد

## جدول ۱. مختصات جغرافیایی و پارامترهای اقلیمی مناطق قائن و نهبندان خراسان جنوبی

Table 1. Geographical characteristics and climate parameters of Qaen and Nehbandan South Khorasan

منطقه Region	طول جغرافیایی (شرقی) Longitude		عرض جغرافیایی (شمالی) Latitude		ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	مجموع بارندگی سالانه Total annual precipitation (mm)	میانگین دمای ماهانه Average monthly temperature (°C)		مجموع بارندگی ماهانه Total monthly precipitation (mm)
	درجه Degrees	دقیقه Minutes	درجه Degrees	دقیقه Minutes			حداقل Minimum	حداکثر Maximum	
نهبندان Nehbandan	60	30	31	33	1196	128.6	7.41	33.64	13.48
	58	32	30	28					
قائن Qaen	58	38	15	33	1440	180	1.56	30.13	13.95
	60	56	12	34					

## جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 2. Physical and chemical properties of soil in studied regions (0-30 cm depth)

سن مزرعه Field age	فسفر P (mg/kg soil)	پتاسیم K (mg/kg soil)	سدیم Na (meq/l)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع EC <sub>e</sub> (dS/m)	
نهبندان Nehbandan	3	28.0	240.8	19.24	2.6
	5	35.5	350.6	15.31	2.0
	7	21.4	280.6	12.43	2.2
قائن Qaen	3	18.9	392.2	24.49	3.6
	5	29.5	380.8	46.86	6.1
	7	19.8	391.4	58.84	8.9

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

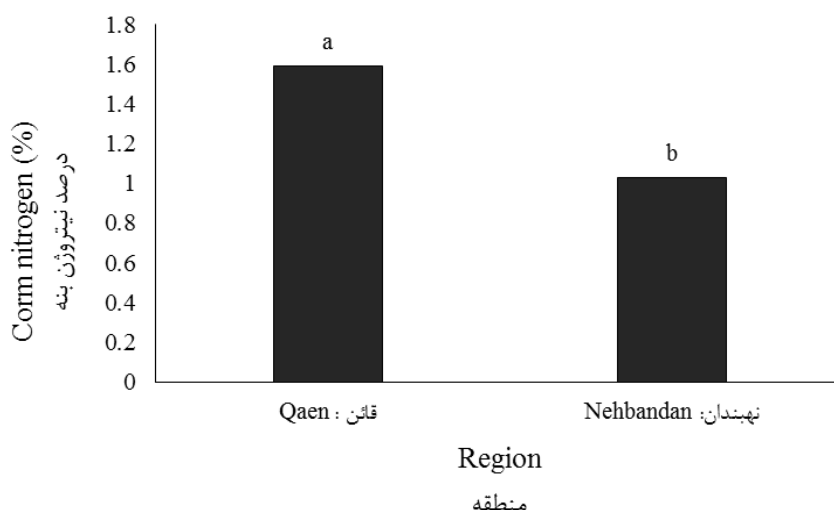
اسیدیته pH	نسبت جذب سدیم SAR	ماده آلی OM (%)	نیترژن کل خاک Total N (%)	درصت رطوبت اشباع خاک SP(%)	بافت خاک Soil texture	
نهبندان Nehbandan	7.90	6.89	0.8	0.043	35	Sandy loam
	7.91	5.18	1.1	0.049	36.33	Loam
	7.76	3.72	0.8	0.042	36.11	Sandy loam
قائن Qaen	7.9	8.74	0.9	0.048	34.29	loam
	7.72	9.60	1.4	0.053	42.11	loam
	7.71	12.77	1.2	0.050	36	loam

## نتایج و بحث

### غلظت نیتروژن بنه

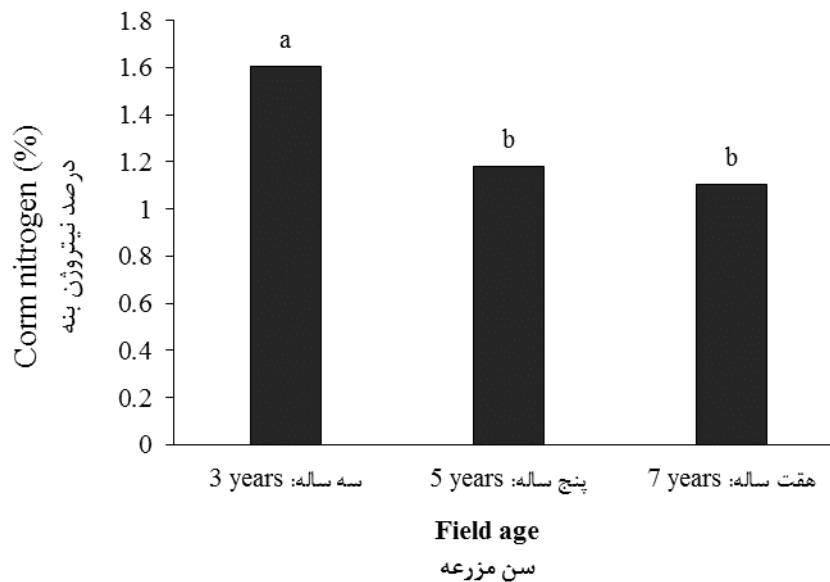
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد نیتروژن بنه زعفران به طور معنی‌داری تحت تأثیر منطقه و سن مزرعه قرار گرفت ( $P \leq 0.01$ )، ولی اثر متقابل منطقه و سن مزرعه بر درصد نیتروژن بنه معنی‌دار نبود (جدول ۳). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین غلظت نیتروژن بنه زعفران را منطقه قائن به خود اختصاص داد. غلظت نیتروژن بنه در منطقه قائن به میزان ۱/۵۶ درصد و غلظت نیتروژن بنه در منطقه نهبندان به میزان ۱/۰۳ درصد اندازه‌گیری شد که نسبت به منطقه قائن ۵/۴۶ درصد کمتر بود (جدول ۴). این موضوع می‌تواند به موقعیت جغرافیایی و عوامل اقلیمی منطقه قائن مربوط باشد. از جمله این عوامل می‌توان به اقلیم سردتر، میانگین دمای ماهانه کمتر، ارتفاع از سطح دریای بالاتر و همچنین میانگین بارندگی ماهانه بالاتر منطقه قائن اشاره کرد، که منجر به تحریک رشد گیاه و جذب بیشتر عنصر نیتروژن از خاک می‌شود. زعفران در بسیاری از اقلیم‌ها رشد می‌کند، اما رشد رویشی آن با آب و هوای سرد و شرایط یخبندان منطبق است. هالوی (Halevy, 1990) تغییرات دمای ماهانه را مهم‌ترین عامل محیطی در تنظیم گلدهی

بسیاری از گیاهان پیازدار دانسته و اضافه کرده است که دما می‌تواند مهم‌ترین عامل در تنظیم گلدهی زعفران باشد. از طرفی، وجود نیتروژن بالاتر خاک در منطقه قائن و همچنین ماده آلی بیشتر در این منطقه که به دلیل اضافه کردن کود دامی به خاک‌های این مزارع توسط کشاورزان بوده است باعث جذب عنصر نیتروژن به وسیله بنه گیاه شده است. نوریبخش و بحرینی (Nourbakhsh & Bahraini, 2005) در مطالعه‌ای بیان نمودند افزایش مواد آلی خاک باعث افزایش میزان نیتروژن قابل جذب در خاک می‌شود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) اظهار داشتند مصرف نهاده‌های آلی مانند کود دامی نقش مؤثری در افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن در زعفران دارد. به طور کلی، برتری کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی از نظر جذب نیتروژن و افزایش عملکرد می‌تواند ناشی از فراهمی متعادل‌تر عناصر غذایی در خاک بر حسب نیاز گیاه، افزایش سطح مواد آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز آبشویی کمتر عناصر غذایی در طی زمان باشد (Mando et al., 2005; Safadoust et al., 2007; Limon-Ortega et al., 2008).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر منطقه بر درصد نیتروژن بنه زعفران در دو منطقه قائن و نهبندان

Fig. 1. Mean comparisons for the effects of region on corm nitrogen concentration of saffron in Qaen and Nehbandan regions



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سن مزرعه بر درصد نیتروژن بانه زعفران در مزارع چندساله زعفران دو شهرستان قائن و نهبندان  
 Fig. 2. Mean comparisons for the effect of field age on corm nitrogen concentration in perennial fields of saffron in Qaen and Nehbandan counties

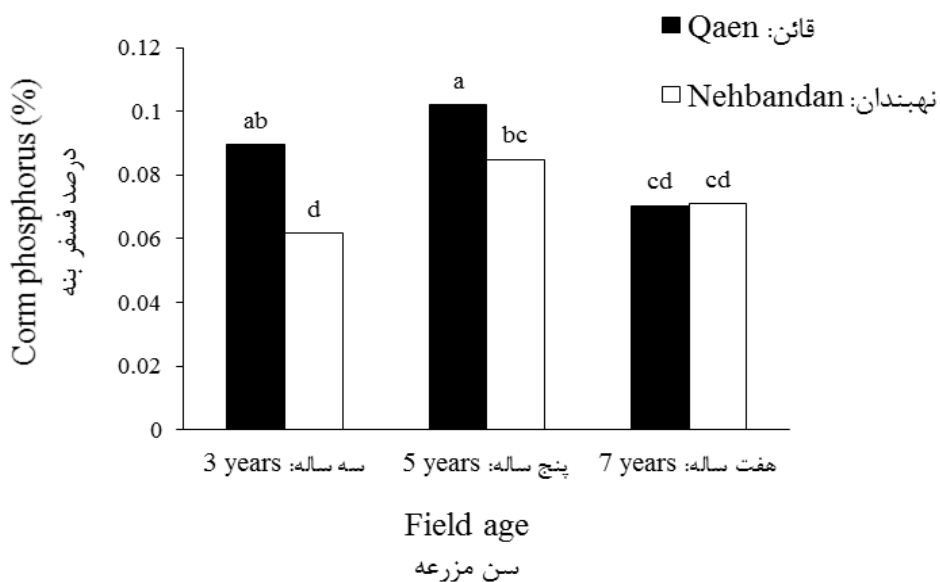
### غلظت فسفر بانه

منطقه، سن مزرعه و اثر متقابل منطقه و سن مزرعه به طور معنی‌داری غلظت فسفر بانه را تحت تأثیر قرار داد ( $P \leq 0.01$ ) (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که غلظت فسفر بانه زعفران در مزارع سه و پنج ساله قائن اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). غلظت فسفر بانه در مزارع سه ساله قائن نسبت به مزارع پنج ساله این شهرستان ۱۲/۷۴ درصد کمتر بود. بیشترین غلظت فسفر بانه به ترتیب در مزارع پنج و سه ساله منطقه قائن به میزان ۰/۱۰ و ۰/۰۹ درصد اندازه‌گیری شد. کمترین غلظت فسفر بانه را به ترتیب مزارع سه ساله نهبندان، هفت ساله قائن و هفت ساله نهبندان داشتند به طوری که نسبت به مزارع پنج ساله به ترتیب به میزان ۳۹/۲۱، ۳۰/۹۸ و ۳۰/۴۹ درصد کمتر بودند (شکل ۳). این موضوع می‌تواند به موقعیت جغرافیایی و حاصلخیزی خاک منطقه قائن مربوط باشد. همچنین پایین‌ترین  $pH$  خاک در مزارع پنج ساله قائن اندازه‌گیری شد که باعث افزایش جذب فراهمی فسفر شده است. در پژوهشی که توسط محمدی‌آریا و همکاران (Mohammady-Aria et al., 2010) در ارتباط با  $pH$  خاک و حل‌پذیری فسفر در شرایط آزمایشگاهی انجام

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین غلظت نیتروژن بانه در مزارع سه ساله به دست آمد. غلظت نیتروژن بانه در مزارع سه ساله به میزان ۱/۶۰ درصد بود، به طوری که ۳۵/۵۹ درصد نسبت به مزارع پنج ساله بیشتر بود. غلظت نیتروژن بانه در مزارع پنج و هفت ساله از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین غلظت نیتروژن بانه به ترتیب در مزارع هفت و پنج ساله به دست آمد که به ترتیب به میزان ۴۲ و ۳۰/۶۲ درصد نسبت به مزارع سه ساله کمتر بودند (جدول ۴). بخش هوایی و به ویژه اندام زیرزمینی گیاه زعفران در هر سال نسبت به سال قبل توسعه بیشتری می‌یابد (Kumar et al., 2009; Koocheki et al., 2014c). افزایش رشد اندام هوایی گیاه، رشد و توسعه بنه‌های دختری و در نهایت، گسترش سیستم ریشه می‌تواند توانایی هرچه بیشتر جذب نیتروژن از خاک توسط گیاه را فراهم آورد. از طرفی، افزایش سن مزرعه باعث افزایش توده بانه زعفران در زمین شده (Tammamo, 1999)، به همین دلیل در مزارع هفت ساله تعداد بنه‌های دختری افزایش می‌یابد، در نتیجه میزان نیتروژن مصرفی در بین تعداد بیشتری بانه تقسیم می‌شود و بنابراین غلظت نیتروژن در مزارع هفت ساله کاهش می‌یابد.

جذب و مصرف فسفر شود (Koocheki & Seyyedi, 2015). مزارع با عمر پنج سال، از نظر بنه درشت بیشتر از وضع مطلوب تری برخوردارند. اما در مزارع سه و هفت ساله تعداد بنه‌ها از نظر کمی و تعداد زیاد بوده و این در حالیست که این بنه‌ها جهت کشت توصیه نگردیده است (Sadeghi, 1996; Kafi et al., 2002). به همین دلیل غلظت فسفر بنه در مزارع پنج ساله بیش از مزارع سه ساله و پنج ساله است. در مزارع هفت ساله تعداد بنه‌های ریز افزایش می‌یابد (Mollafilabi et al., 2015) و این بنه‌ها به علت رقابت شدید با همدیگر از اندوخته غذایی کمتری برخوردار و از نظر رویشی ضعیف هستند، موجب کاهش گل‌آوری می‌گردند (Ramezani, 2000). در نتیجه غلظت عناصر غذایی بنه از جمله فسفر مزارع هفت ساله کاهش می‌یابد. از این رو، توصیه می‌شود برای کاهش توده و انبوهی بنه‌ها باید در فصل مناسب مزرعه زیر و رو شود و بنه‌ها از خاک خارج و بنه‌های مناسب دوباره کشت شود که معمولاً کشاورزان به خاطر هزینه‌های انجام کار از این عمل صرف نظر می‌کنند (Tammamo, 1999).

شد، گزارش کردند که تغییرات pH خاک همبستگی منفی و معنی‌داری با فسفر محلول داشت، بدین صورت که با کاهش pH خاک میزان فسفر قابل جذب گیاه در خاک افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه گیاه قادر به جذب فسفر بیشتری از خاک می‌شود. رابطه معکوس pH خاک با فسفر قابل جذب گیاه در خاک باعث کاهش جذب این عنصر و در نتیجه کاهش غلظت فسفر در برگ و غده در زمین‌های دارای pH بالا می‌شود (Ghobady et al., 2012). در کنار موارد ذکر شده، ساختار ریشه در زعفران و میزان توسعه آن در پروفیل خاک که متناسب با طول دوره زندگی گیاه می‌باشد نیز عامل مؤثری در جهت افزایش جذب فسفر از خاک است. به بیانی دیگر، با افزایش چرخه زندگی زعفران از سالی به سال دیگر تعداد بنه‌های دخترتری در خاک افزایش می‌یابد که متناسب با این افزایش، توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر از خاک نیز بیشتر می‌شود (Koocheki et al., 2014c; Kumar et al., 2009). علاوه بر این، گزارش شده است که افزایش در اندازه بنه مادری می‌تواند از طریق بهبود توانایی گیاه از نظر جذب فسفر از خاک، سبب افزایش غلظت فسفر در بنه‌های دخترتری، کل بوته مادری و همچنین افزایش کارایی



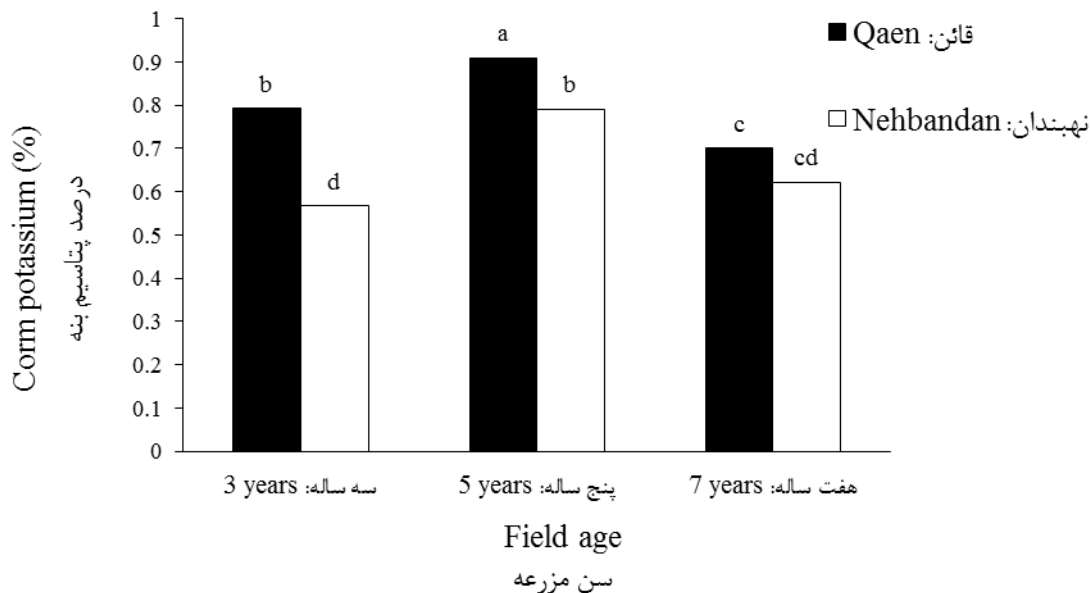
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل سن مزرعه و منطقه بر درصد فسفر بنه زعفران در مزارع چندساله

Fig. 3. Mean comparisons for the interaction effect of region and field age on corm phosphorus concentration of saffron in perennial fields

## غلظت پتاسیم بنه

استفاده شده، بیشتر است (Gholamhosseini et al., 2008; Rasouli & Maftoun, 2010). همچنین تعداد بنه درشت‌تر در مزارع پنج ساله شهرستان قائن نسبت به سایر مزارع باعث جذب بیشتر پتاسیم توسط بنه گیاه زعفران در این شهرستان شده است. تراکم مطلوب بنه در واحد سطح در سال‌های سوم به بعد می‌باشد که تأثیر بسزایی در عملکرد دارد (Mc-Gimpsey et al., 1997). بنه‌های درشت باعث افزایش تعداد و وزن ریشه در زعفران می‌گردد. از این‌رو، گسترش حوزه فعالیت ریشه در جذب مواد غذایی از خاک و توسعه رشد گیاه اثرگذار است. از آن‌جا که در ابتدای پائیز و قبل از ظهور برگ‌ها، رشد و نمو گیاه وابسته به ذخایر موجود در بنه مادری می‌باشد، بنابراین، بنه‌های بزرگ‌تر به دلیل داشتن اندوخته غذایی و تولید انرژی بیشتر، موجب رشد و نمو بهتر ریشه و اندام‌های هوایی در گیاه زعفران می‌شود (Amirshkari et al., 2008).

غلظت پتاسیم بنه به طور معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) تحت تأثیر منطقه، سن مزرعه و اثر متقابل منطقه و سن مزرعه قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین غلظت پتاسیم در مزارع پنج ساله قائن با ۰/۹۱ درصد به دست آمد. مزارع سه و هفت ساله نهبندان از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). کمترین غلظت پتاسیم را مزارع هفت و سه ساله نهبندان به ترتیب به میزان ۰/۵۷ و ۰/۶۲ درصد داشتند؛ به طوری که نسبت به مزارع پنج ساله قائن ۳۷/۳۶ و ۳۱/۸۷ درصد کمتر بودند (شکل ۴). این امر احتمالاً به دلیل پتاسیم محلول خاک بالاتر مناطق پنج ساله قائن در نتیجه استفاده از کود دامی در این مناطق نسبت به منطقه نهبندان است که باعث جذب بیشتر پتاسیم توسط بنه گیاه زعفران در این شهرستان شده است. کود دامی میزان پتاسیم قابل تبادل خاک را افزایش می‌دهد (Sabahi et al., 2008). گزارش محققین نشان می‌دهد که غلظت فسفر و پتاسیم گیاه در خاکی که کود دامی



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و سن مزرعه بر درصد پتاسیم بنه زعفران در مزارع چندساله

Fig. 4. Mean comparisons for the interaction effect of region and field age on corm potassium concentration in perennial fields

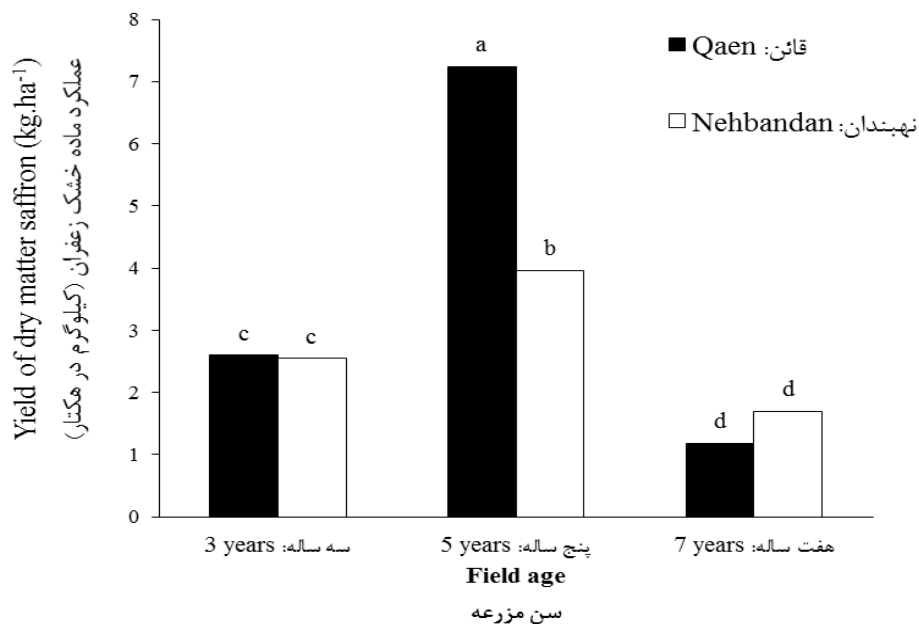
نتایج تجزیه واریانس اثر مناطق و سن مزرعه بر عملکرد ماده خشک زعفران در جدول ۳ نشان داده شده است. همانگونه که

عملکرد ماده خشک زعفران



داشت. مطابق با نتایج این تحقیق، کشاورزان بالاترین عملکرد زعفران را از مزارع سه تا پنج ساله به دست می‌آورند. با توجه به اطلاعات کشاورزان دو شهرستان به نظر می‌رسد که آب آبیاری در مزرعه زعفران شهرستان قائن شور بوده و همچنین میزان استفاده کشاورزان شهرستان قائن از کود بیشتر است که باعث شوری بیشتر مزرعه این شهرستان شده است، اما باز هم شهرستان قائن علاوه بر شوری زیاد به دلیل وجود عناصر غذایی خاک از عملکرد ماده خشک خوبی برخوردار است، زیرا شوری به تنهایی نمی‌تواند باعث کاهش عملکرد شود. با توجه به نتایج زمین مطلوب جهت زراعت زعفران برای بهره‌برداری اقتصادی، تأثیر منفی از میزان شوری می‌پذیرد، اما عوامل دیگری نیز در این میان تأثیرگذارند از جمله این عوامل افزودن کودها است که اگرچه باعث افزایش احتمالی شوری می‌شود، ولی با رعایت میزان بهینه، این عامل در تأمین عناصر مورد نیاز رشد گیاه، تأثیر عاملی مثل شوری را تعدیل می‌کند (Moradi et al., 2009).

مشاهده می‌شود، عملکرد ماده خشک زعفران به طور معنی‌داری تحت تأثیر منطقه، سن مزرعه و اثر متقابل منطقه و سن مزرعه قرار داشت ( $P \leq 0.01$ ). بیشترین میزان عملکرد ماده خشک زعفران مربوط به مزرعه پنج ساله قائن با ۷/۲۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۵). بالا بودن میزان غلظت عناصر غذایی بنه زعفران در قائن منجر به عملکرد بیشتر ماده خشک آن نسبت به شهرستان نهبندان شده است. مزارع هفت ساله قائن و نهبندان از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). کمترین میزان عملکرد را مزارع هفت ساله قائن و نهبندان به ترتیب با ۱/۷۰ و ۱/۱۹ کیلوگرم در هکتار داشتند (شکل ۵). یکی از دلایل پائین آمدن عملکرد با افزایش سن مزرعه، کاهش غلظت نیتروژن بنه‌ها می‌باشد، بنابراین توصیه می‌شود که در مزارع با سنین بالاتر مصرف کود نیتروژن افزایش یابد. نتایج این تحقیق با یافته‌های ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2015) مطابقت



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع منطقه و سن مزرعه بر میزان عملکرد ماده خشک زعفران در دو منطقه قائن و نهبندان  
 Fig. 5. Mean comparisons for the interaction effect of region and field age on yield of dry matter saffron in perennial fields

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر منطقه (قائن و نهبندان) و سن مزرعه بر عملکرد ماده خشک و غلظت عناصر غذایی در بنه گیاه زعفران

Table 3. Analysis of variation (mean of squares) for the effects of field age and region on dry matter yield and some of corm nutrient concentration of saffron

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Sum of squares			
		غلظت نیتروژن بنه Corm nitrogen concentration	غلظت فسفر بنه Corm phosphorus concentration	غلظت پتاسیم بنه Corm potassium concentration	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
منطقه Region	1	3.833**	0.0029**	0.267**	11.926**
سن مزرعه Field age	2	1.290**	0.0025**	0.196**	82.988**
منطقه × سن مزرعه Region × Field age	2	0.598 <sup>ns</sup>	0.0009*	0.025*	18.882**
خطا Error	48	0.251	0.0002	0.008	0.613
ضریب تغییرات CV (%)	-	32.58	19.18	13.28	24.46

ns, \*, \*\* : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, \* and \*\*: are non significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر منطقه و سن مزرعه بر عملکرد ماده خشک و غلظت برخی عناصر غذایی در بنه گیاه زعفران

Table 4. Mean comparisons for the effect of field age and region on the yield of dry matter saffron and some of nutrients concentration of saffron

فاکتور Factor	غلظت نیتروژن بنه (درصد) Corm nitrogen concentration (%)	غلظت فسفر بنه (درصد) Corm phosphorus concentration (%)	غلظت پتاسیم بنه (درصد) Corm potassium concentration (%)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
سن مزرعه (سال) Field age (year)	3 1.60 <sup>a*</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.68 <sup>b</sup>	2.57 <sup>b</sup>
	5 1.18 <sup>b</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>
	7 1.11 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	1.44 <sup>c</sup>
منطقه Region	نهبندان Nehbandan 1.03 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	2.73 <sup>b</sup>
	قائن Qaen 1.56 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>

\* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون و در هر بخش دارای اختلاف معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) نمی‌باشند.

\* Means followed by the same letter are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و سن مزرعه بر عملکرد ماده خشک زعفران، غلظت فسفر و پتاسیم در بنه گیاه زعفران

Table 5. Mean comparisons for the interaction of field age and region on the yield of dry matter saffron, phosphorus and potassium concentration of saffron

منطقه Region	سن مزرعه (سال) Field age (year)	غلظت فسفر بنه (درصد) Corm phosphorus concentration (%)	غلظت پتاسیم بنه (درصد) Corm potassium concentration (%)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
نهبندان Nehbandan	3	0.062 <sup>d*</sup>	0.56 <sup>d</sup>	2.54 <sup>c</sup>
	5	0.084 <sup>bc</sup>	0.79 <sup>b</sup>	3.95 <sup>b</sup>
	7	0.070 <sup>cd</sup>	0.62 <sup>cd</sup>	1.70 <sup>d</sup>
قائن Qaen	3	0.090 <sup>ab</sup>	0.79 <sup>b</sup>	2.59 <sup>c</sup>
	5	0.102 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	7.23 <sup>a</sup>
	7	0.070 <sup>cd</sup>	0.70 <sup>c</sup>	1.18 <sup>d</sup>

\* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون و در هر بخش دارای اختلاف معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) نمی‌باشند.

\* Means followed by the same letter are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

خشک زعفران بوده است، به طوری که مزارع پنج ساله بالاترین میزان عملکرد ماده خشک زعفران را داشتند. ماهیت رشد چند ساله گیاه زعفران در شرایط مزرعه نیز خود عاملی مؤثر در جهت افزایش جذب عناصر غذایی در طی زمان می‌باشد. به بیانی دیگر، با افزایش چرخه زندگی زعفران از سالی به سال دیگر تعداد بنه‌های دخترتری در خاک افزایش می‌یابد که متناسب با این افزایش، توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم نیز بیشتر می‌شود. تغییر نگرش کشاورزان برای بهره‌برداری حداکثر پنج سال از مزارع زعفران، استفاده بهینه و مطلوب از کود دامی از عوامل مهم در کاهش خلأ عملکرد زعفران در ایران می‌باشند. به طور کلی، می‌توان گفت مجموعه عوامل اقلیمی، ژنوتیپی و یا مدیریتی می‌تواند منجر به تحریک رشد گیاه و جذب بیشتر عناصر از خاک شود. پیشنهاد می‌شود انجام آزمایش در سایر مناطق زعفران خیز و مقایسه غلظت عناصر در این مناطق و همچنین تعیین غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه زعفران و بررسی میزان انتقال عناصر از بنه به برگ را جهت دستیابی به نتایج بهتر مدنظر قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق افزایش معنی‌دار غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بنه‌های زعفران منطقه قائن نسبت به نهبندان را نشان داد که علت این امر را می‌توان به موقعیت جغرافیایی، عوامل اقلیمی، حاصلخیزی خاک و عوامل مدیریتی مانند کاربرد بیشتر کود دامی در منطقه قائن نسبت به نهبندان نسبت داد که منجر به افزایش عملکرد منطقه قائن نسبت به نهبندان شد. همچنین نتایج بیانگر کاهش معنی‌دار غلظت نیتروژن بنه زعفران در مزارع هفت ساله نسبت به مزارع سه ساله می‌باشد. افزایش تعداد بنه دخترتری در مزارع هفت ساله باعث می‌شود میزان نیتروژن مصرفی در بین تعداد بیشتری بنه تقسیم شود و بنابراین غلظت نیتروژن در مزارع هفت ساله کاهش یابد. نتایج نشان داد که غلظت فسفر و پتاسیم بنه زعفران در مزارع پنج ساله قائن افزایش معنی‌داری نسبت به مزارع سه و هفت ساله دو شهرستان داشته است، pH پائین تر خاک در مزارع پنج ساله قائن باعث افزایش جذب و فراهمی فسفر شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش غلظت عناصر غذایی زعفران در قائن منجر به عملکرد بیشتر ماده خشک آن نسبت به شهرستان نهبندان شده است. عملکرد بیشتر مزارع زعفران در شهرستان قائن با فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در این منطقه مرتبط بود. همچنین سن مزرعه عامل مهمی در افزایش عملکرد ماده

## منابع

- Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., Sharifi Ashorabadi, A., and Banj Shafieei, S., 2004. Effect of different nutrition systems on soil properties, elemental uptake and seed yield of ajowan (*Carum copticum*). *J. Pajouhesh and Sazandeghi*. 62, 11-19. [in Persian with English Summary].
- Ali, G., Iqbal, A.M., Nehvi, F.A., Samad, S.S., Nagoo, S., Naseer, S., and Dar, N.A., 2013. Prospects of clonal selection for enhancing productivity in saffron (*Crocus sativus* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 8, 460-467.
- Alvarez-Orti, M., Schwarzacher, T., Rubio, A., Blazquez, S., Piqueras, A., Fernandez, J.A., and Harrison, P., 2004. Studies on expression of genes involved in somatic embryogenesis and storage protein accumulation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Hort. (ISHS)*. 650, 155-163.
- Amirhasemi, T., 2001. *Saffron, the Red Gold of Iran*. Nashre Ayandegan Press, Tehran, Iran. 112 pp. [in Persian].
- Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modarress Sanavy, A.M., and Jalali Javaran, M., 2008. Effects of root-zone temperature, corm size, and gibberellin on vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 14 (5), 96-104. [in Persian with English Summary].
- Bertheloot, J., Martre, P., and Andrieu, B., 2008. Dynamics of light and nitrogen distribution during grain filling within wheat canopy. *J. Plant Physiol.* 148, 1707-1720.
- Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, A.R., and Lakzian, A., 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. *J. Saffron Res.* 1(1), 1-12. [in Persian with English Summary].
- Feizi, H., Seyyedi, M., and Sahabi, H., 2015. Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phenological stages. *Saffron Agron. Technol.* 2(4), 289-301. [in Persian with English Summary].
- Ghobady, M., Jahanbin, S., Owliaie, H.R., Motalebifard, R., and Parvizi, K., 2012. The effect of phosphorus bio fertilizers on yield and phosphorus uptake in potato. *J. Water and Soil Sci.* 23(2), 125-138. [in Persian with English Summary].
- Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., and Jamshidi, E., 2008. The effect of irrigation regimes and fertilizer treatments on grain yield and elements concentration in leaf and grain of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Pajouhesh v Sazandeghi*. 79, 91-100. [in Persian with English Summary].
- Halevy, A.H., 1990. Resent advanced in control of flowering habit of geophytes. *Acta Hort. Sci.* 66, 35-42.
- Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan aval, M., and Khorasani, R., 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Saffron Agron. Technol.* 1(1), 22-39. [in Persian with English Summary].
- Heidari, Z., Besharati, H., and Maleki Farahani, S., 2014. Effect of some chemical fertilizer and biofertilizer on quantitative and qualitative characteristics of saffron. *Saffron Agron. Tech.* 2(3), 177-189. [in Persian with English Summary].
- Kafi, M., Rashed, M., Koocheki, A., and Mollafilabi, A., 2002. *Saffron: Production and Processing*. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran Press. 276 pp. [in Persian].
- Koocheki, A., 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *J. Saffron Agron. Technol.* 1(1), 3-21. [in Persian with English Summary].
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M., 2015. Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. *Ind. Crops Prod.* 71, 128-137.
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M., 2015. The effects of mother corm size and type of fertilizer on nitrogen use efficiency in saffron. *Saffron Agron. Technol.*

- 2 (4), 243-254. [in Persian with English Summary].
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., Seyyedi, S.M., 2014b. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Saffron Res.* 2(4), 243-254. [in Persian with English Summary].
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Jamshid Eyni, M., 2014c. Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad. *Northeast Iran. Sci. Hortic.* 180, 147-155.
- Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R., 2014a. The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agron. Technol.* 2(1), 3-16. [in Persian with English Summary].
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Rev. Int.* 25, 44-85.
- Limon-Ortega, A., Govaerts, B., and Sayre, K.D., 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *Eur. J. Agron.* 29, 21-28.
- Malakoti, M.J., and Homai, M., 2004. *Dry Land Soil Fertility, Problems and Solutions*. Tarbiat Modarress University Publications, Tehran, Iran. [in Persian].
- Malakouti, M.J., Malakouti, A., Bybordi, I., and Khamesi, E., 2010. Zinc (Zn) is the neglected element in the life cycle of plant, animal and human health (10<sup>th</sup> Edition with Complete Revision). *Tech. bulletin No. 007*. Soil Science Department-Tarbiat Modarres University. Sana Pub. Co., Tehran, Iran, p. 14. [in Persian].
- Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L., and Vanlauwe, B., 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. *Soil Tillage Res.* 80, 95-101.
- Masclaux-Daubresse, C., Daniel-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., and Suzuki, A., 2010. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Ann. Bot.* 105, 1141-1157.
- Mc-Gimpsssey, G.A., Douglas, M.H., and Wallace, A.R., 1997. Evaluation of Saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *N.Z.J. Crop Hortic. Sci.* 25, 159-168.
- Mohammady-Aria, M., Lakzian, A., Haghnia, G.H., and Berengi, A.R., 2010. Effect of Thiobacillus, Sulfur and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. *J. Bio. Resour. Tech.* 101, 551-554.
- Molina, R.V.M., Valero, Y., Navarro, A., Garcia-Luis, and Guardiola, J.L., 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hortic.* 103, 79-91.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola J.L., and Garcia-Luice, A., 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hortic.* 103, 361-379.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M., 2015. Investigation on the effect of location and field age on yield and frequency of different corm weights of saffron (*Crocus Sativus* L.). *Iran. J. Field Crops Res.* 12 (4): 605-612. [in Persian with English Summary].
- Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A., 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). *Iran. J. Field Crop Res.* 7 (2), 625-635. [in Persian with English Summary].
- Naghdi Badi, H.A., Omidi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotookian, M.H., 2011. Change in crocin, safranal and picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus*

- sativus L.*) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. *J. Med. Plant.* 4(40), 58-68. [in Persian with English Summary].
- Negbi, M., 1999. *Saffron Cultivation: Past, Present and Future Prospects*. In: Negbi, M. (Ed.), *Saffron*. Harwood Academic Publishers, pp. 1-17.
- Nourbakhsh, F., and Bahraini, M.R., 2005. Association of biological index of nitrogen availability with some physical, chemical and biochemical properties of soils in Isfahan province. *J. Agric. Sci. Nat. Res.* 12 (3), 112-119. [in Persian with English Summary].
- Ourry, A., Boucaud, J., and Salette, J., 1988. Nitrogen mobilization from stubble and roots during regrowth of defoliated perennial ryegrass. *J. Exp. Bot.* 39, 803-809.
- Ramezani, A., 2000. *Evaluation of the effect of corm weight on saffron yield in Neyshabur condition*. Msc Thesis of Faculty of Agriculture. Tarbiat Modarres University. Tehran, Iran. [in Persian].
- Rasouli, F., and Maftoun, M., 2010. Residual effects of two organic matters with or without nitrogen on growth and chemical composition of wheat and some soil chemical properties. *J. Water Soil (Agric. Sci. Technol.)*. 24(2), 262-273. [in Persian with English Summary].
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M., 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus L.*). *Iran. J. Crop Sci.* 15(3), 234-246. [in Persian with English Summary].
- Sabahi, H., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, M., and Asgharzadeh, A., 2008. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil. *J. Water Soil (Agric. Sci. Technol.)*. 22 (2), 1-15. [in Persian with English Summary].
- Sadeghi, B., 1996. Effects of corm size on flower production in saffron. *Annual Report, Scientific and Industrial Research Organization of Khorasan, Mashhad, Iran*. [in Persian].
- Safadoust, A., Mosadeghi, M.R., Mahboubi, A.A., Norouzi, A., and Asadian, G.H., 2007. Short-term tillage and manure influences on soil structural properties. *J. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour.* 11, 91-100. [in Persian with English Summary].
- Schachtman, D.P., Reid, R.J., and Ayling, S.M., 1998. Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. *Indian J. Plant Physiol.* 116, 447-453.
- Soil and Plant Analysis Council., 1999. *Handbook on Reference Methods for Soil Analysis*. Council on Soil Testing and Plant Analysis, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tammaro, F., 1999. *Saffron in Italy*. In: Negbi, M. (Ed.), *Saffron*. Harwood Academic Publication, Amsterdam, 154 p.
- Thomas, G.W., 1982. *Exchangeable Cations*. In: Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R., (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition*. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 159-165.
- White, P.J., and Veneklaas, E.J., 2012. Nature and nurture: the importance of seed phosphorus content. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 357, 1-8.



**Original Article:**

## ***Comparison of Micronutrients Concentrations in Corm of Saffron (*Crocus sativus L.*) in South Khorasan***

***Mobina Matabdaran<sup>1</sup>, Mohammad Hassan Sayyari Zohan<sup>2\*</sup>, Majid Jami Alahmadi<sup>3</sup> and Golam Reza Zamani<sup>3</sup>***

*1- MSc student, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran*

*2- Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran*

*3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran*

*\*Corresponding author E-mail: msayari@birjand.ac.ir*

*Received 7 February 2018; Accepted 2 July 2018*

### ***Abstract***

*Saffron (*Crocus sativus L.*) is one of the native and valuable plants of Iran that proper use of nutrients is particularly important in its development and production. Since saffron is reproduced by corm, so always been considered production of replacement corms through appropriate nutrition. Therefore, this study was conducted to determine macro nutrients concentrations (such as nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K)) in corm of saffron in perennial farms in South Khorasan during 2015. The information of two regions (including Qaen and Nehbandan) were collected from 3, 5 and 7-year-old, then from each farm mentioned above, three farms and three samples as replicates were randomly selected. The concentrations of macronutrients in corm were analyzed based on standard laboratory methods. Results revealed that concentrations of N, P and K in corm were significantly affected by region and field age ( $P \leq 0.01$ ). The interaction between region and field age was not significant on nitrogen concentration, but the concentrations of phosphorus and potassium in corm were affected. Also, corm had the highest nitrogen concentration in the fields of 3-year-old in Qaen. Corm nitrogen concentration of 7-year-old significantly reduced compared to 3-year-old farms. P and K concentrations significantly increased in corm of 5 and 7-year old farms in Qaen compared to the fields of 5-year-old. Farms of 5-year-old in Qaen had highest yield of dry matter ( $7.23 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) due to high levels of nutrients such as P, K and N. Generally, corm selection with optimum weight for sowing and proper use of nutrients, especially N, P and K, as well as their correct balance in soil, can be effective in yield increment and stability of soil fertility.*

***Keywords:*** *Field age, Nutrition, Stability of soil fertility, Yield*