**نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)**
**جلد دهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱**
**شماره صفحه: ۲۱۴-۱۹۵**
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2022.5642.1196

**مقاله پژوهشی:**

# ارزیابی تأثیر بافت خاک و پارامترهای اقلیمی بر عملکرد زعفران(*Crocus sativus* L.) در دو منطقه قائن و وامنان

**محبوبه رحمانی خلیلی[۱]، محمد اسماعیل اسدی[۲*]، علی محمدی ترکاشوند[۳] و ابراهیم پذیرا[۴]**
۱- دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار آبیاری و زهکشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۳- دانشیار، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴- استاد، گروه آبیاری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: *Email: iwc977127@yahoo.com*

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹**

## چکیده

**در بین محصولات کشاورزی، زعفران (*Crocus sativus* L.) از جمله ارزشمندترین محصولات است که با توجه به نیاز آبی کم و سازگاری با مناطق خشک و نیمه خشک کشور، امکان گسترش تولید و صادرات آن وجود دارد. تحقیق حاضر در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۶ با هدف بررسی عملکرد زعفران تحت تأثیر بافت خاک در روستای وامنان استان گلستان به عنوان یک منطقه کاشت جدید زعفران در مقایسه با منطقه قائن انجام شد. برای این منظور در هر دو منطقه مورد مطالعه، ۳۰ مزرعه سه تا پنج ساله زعفران با سه تکرار و ۹۰ نمونه با مدیریت زراعی تقریبا یکسان انتخاب و از خاک محدوده رشد بنه‌ها (عمق ۰-۲۰سانتی-متر) نمونه‌برداری انجام شد. همچنین ارزیابی عملکرد زعفران تحت‌تأثیر شاخص‌های اقلیمی در وامنان در مقایسه با قائن در یک دوره پنج ساله انجام شد. تأثیر منطقه کشت (روستای وامنان و شهر قائن) بر عملکرد زعفران معنی‌دار است به‌طوری‌که مقدار آن در وامنان به طور میانگین ۵/۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از قائن برآورد شده است. نتایج پارامترهای اقلیمی شامل تبخیر، بارندگی، درجه‌حرارت میانگین، درجه‌حرارت حداکثر، درجه‌حرارت حداقل، ساعات آفتابی و روزهای یخبندان بر عملکرد زعفران نشان داد که عملکرد زعفران در روستای وامنان تحت‌تأثیر تعداد روزهای یخبندان قرار گرفته است. همچنین برای تخمین میزان تأثیر بافت خاک بر عملکرد زعفران از آماره آزمون‌های جارک-برا و وایت استفاده شد. نتایج بر اساس روش تحلیل رگرسیونی با استفاده از این دو آزمون در قائن نشان داد مقادیر رس و سیلت به‌ترتیب با مقادیر ۰/۱۹ و ۰/۱ به‌طور معنی-دار بر عملکرد زعفران تأثیر داشتند.**

**واژه‌های کلیدی: زعفران، شاخص‌های دمایی، شاخص روزهای یخبندان، میزان سیلت خاک.**

## مقدمه

تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی، لازمه هرگونه فعالیت و عملیات کشاورزی می‌باشد. از این رو شناخت اقلیم و بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی مختلف بر رشد و تولید محصولات زراعی بسیار حائز اهمیت است (Koozegaran et al., 2014). تأثیر عوامل اقلیمی بر محصول زعفران توسط محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است (Bashiri & Salari, 2016; Koozegaran et al., 2014) و در تمامی تحقیقات ذکر شده، محققان به دنبال این سوال بوده‌اند که کدام یک از عوامل اقلیمی تأثیر بیشتری را در بین شاخص‌ها بر کشت زعفران داشته است.

زعفران زراعی با نام علمی (*Crocus sativus L.*) گیاهی تک‌لپه (Rashed-Mohassel, 2019) و از خانواده زنبق می‌باشد (Maleki et al., 2017; Gresta et al., 2016; Zakiaghl et al., 2021) که در منطقه آب و هوایی مدیترانه‌ای و در غرب آسیا از عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۵۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۱۰ درجه غربی تا ۸۰ درجه شرقی، در مناطق بسیار کم‌باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستان گرم هستند، گسترش دارد. زعفران در اصل گیاهی یکساله است ولی در زراعت به عنوان گیاهی چندساله استفاده می‌شود (Koocheki & Seyyedi, 2019). زعفران به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان است (Gresta et al., 2009; Maleki et al., 2017) و جایگاه ویژه‌ای را در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران به خود اختصاص داده است. ایران در حال حاضر بزرگ‌ترین تولیدکننده زعفران در دنیا محسوب می‌شود و بیشترین سطح زیرکشت این محصول را داراست (Shahnoushi et al., 2019). پس از ایران کشورهای یونان، اسپانیا، ایتالیا و هند هستند. همچنین افغانستان به‌عنوان تولیدکننده نوظهور این محصول در دنیا شناخته می‌شود. بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی، زعفران در ۳۰ استان ایران کشت می‌شود و مجموع سطح زیر کشت زعفران در فاصله سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۷ در مجموع سه استان خراسان به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکنندگان زعفران ایران به ۱۱۱۶۴۲/۳ هکتار (حدود ۳۷/۸ برابر) افزایش یافته است که بیش از هر محصول زراعی در کشور است (Zakiaghl et al., 2021). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها و .. در کمیت و کیفیت زعفران نقش دارند (Moein-Rad et al., 2020) که باید در دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرند.

زعفران به منظور بهره‌برداری از پتانسیل محیط، کسب بیشینه عملکرد و نیز افزایش طول دوره تولید، افزون بر شرایط آب و هوایی نیازمند خاک مناسب است (Koocheki et al., 2011; Naderi-darbaghshahi et al., 2008). رشد، پراکنش و تراکم بسیاری از گیاهان اغلب تحت‌تأثیر خواص فیزیکی خاک و حاصلخیزی آن می‌باشد و این عوامل نقش اساسی در میزان عملکرد زعفران دارند (Zarghani et al., 2016; Caser et al, 2019; Rahimi et al, 2017; Ranjbar et al., 2016). بافت خاک از جمله خصوصیات مهم خاک است که از نظر مکانی متفاوت، اما از نظر زمانی تا حدی پایدار بوده و بر بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیرگذار است (Ebrahimi et al., 2011). همچنین بافت خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده خصوصیات رشدی و عملکرد گل در گیاهان غده ای محسوب می‌شود (Ikram et al., 2012).

زعفران در محیط‌هایی با خصوصیات خاک بسیار متفاوت کشت می‌شود (Molina et al., 2005;Gresta et al, 2016; Caser et al., 2019; Rahimi et al, 2017)، در خاک‌های با بافت شنی، بافت رسی خوب زهکشی شده (Rahimi et al, 2017)، خاک‌های آهکی با محتوای آلی بالا و به بیان دیگر به خاک‌های شنی تا لوم شنی نیاز دارد (Rahimi eta l, 2017; Ranjbar et al., 2016). زعفران می‌تواند هم در مناطق با بارندگی کم و هم در مناطقی مثل یونان با بارندگی بیشتر از ۵۰۰ میلیمتر کشت شود (Kumar et al., 2009; Rahimi et al., 2017). با توجه به ویژگی‌های بیولوژی، فیزیولوژیکی و زراعی آن، زعفران قادر است در زمین‌های کم‌بازده نیز رشد کند (Gresta et al, 2009; Caser et al, 2019).

اصولاً فعالیت‌های کشاورزی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی به طور قابل توجه‌ای تحت تأثیر تغییرات اقلیمی

قرار می‌گیرد و هرچند که گیاهان در طی سالیان متمادی با تغییرات محیطی سازگار شده‌اند اما تغییرات ناگهانی پارامترهای اقلیمی مانند دما و رطوبت می‌توانند بر الگوی پراکنش و میزان تولید آنها مؤثر واقع شود، با وجود آنکه برخی از توصیه‌های زراعی مانند انتخاب بنه بزرگتر در زمان کاشت، کاهش طول دوره بهره‌برداری با استفاده از تراکم و آرایش کاشت مناسب، تعداد مدارهای آبیاری و تغذیه می‌توانند بر پایداری عملکرد مؤثر واقع شوند اما به نظر می‌رسد تغییرات دما یکی از مهم ترین عوامل اقیلمی است که می‌تواند بر رفتار گل-دهی و در نهایت بر تغییرات عملکرد زعفران مؤثر باشد (Tavakoli Kakhki et al., 2021).

از طرفی در سال‌های اخیر گرایش روز افزونی به کشت زعفران در ایران ایجاد شده است اما توسعه کشت زعفران بدون توجه به ظرفیت‌ها و توانمندی‌های محیطی مناطق و خصوصیات خاک مزارع صورت می-پذیرد و همین موضوع سبب شده که چشم‌انداز روشنی از وضعیت محیطی و خاک مناسب کاشت زعفران در ایران وجود نداشته باشد. در واقع برای تشخیص اراضی مستعد کاشت زعفران در ایران نیاز به بررسی دقیق محیط و خاک مناطقی هست که به صورت تجربی اقدام به کاشت زعفران نموده‌اند. یکی از این مناطق، روستای وامنان استان گلستان است که ۱۰۰ هکتار زمین تحت کشت زعفران دارد، بنابراین برای امکان‌سنجی توسعه کشت زعفران در این منطقه و مناطق مشابه نیاز به بررسی دقیق بافت خاک و عملکرد زعفران به‌ویژه در مقایسه با مناطق رایج و سنتی کاشت زعفران در استان خراسان جنوبی است. از طرف دیگر کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند، نسبت به تغییرات اقلیمی بسیار حساس‌اند و بخش کشاورزی وابسته‌ترین بخش به اقلیم است و اقلیم تعیین‌کننده اصلی منابع تولید و بهره‌وری فعالیت‌های آن است و تولیدات کشاورزی همیشه از تغییرات آب و هوایی و منطقه‌ای و جهانی تأثیر می‌پذیرند (Esmailnejad & Khashei-Siuki, 2018). توجه و برنامه‌ریزی برای بالابردن کیفیت این محصول برای رقابت در بازار جهانی امری واجب و اجتناب ناپذیر است و تحقیقات گسترده-ای را در هر نقطه‌ای می‌طلبد. ازآنجایی که شناسایی عوامل محیطی مؤثر بر رشد گیاه زعفران، می‌تواند ما را در شناخت موانع موجود در سر راه این محصول و برنامه‌ریزی صحیح برای مرتفع ساختن این موانع یاری کند (Arsalani et al., 2014) بنابراین هدف اصلی این پژوهش تأثیر بافت خاک و مقایسه بین پارامترهای هواشناسی تأثیرگذار (بارش، دما، رطوبت نسبی، روزهای یخبندان و ساعات آفتابی) بر عملکرد این محصول در دو منطقه قائن و روستای وامنان است.

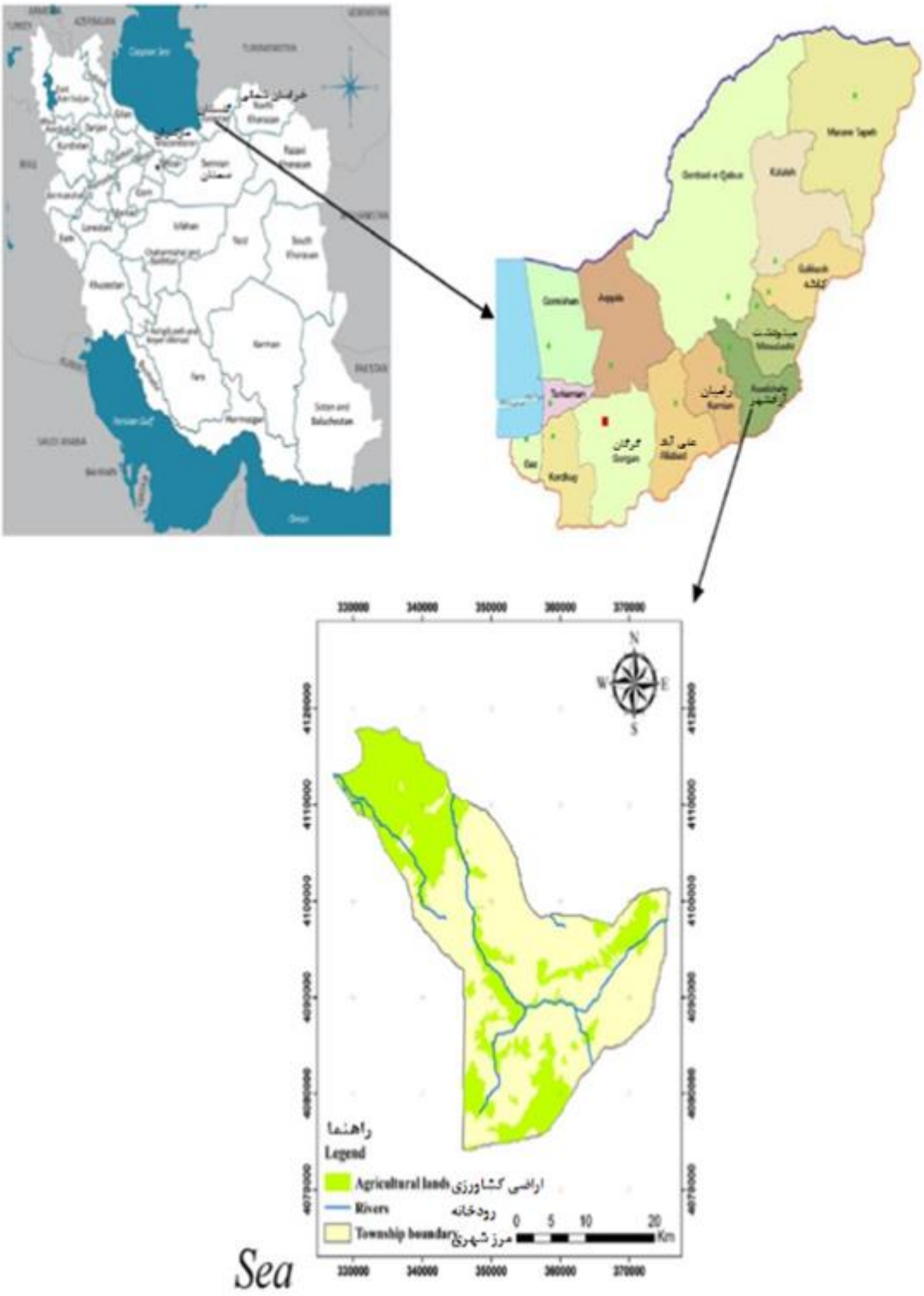
## مواد و روش‌ها

### موقعیت نقاط نمونه‌برداری

تحقیق حاضر در دو منطقه قائن در استان خراسان جنوبی و وامنان در استان گلستان در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۶ انجام شد. روستای وامنان از نظر موقعیت جغرافیایی در مختصات ۳۷ و یک دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بر طبق داده‌های هواشناسی به دست آمده مقدار بارندگی متوسط سالیانه روستای وامنان ۳۸۰ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه در این منطقه ۱۲,۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱). شهر قائن در استان خراسان جنوبی در حد فاصل ۳۳ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۱۴۳۲ متر از سطح دریا واقع شده است. تعداد روزهای یخبندان در این شهر به بیش از ۱۰۰ روز در سال می‌رسد، میانگین بارندگی در قائن ۱۶۱ میلی‌متر در سال می‌باشد که در سال‌های مختلف نوسان دارد. بارندگی این شهر اغلب در اواخر زمستان و اوایل بهار می‌باشد (شکل ۲). نتایج طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن نشان داد ایستگاه قائن در اقلیم خشک و ایستگاه وامنان در اقلیم مدیترانه‌ای قرار گرفته است.

### اندازه‌گیری خصوصیات خاک و جمع‌آوری شاخص-های اقلیمی

برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در هر منطقه ۳۰ مزرعه و در مجموع ۶۰ مزرعه انتخاب

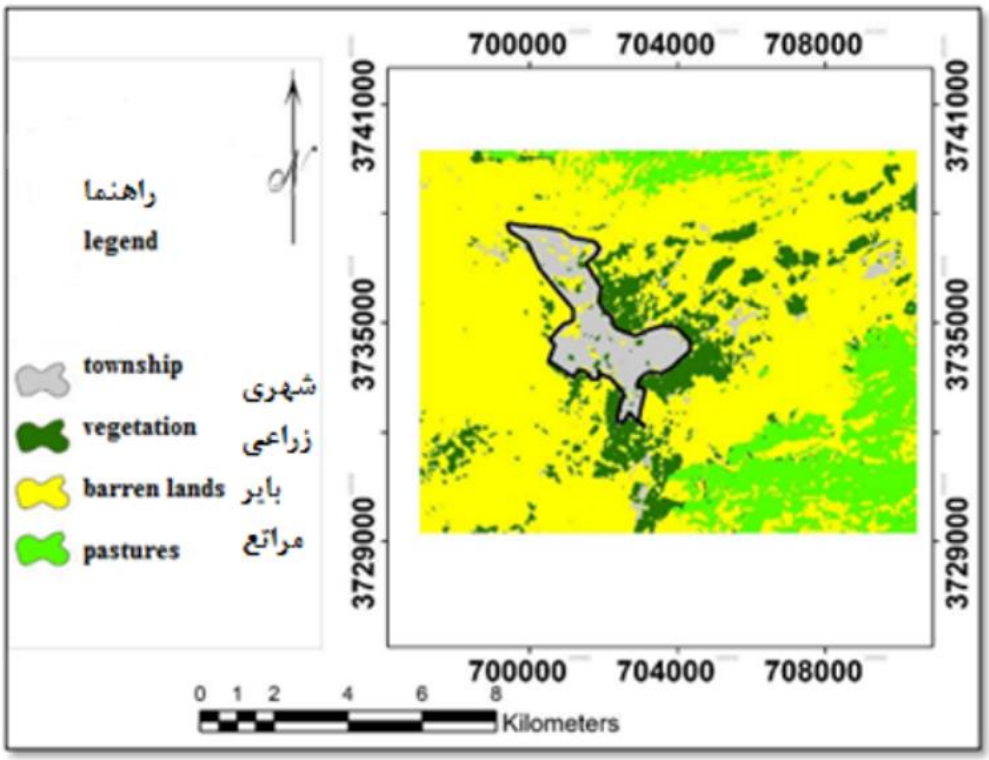



**شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (روستای وامنان)**

**Fig 1. Geographical location of the studied area (Vamanan village)**

شد و در هر مزرعه یک ماه پیش از کاشت از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری سه نمونه مرکب و در مجموع ۱۸۰

نمونه برداشت و در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک حاصله کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و سپس در آزمایشگاه خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها شامل بافت، میزان نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل‌دسترس، pH، مقدار کربن‌آلی و هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. pH با دستگاه pH متر (Thomas, 1996)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Rhoades, 1996)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید (HCL) و تیتراسیون برگشتی با سود (Black et al., 1965)، محتوی کربن آلی با روش اکسیداسیون تر (Walkley & Black, 1934)، نیتروژن کل با روش کجلدال (Bremner, 1970)، میزان فسفر قابل دسترس با روش اولسن با استفاده از عصاره‌گیر بی‌کربنات‌سدیم (Kuo et al., 1996) و پتاسیم قابل دسترس با روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال (Chapman & Pratt, 1961) اندازه‌گیری شدند و برای تعیین عملکرد زعفران، گل‌های زعفران جمع‌آوری و وزن تر اندازه‌گیری و سپس با توجه به مساحت مزرعه به صورت کیلوگرم در هکتار گزارش شد. به منظور بررسی رابطه برخی از پارامترهای اقلیمی بر عملکرد زعفران در مناطق تحت بررسی، شاخص‌های آب و هوایی داده‌های ۵ ساله (۱۳۹۰-۱۳۹۵) از ایستگاه روستای وامنان استان گلستان و شهر قائن در استان خراسان جنوبی از مرکز اقلیم‌شناسی استان خراسان و سازمان هواشناسی استان گلستان جمع‌آوری شد.




**شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (شهر قائن)**
**Fig 2. Geographical location of the studied area (Ghaen city)**

**روش تحلیل رگرسیونی داده‌ها**

در الگوی رگرسیونی در تحقیق حاضر، عملکرد در هکتار زعفران(کیلوگرم) به عنوان متغیر وابسته و اجزای بافت خاک اعم از رس (CLAY)، سیلت (SILT) و ماسه (SAND) به عنوان متغیرهای مستقل توضیحی لحاظ شدند. در این مطالعه عملکرد محصول زعفران به صورت تابعی از تغییرات خصوصیات یاد شده مزارع در نظر گرفته شد و رابطه بین ویژگی‌های خاک و عملکرد

محصول زعفران مورد بررسی و تحلیل کمی قرار گرفت. مدل رگرسیونی با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد گردید. پس از تخمین مدل برای حصول اطمینان از اعتبار آن و فرضیه‌ها، صحت فروض نرمالیتی، واریانس ثابت و عدم خودهمبستگی متوالی اجزا اخلال آن آزمون می‌شود.

برای آزمون نرمالیتی توزیع نرمال اجزاء اخلال (باقیمانده‌های) مدل، معمولا بهترین و کارآمدترین روش که سریع‌تر هم انجام می‌شود، آزمون نرمال بودن به کمک شاخصه‌های توزیع نرمال خصوصا ضرایب چولگی و کشیدگی می‌باشد. آزمون جارک-برا (Settineri et al., 2018)، آزمونی مناسب برای بررسی نرمال‌بودن توزیع باقیمانده‌های یک مدل رگرسیونی تخمینی می‌باشد. خروجی این آزمون افزون بر توزیع احتمال، آماره‌ای است که بیانگر نرمال بودن یا نبودن توزیع احتمال اجزاء اخلال (Error Terms) یا باقیمانده‌های مدل رگرسیونی می‌باشد. فرض صفر ($H_0$) این آزمون مبنی بر نرمال‌بودن اجزاء اخلال است. آماره جارک– برا دارای توزیع کی‌دو با ۲ درجه آزادی است که مقدار بحرانی آن ۵/۹۹ است. در آزمون نرمالیتی اجزا اخلال مدل رگرسیونی هر دو منطقه مورد مطالعه، مقدار تخمینی آماره جارک-برا کمتر از مقدار جدول (۵/۹۹) می باشد که دال بر تایید توزیع نرمال اجزا اخلال مدل است. شکل‌های ارائه شده نیز به خوبی بیانگر نرمال بودن اجزا اخلال (خطای) مدل‌های رگرسیونی است.

برای بررسی ناهمسانی واریانس اجزاء اخلال یا باقیمانده‌ها از آزمون وایت (Jacob & Philip, 2016) استفاده می‌شود. یکی از مفروضات روش تخمین مدل‌های رگرسیونی، یکسان بودن واریانس‌های اضافی در دوره‌های مختلف است. نقض این فرض مشکلی به نام ناهمسانی واریانس ایجاد می‌کند. از آن رو که در واریانس، جزء اخلال برابر با واریانس متغیر وابسته است، مشکل ناهمسانی واریانس به یکسان نبودن واریانس متغیر وابسته در دوره‌های مختلف مربوط می‌شود. فرض بر این است که با افزایش یا کاهش متغیر مستقل، واریانس متغیر وابسته تغییری پیدا نکند. در آزمون وایت فرضیه صفر ($H_0$) بیانگر واریانس ثابت یا همان اجزا اخلال است. برای انجام این آزمون ابتدا الگوی اصلی به روش OLS برآورد و مربعات اجزا اخلال به دست می‌آید. سپس مربعات اجزا اخلال روی توان اول، دوم و حاصل ضرب متغیرهای مستقل تخمین و $R^2$ آن در n (تعداد متغیرهای مستقل الگو بدون درنظر گرفتن عرض از مبدا ) ضرب می‌شود. چنانچه $nR^2$ بزرگتر از کای‌دو جدول باشد، فرضیه صفر ($H_0$) همسانی یا ثابت بودن واریانس اجزا اخلال رد می‌شود. از مفروضات دیگر روش تخمین OLS، ارتباط نداشتن مقادیر باقیمانده‌های مدل در دوره‌های مختلف زمانی است. نقض این فرض مشکلی به نام خودهمبستگی ایجاد می‌کند. برای بررسی خودهمبستگی مرتبه اول باقیمانده‌های مدل از آماره دوربین واتسون (Fatai & Lawal, 2016) استفاده می‌شود. در واقع از این آماره برای بررسی عدم همبستگی سریالی باقیمانده‌های رگرسیون استفاده می‌شود. بر اساس نگاره مقادیر بحرانی دوربین واتسون و با توجه به منطق این آماره، در صورتی‌که آماره بین دو مقدار "حد بالا ۳" و "۴ منهای حد بالا" قرار گیرد خودهمبستگی مرتبه اول بین خطاها وجود ندارد.

سپس برای بررسی تأثیر تفاوت منطقه یا استان بر عملکرد در هکتار محصول زعفران از تحلیل رگرسیونی با متغیر مستقل مجازی (کیفی) استفاده به عمل آمد. در این مدل استان به عنوان متغیر مستقل و به صورت مجازی یعنی متغیر صفر و یک در مدل لحاظ گردید. به‌این‌ترتیب که چنانچه مشاهده مربوط به استان خراسان جنوبی باشد، مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را اختیار می‌کند. به عبارت دیگر مقدار یک متغیر مستقل (Province) بیانگر استان گلستان و مقدار صفر بیانگر استان خراسان جنوبی می‌باشد. برای بررسی قدرت توضیح‌دهندگی یک مدل رگرسیونی از آماره ضریب تعیین ($R^2$) استفاده می‌شود هر چه این آماره بزرگ‌تر و به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده آن است که متغیرهای مستقل موجود در مدل تأثیر بیشتری بر تغییرات متغیر وابسته (عملکرد زعفران) دارند. آماره F محاسباتی نیز حاکی از معنادار بودن کلی رگرسیون برآوردی است. در این مطالعه برای تخمین

مدل‌های رگرسیونی از نرم‌افزار Eviews استفاده شده است.

## نتایج و بحث

میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک که مشتمل بر میزان ماده‌آلی، پتاسیم قابل جذب، فسفر قابل جذب، نیتروژن کل، هدایت هیدرولیکی، اسیدیته، کربنات کلسیم معادل، درصد رس، سیلت و شن در دو منطقه مورد بررسی وامنان و قائن در جدول (۱) نشان داده شده است.

### نتایج تحلیل رگرسیونی بافت خاک بر عملکرد زعفران در قائن

بر اساس داده‌های جدول (۲) و شکل (۳) ملاحظه می‌شود مقدار آماره جارک-برا در الگوی رگرسیونی تخمینی قائن ۰/۹۸ و کمتر از ۵/۹۹ است. بدین ترتیب نرمال‌بودن توزیع احتمال اجزا اخلال الگوی رگرسیونی تخمینی تایید و انجام تحلیل رگرسیونی بلامانع محسوب شده و آزمون‌ها و استنتاج‌های آماری پذیرفتنی است. نوع کشت در هر دو استان مشابه و به صورت دیم می‌باشد.

**جدول ۱. میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه مطالعاتی وامنان و قائن**

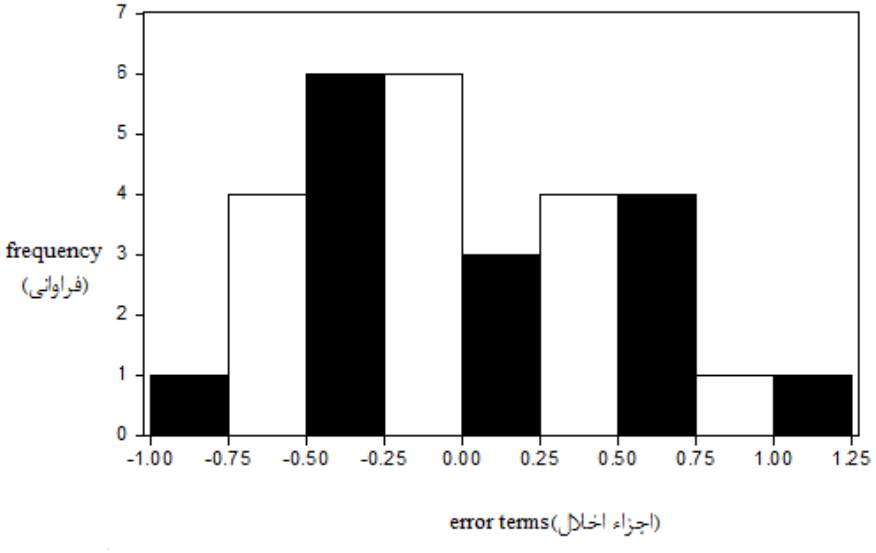
**Table 1. Average of physical and chemical soil properties in two studied regions of Vamanan and Ghaen**

| منطقه | شن | رس | سیلت | ماده آلی | هدایت الکتریکی | کربنات کلسیم معادل | pH | نیتروژن کل | فسفر قابل جذب | پتاسیم قابل جذب | عملکرد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Area | Sand (%) | Clay (%) | Silt (%) | Om (%) | Ec (ds.m) | T.N.V (%) | | Total Nitrogen(%) | Available Phosphorous(mg.kg) | Available Potassium (mg.kg) | Yield (kg.ha) |
| قائن Ghaen | 49 | 22 | 29 | 1.3 | 6.7 | 15.9 | 7.9 | 0.08 | 14.9 | 241.8 | 3.42 |
| وامنان Vamanan | 16.8 | 24 | 59.3 | 1.8 | 0.9 | 21.6 | 7.5 | 0.1 | 39.9 | 484 | 8.7 |

**جدول ۲. نتایج آزمون جارک– برا برای بررسی نرمال بودن اجزا اخلال مدل رگرسیونی در قائن**

**Table 2. Jarque-Bera test's results for investigating the normality of the regression model's error terms in Ghaen**

| series:residual | میانگین | میانه | ماکزیمم | مینیمم | ضریب تغییرات | چولگی | کشیدگی | جارک-برا | احتمال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه Sample 1 30 | mean | median | maximum | minimum | std. Dev. | skewness | kurtosis | Jarque-Bera | probability |
| | $-8.80e^{-16}$ | -0.09517 | 1.063958 | -0.928837 | 0.493516 | 0.252243 | 2.27161 | 0.981324 | 0.612221 |




**شکل ۳. آزمون جارک– برا برای بررسی نرمال بودن اجزا اخلال مدل رگرسیونی در قائن**

**Fig 3. Jarque-Bera's test for investigating the normality of the regression model's error terms in Ghaen**

شکلی که در پی آزمون جارک-برا ارائه شده است در واقع توزیع احتمال اجزا اخلال الگوی رگرسیونی برآورد شده است که به خوبی بیانگر توزیع نرمال آن است. در این شکل محور افقی بیانگر مقادیر اجزا اخلال الگوی رگرسیونی و محور عمودی نشان‌دهنده فراوانی آنها می‌باشد. برای مثال در محور افقی اولین ستون بیانگر مقادیر اجزا اخلال در دامنه ۱- تا ۰/۷۵- و محور عمودی بیانگر تعداد یا فراوانی آنها در مشاهدات است که برابر یک می‌باشد.

نتایج آزمون وایت برای بررسی همسانی اجزا اخلال الگوی رگرسیونی تخمینی قائن در جدول (۳) آورده شده است. مقدار آماره $nR^2$ برابر ۱۴/۲۵ است که بزرگتر از مقدار کای‌دو جدول می‌باشد. بنابراین فرض صفر دال بر همسانی واریانس اجزا اخلال تایید می‌شود.

**جدول ۳. نتایج آزمون وایت برای بررسی همسانی واریانس اجزا اخلال مدل رگرسیونی در قائن**

**Table 3. White test results for investigating the error terms homoscedasticity of the estimated regression model in Ghaen**

| | | | |
|---|---|---|---|
| آمارهF<br>F-statistic | 2.220501 | توزیع F<br>Prob. F(19,10) | 0.0984 |
| ضریب تعیین<br>Obs*R-squared | 14.25172 | توزیع کای دو<br>Prob. Chi-Square(19) | 0.3567 |

نتایج تخمین الگوی رگرسیونی عوامل مؤثر بر عملکرد زعفران در منطقه قائن در جدول (۴) آورده شده است. در الگوی رگرسیونی تخمینی این منطقه، مقدار ضریب تبیین تعدیل شده حدود ۰/۵۴ و بیانگر آن است که ۵۴ درصد تغییرات عملکرد زعفران در منطقه قائن ناشی از تغییرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (متغیرهای لحاظ شده در الگو) است. باقیمانده تغییرات عملکرد زعفران را می‌توان به اثر عوامل ناشناخته و یا غیرقابل-اندازه‌گیری (عوامل آب و هوایی) و یا نهاده‌های تولید نسبت داد. مقدار آماره دوربین واتسون(DW) ۱/۲ است که بیانگر عدم خودهمبستگی متوالی اجزای اخلال الگو می‌باشد. آماره F الگو بیانگر معنی‌داری کلی رگرسیون است یعنی حداقل یک متغیر مستقل معنی‌دار در مدل وجود دارد. به عبارت دیگر حداقل یکی از خصوصیات

فیزیکی-شیمیایی خاک بر تغییرات عملکرد زعفران تأثیر تعیین‌کننده و معنی‌دار دارد. بر پایه نتایج الگوی رگرسیونی تخمینی مندرج در جدول مذکور، رس (CLAY)، سیلت (SILT) و نسبت سیلت به ماسه (SS) خاک مزارع مورد بررسی تأثیر معنی‌دار و تعیین‌کننده بر عملکرد زعفران در قائن در سطح معنی-داری کمتر از ۱۰ درصد دارند. ضمن اینکه اثر متقابل سیلت و ماسه (SCIN) نیز بر تغییرات عملکرد زعفران در سطح حدود ۱۲ درصد معنی‌دار است. برخی محققان عقیده بر رشد مناسب‌تر زعفران در خاک‌های سبک و غنی از موادآلی دارند (Gresta et al., 2009)، در حالیکه فرناندز (Fernandez, 2004) بیان کرد که بهترین بافت خاک برای کاشت زعفران، بافت رسی می-باشد که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. محقق دیگری بهترین خاک برای رشد زعفران را خاک‌های با بافت شنی یا لومی عنوان نموده است (Menia et al., 2018) که با توجه به اینکه بافت خاک در دو منطقه مورد مطالعه لومی شنی و لومی سیلتی می‌باشد لذا با نتایج این تحقیق منطبق می‌باشد. در تحقیقی که در مناطق مختلف استان‌های خراسان رضوی (شامل مشهد، نیشابور، سبزوار، تربت حیدریه، تربت جام، گناباد، بردسکن، کاشمر و فیض‌آباد) و جنوبی (شامل بیرجند و قائن) اثر بافت‌های مختلف خاک بر کلیه خصوصیات عملکرد بنه و گل زعفران معنی‌دار در سطح یک درصد ارزیابی شد به طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد زعفران برای بافت‌های لوم شنی و رسی به دست آمد (Rezvani Moghadam et al., 2015).

در تحقیقی با بررسی بافت خاک بر کشت گیاه زعفران مشخص شد که این متغیر در اراضی کشاورزی منطقه آزادشهر کلاس (سیلتی -لومی -رسی) عامل محدودکننده جهت کشت زعفران نمی‌باشد (Maleki et al., 2017). در تحقیق صورت گرفته در گلخانه تحقیقاتی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ عنوان شد بافت خاک می‌تواند فشردگی و مقاومت فیزیکی در برابر خروج جوانه‌ها از خاک را تغییر دهد لذا کاهش مقاومت خاک در بافت لوم شنی باعث تسهیل در خروج برگ‌ها می‌گردد. با توجه به تأثیر بافت خاک بر فشردگی و ایجاد مقاومت در برابر خروج اندام‌های هوایی بنظر می-رسد که در خاک با بافت سبک‌تر به دلیل صرف انرژی کمتر برای رشد اندام‌های زیرزمینی نسبت به خاک‌های با بافت سنگین‌تر تحت‌تاثیر کاهش فشردگی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، انرژی تخصیص یافته به بنه بالاتر بوده که این امر افزایش سرعت گل‌دهی را موجب شده است (Khorramdel et al., 2014).

بر پایه نتایج تخمین، تأثیر رس خاک نیز بر عملکرد محصول زعفران مثبت و معنی‌دار است. به گونه‌ای که با افزایش یک واحدی این عامل انتظار می‌رود ۰/۱۹ کیلو گرم بر عملکرد زعفران افزوده شود. اثر سیلت نیز بر تغییرات عملکرد زعفران در منطقه قائن مثبت و حدود ۰/۱ کیلوگرم است. به عبارت دیگر انتظار می‌رود با افزایش یک واحدی سیلت خاک بر عملکرد زعفران ۰/۱ کیلوگرم در هکتار افزوده شود. البته لازم به ذکر است که تأثیر مثبت همواره امکان‌پذیر نمی‌باشد و بعد از یک میزان مشخص، افزایش عملکرد نه‌تنها میسر نخواهد بود بلکه ممکن است کاهش یابد. از دیگر عوامل تأثیرگذار بر عملکرد زعفران، نسبت مقدار سیلت و ماسه خاک مزرعه می‌باشد که منفی است. یعنی با افزایش یک واحدی نسبت این دو عامل، از عملکرد زعفران به میزان ۱/۳۵ کیلوگرم در هکتار کاسته خواهد شد. از این‌رو برقراری یک نسبت متوازن از سیلت و ماسه خاک بر عملکرد محصول زعفران تأثیر تعیین‌کننده‌ای خواهد داشت. بنابراین در مدیریت خاک مزارع زعفران باید نسبت سیلت به ماسه خاک مزارع مورد بررسی و آزمون قرار گیرد تا این توازن برقرار گردد. نتایج برآورد الگوی رگرسیونی نشان داد اثر متقابل یا مقادیر نسبی دو عامل سیلت و رس خاک نیز بر عملکرد زعفران در سطح ۱۲ درصد معنی‌دار است اما این تأثیر بسیار ناچیز (۰/۰۰۳۳-) می‌باشد. ضریب تخمینی اثر متقابل بیانگر آن است که این دو عامل تأثیر یکدیگر بر عملکرد محصول را خنثی می‌کنند. یعنی سیلت از اثر مثبت رس کاسته و به همین ترتیب رس از تأثیر مثبت سیلت می‌کاهد، هر چند این تأثیرات بسیار ناچیز و تا حدودی قابل‌صرف‌نظر کردن است.

**جدول ۴. نتایج تخمین الگوی رگرسیونی تأثیر بافت خاک بر عملکرد زعفران در قائن**

**Table 4. Results of regression model estimation of the effect of soil texture on yield of Saffron in Ghaen**

| متغیر توضیحی<br>explanatory variable | ضریب تخمینی<br>Estimated coefficient | آماره t<br>t-statistic | سطح معنی‌داری<br>significance level |
|---|---|---|---|
| ثابت (C) | -0.52 | -0.47 | 0.64 |
| نسبت سیلت به ماسه (SS) | -1.35 | -1.93 | 0.066 |
| رس (CLAY) | 0.19 | 3.55 | 0.002 |
| سیلت (SILT) | 0.11 | 3.13 | 0.004 |
| اثر متقابل سیلت و رس (SCIN) | -0.0034 | -1.6 | 0.12 |
| ضریب تعیین ($R^2$) | 0.62 | | |
| ضریب تعیین تعدیل شده (ADJ-$R^2$) | 0.55 | | |

## نتایج تحلیل رگرسیونی تاثیر بافت خاک بر عملکرد زعفران در وامنان

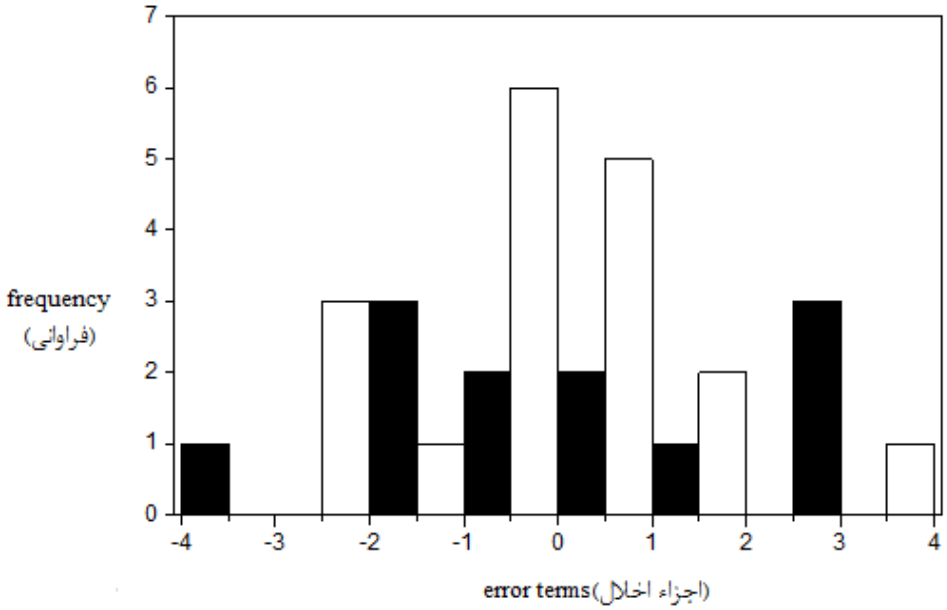
همانند شهر قائن، رابطه کمی بین عملکرد زعفران و بافت خاک مزارع مورد بررسی در منطقه وامنان نیز با کاربست تحلیل رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت. آماره F مدل تخمینی ۴/۷ و بیانگر معنی‌داری کلی آن است، به گونه‌ای که حداقل یک متغیر مستقل معنی‌دار در مدل وجود دارد. ضریب تبیین تعدیل شده مدل ۰/۴۳ است.

آماره دوربین واتسون مدل تخمینی ۲/۱۷ و نشانگر عدم خودهمبستگی متوالی اجزا اخلال مدل است. این نتیجه قابل پیش‌بینی بود زیرا داده‌های مورد تحلیل از نوع مقطع عرضی می‌باشد و این پدیده اغلب در داده‌های سری زمانی مشاهده می‌شود. برای بررسی نرمال بودن اجزا اخلال مدل از آماره جارک–برا استفاده شد. همان‌طور که در جدول (۵) و شکل (۴) ملاحظه می‌شود در وامنان مقدار آماره جارک- برا ۰/۲۰۸ و کمتر از ۵/۹۹ است.

**جدول ۵. نتایج آزمون جارک– برا برای بررسی نرمال بودن اجزا اخلال مدل رگرسیونی در وامنان**

**Table 5. Jarque-Bera test's results for investigating the normality of the regression model's error terms in Vamanan**

| series:residual | میانگین | میانه | ماکزیمم | مینیمم | ضریب تغییرات | چولگی | کشیدگی | جارک-برا | احتمال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه Sample 1 30 | mean | median | maximum | minimum | std. Dev. | skewness | kurtosis | Jarque-Bera | probability |
| | $5.31e^{-16}$ | -0.161216 | 3.886193 | -3.811219 | 1.730465 | 0.191976 | 2.860805 | 0.208492 | 0.901004 |




**شکل ۴. آزمون جارک– برا برای بررسی نرمال بودن اجزا اخلال مدل رگرسیونی در وامنان**

**Fig 4. Jarque-Bera's test for investigating the normality of the regression model's error terms in Vamanan**

نتایج آزمون وایت در وامنان نیز نشان داد که مشکل ناهمسانی واریانس اجزا اخلال وجود ندارد. نتایج آزمون وایت برای بررسی همسانی اجزا اخلال الگوی رگرسیونی در جدول (۶) آورده شده است. مقدار آماره $nR^2$ برابر ۲۷/۱ است که بزرگتر از مقدار کای دو جدول نیست.

**جدول ۶. نتایج آزمون وایت برای بررسی همسانی واریانس اجزا اخلال مدل رگرسیونی در وامنان**

**Table 6. White test results for investigating the error terms homoscedasticity of the estimated regression model in Vamanan**

| | | | |
|---|---|---|---|
| آماره F<br>F-statistic | 0.694745 | توزیع F<br>Prob. F(27,2) | 0.74 |
| ضریب تعیین<br>Obs*R-squared | 27.10956 | توزیع کای دو<br>Prob. Chi-Square(27) | 0.46 |

الگوی رگرسیونی تخمینی منطقه وامنان در جدول (۷) آورده شده است. از یافته‌های دیگر تحقیق حاضر، معنی‌داری اثر متقابل سیلت و رس خاک است. این اثر، منفی و نشاندهنده آن است که این دو عامل از اثر یکدیگر بر عملکرد زعفران می‌کاهند. همچنین نتایج تخمین مدل نشان می‌دهد اثر متقابل سیلت و ماسه خاک نیز در تغییرات عملکرد زعفران معنی‌دار و نسبتا قابل‌توجه است. از دیگر نتایج تخمین الگوی رگرسیونی تأثیر منفی و معنی‌دار نسبت مقادیر سیلت و ماسه خاک بر عملکرد زعفران است. به گونه‌ای که با افزایش یک واحدی نسبت این دو خصوصیت خاک، انتظار می‌رود از عملکرد زعفران به مقدار قابل توجه ۳/۲ کیلوگرم در هکتار کاسته شود. بنابراین نسبت متوازن سیلت و ماسه خاک بر عملکرد محصول زعفران تأثیر معنی‌داری خواهد داشت.

**جدول ۷. نتایج تخمین الگوی رگرسیونی تأثیر بافت خاک بر عملکرد زعفران در وامنان**

**Table 7. Results of regression model estimation The effect of soil texture on yield of Saffron in Vamanan**

| متغیر توضیحی<br>explanatory variable | ضریب تخمینی<br>Estimated coefficient | آماره t<br>t-statistic | سطح معنی داری<br>significance level |
|---|---|---|---|
| ثابت (C) | 32.9 | 2.09 | 0.05 |
| اثر متقابل سیلت و ماسه (SCI) | -0.019 | -2.08 | 0.05 |
| نسبت سیلت و رس (SS) | -3.21 | -1.98 | 0.06 |
| اثر متقابل سیلت و ماسه (SSIN) | -0.01 | -1.74 | 0.09 |
| ضریب تعیین ($R^2$) | 0.62 | | |
| ضریب تعیین تعدیل شده (ADJ-$R^2$) | 0.55 | | |
| آماره F (F) | 4.7 | | |

**جدول ۸. پارامترهای اقلیمی مورد بررسی در دو منطقه قائن و وامنان**

**Table 8. Climatic parameters studied in two regions of Ghaen and Vamanan**

| ایستگاه<br>Station | تعداد روزهای یخبندان<br>Number of frost days | تعداد ساعات آفتابی<br>Number of sunny hours | جمع تبخیر<br>Total evaporation (mm) | میانگین دما(درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C) | | | جمع بارش<br>Total rainfall (mm) | سال زراعی<br>Crop year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | متوسط<br>Medium | حداکثر<br>Maximum | حداقل<br>Minimum | | |
| خراسان جنوبی(قائن)<br>Sothern Khorasan (Ghaen) | 61 | 3212.8 | 2481.4 | 17 | 24.3 | 9.8 | 131.7 | 90-91 |
| | 81 | 3218.3 | 2661.4 | 16.4 | 24.3 | 8.4 | 69.2 | 91-92 |
| | 54 | 2971.6 | 2410.5 | 17.5 | 24.9 | 10.1 | 147.8 | 92-93 |
| | 44 | 3288.8 | 2591.1 | 17.9 | 25.4 | 10.4 | 127.8 | 93-94 |
| | 81 | 3473.9 | 2808.4 | 17.7 | 25.5 | 9.7 | 87.3 | 94-95 |
| گلستان(وامنان)<br>Golestan (Vamanan) | 11 | 2487.7 | 1687.5 | 17.2 | 33.2 | 7.1 | 347.2 | 90-91 |
| | 9 | 2287.4 | 1512.3 | 17.5 | 34 | 6.5 | 250.7 | 91-92 |
| | 10 | 2525.2 | 1640.2 | 17.5 | 32.8 | 6.6 | 320.2 | 92-93 |
| | 7 | 2758.9 | 1810.3 | 19 | 25.3 | 12.8 | 280.8 | 93-94 |
| | 2 | 2225.8 | 1483.2 | 15.2 | 20.7 | 10.9 | 380.1 | 94-95 |

**نتایج تحلیل رگرسیونی پارامترهای اقلیمی مورد بررسی در دو منطقه قائن و وامنان**

مقدار و نوع تأثیرگذاری پارامترهای اقلیمی بسته به نوع محصول و نیز مناطق سرزمینی ممکن است متفاوت باشد. برای بررسی تأثیر احتمالی پارامترهای اقلیمی بر عملکرد محصول زعفران خلاصه‌ای از اطلاعات اقلیمی مربوط به مناطق مورد مطالعه شامل جمع بارش، میانگین دما، جمع تبخیر، ساعات آفتابی و روزهای یخبندان در جدول (۸) ارائه شده است.

نتایج تحلیل رگرسیونی در جدول (۹) بین داده‌های عملکرد زعفران (بر حسب کیلوگرم در هکتار) و میانگین هفت پارامتر اقلیمی مؤثر بر رشد و عملکرد زعفران

شامل روزهای یخبندان، ساعات آفتابی، بارندگی، تبخیر، میانگین، حداقل و حداکثر درجه حرارت نشان می‌دهند که عملکرد در هکتار زعفران در اقلیم مدیترانه‌ای وامنان تحت‌تأثیر تعداد روزهای یخبندان قرار می‌گیرد.

**جدول ۹. مدل رگرسیونی تأثیر پارامترهای هواشناسی بر عملکرد زعفران در وامنان**

**Table 9. Regression model of the effect of clamatic parameters on yield of Saffron in Vamanan**

| Model | | ضرایب غیراستاندارد Unstandardized Coefficients | | آماره t t | سطح معنی‌داری Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | B | خطای استاندارد Std. Error | | |
| 1 | Constant (مقدار ثابت) | 9.233 | 0.414 | 22.307 | 0.000 |
| | ICE (روزهای یخبندان) | -0.125 | 0.049 | -2.541 | 0.035 |

a. Dependent Variable: Yield

همچنین الگوی رگرسیونی نشان می‌دهد که با ثابت بودن سایر شرایط، با هر یک روز افزایش تعداد روزهای یخبندان از عملکرد زعفران ۰/۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کاسته خواهد شد. عدم تأثیر سایر پارامترهای هواشناسی می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری و میان-گیری در طول سال زراعی باشد. طی مطالعه‌ای که در خصوص ارزیابی تناسب اراضی براساس داده‌های اقلیمی انجام گرفت و موقعیت دما را در طول دوره رشد زعفران بررسی کردند و مناسب‌ترین دما را ۲۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد برای رشد این محصول گزارش نموده‌اند (Molina et al., 2005). در مطالعه‌ای دیگر با توجه به ارزیابی تأثیر عوامل اقلیمی مؤثر بر کشت زعفران با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پارامتر اقلیمی دما را یکی از مؤثرترین عناصر مؤثر در کشت زعفران مشخص نموده‌اند (Kamyabi et al., 2014). در تحقیقی دیگر طی دوره آماری ۱۹۹۱-۲۰۰۲ به بررسی مناطق کشت مستعد زعفران در سطح شهرستان نیشابور بر اساس عوامل اقلیمی، توپوگرافی، آب و خاک پرداخته شد و مناطق مناسب و نامناسب کشت این محصول را تعیین نمودند و در آن تحقیق مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید زعفران در درجه اول کیفیت نامطلوب آب آبیاری و سپس خصوصیات خاک تشخیص داده شد (Farajzadeh & Mirzabyati, 2007). در آزمایش انجام یافته بر تأثیر دما و میزان گل‌دهی زعفران مشاهده شد که دما فاکتور اصلی در سرعت رشد اندام‌های هوایی زعفران است. دمای لازم برای تشکیل جوانه اولیه گل (۲۰ درجه سانتی‌گراد) در زعفران بیش از دمای لازم برای ظهور گل (۱۷ درجه سانتی‌گراد) بود. از این رو در مناطق گرمسیر جوانه گل زودتر تشکیل شده و ظهور گل دیرتر صورت می‌گیرد. به‌طورکلی اگر در طول فصل زمستان و بهار میزان بارندگی زیاد و دارای پراکنش منظم باشد، می‌توان امید داشت که در سال آینده عملکرد محصول زعفران بالا باشد در غیر این صورت عملکرد زعفران پائین می‌آید. گستره مطلوب حداکثر دما برای تولید زعفران در این تحقیق دامنه‌ای بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (Molina et al., 2005).

نتایج آزمون همبستگی دو دامنه پیرسون مندرج در جدول (۱۰) بر نتایج تحلیل رگرسیونی صحه می‌گذارد. همان‌طوری‌که ملاحظه می‌شود ضریب همبستگی بین عملکرد زعفران و تعداد روزهای یخبندان برابر ۰/۶۶۸- و در سطح احتمال کمتر از ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد.

**جدول ۱۰. ضریب همبستگی بین عملکرد محصول زعفران با پارامترهای هواشناسی در وامنان**

**Table 10. Correlation coefficient between yield of Saffron and clamatic parameters in Vamanan**

| | | عملکرد Yield | بارندگی Rainfull | میانگین دما Average temporature | تبخیر Evaporation | ساعات آفتابی Sunny hours | روزهای یخبندان Frost days |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yield (عملکرد) | Pearson Correlation (ضریب پیرسون) | 1 | -0.119 | 0.074 | 0.028 | 0.198 | -.668* |
| | Sig. (2-tailed) | | 0.743 | 0.84 | 0.938 | 0.584 | 0.035 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

*همبستگی معنی‌دار در سطح ۰،۰۵ و **همبستگی معنی‌دار در سطح ۰،۰۱

*Correlation is significant at the 0.05 level and ** Correlation is significant at the 0.05 level

**جدول۱۱. ضریب همبستگی بین عملکرد محصول زعفران با پارامترهای هواشناسی در قائن**

**Table 11. Correlation coefficient between yield of Saffron and clamatic parameters in Ghaen**

| | | عملکرد Yield | بارندگی Rainfull | میانگین دما Average temporature | تبخیر Evaporation | ساعات آفتابی Sunny hours | روزهای یخبندان Frost days |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yield (عملکرد) | Pearson Correlation (ضریب پیرسون) | 1 | -0.372 | 0.247 | 0.458 | 0.127 | 0.073 |
| | Sig. (2-tailed) | | 0.19 | 0.395 | 0.099 | 0.665 | 0.804 |
| | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |

اما بر اساس نتایج تحلیل رگرسیونی و آزمون همبستگی در اقلیم خشک قائن، رابطه معنی‌داری بین عملکرد محصول زعفران و پارامترهای هواشناسی مشاهده نگردید (جدول ۱۱).

مطالعات و بررسی‌هایی که بر روی روند تغییرات عوامل جوی صورت گرفته حکایت از آن دارد که افت درجه حرارت و وقوع یخبندان در مراحل مختلف رشد (رویشی و زایشی) برای محصولات کشاورزی مخاطره‌انگیز می‌باشد و در نهایت موجب محدودیت تولید می‌شود. زیرا گیاهان حساس به سرما مانند زعفران اندام‌های حساس به سرما در آن از قبیل گل، برگ و کورم در دماهای صفر و زیر صفر درجه صدمه می‌بینند. چنانچه یخبندان در زمان رشد و ثمردهی محصولات کشاورزی آغاز گردد، می‌تواند به گیاه آسیب جدی رساند و یا رشد گیاه را متوقف کند و در زمان گل‌دهی می‌تواند اثر منفی بر عملکرد محصول زعفران داشته باشد (Mohammadi et al., 2011). هرچند زعفران در مناطق معتدل و خشک کشت می‌شود ولی بخش اعظمی از طول رشد این گیاه مواجه با یخبندان‌های زمستانه است لذا می‌توان این گیاه را یک گیاه مقاوم به سرما به حساب آورد، هرچند که سرمای شدید باعث کاهش عملکرد آن می‌گردد (Molina et al., 2004).

در تحقیقی دیگر مقایسه‌ای بین شهرستان مرودشت و شهرهای قائن و تربت حیدریه صورت گرفت و در آن پژوهش، شهرستان مرودشت از نظر دمایی و نوسانات روزانه دما با شهرهای زعفران‌خیز ایران مانند قائن و تربت حیدریه به طور نسبی مشابهت داشته و از این نظر برای کشت زعفران محدودیتی در آن وجود ندارد. همچنین از نظر احتمال وقوع یخبندان و همچنین درجه روز مورد نیاز برای رشد و گل‌دهی زعفران در شهرستان مرودشت محدودیتی وجود ندارد و با توجه به ضریب گیاهی و نیاز آبی این محصول در دوره اولیه رشد با توجه به کسری آب مورد نیاز، آبیاری این محصول ضروری است (Mohammadi et al., 2011).

در تحقیقی دیگر عنوان شد که وقوع یخبندان در زمان گل‌دهی می‌تواند اثر منفی بر محصول زعفران داشته باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Mohammadi et al., 2011). در پژوهشی دیگر با استفاده از نرم‌افزار تعیین اقلیم و نرم‌افزار SPSS آمار روزانه و ماهانه پارامترهای بارش، دما، رطوبت نسبی، تعداد روز یخبندان و تعداد ساعت آفتابی شهرستان کاشمر و قائن طی دوره آماری ۲۰ ساله زراعی (۹۰-۱۳۷۱) تحلیل شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد چنانچه یخبندان در زمان گل‌دهی رخ دهد بر عملکرد محصول تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین بارش در زمان خواب تابستانی برای زعفران مضر است (Arsalani et al., 2014).

در پژوهشی مشخص شد که تعداد روزهای یخبندان در دوره گلدهی گیاه زعفران در استان‌های کرمانشاه و خوزستان، دارای اهمیت بالایی است به‌طوری‌که باعث کاهش گل‌دهی محصول می‌شود. بنابراین حد تحمل این گیاه برای یخبندان، چه در دوره زایشی و چه در دوره رویشی دارای اهمیت است. میانگین تعداد روز یخبندان در دوره رشد زایشی برای این گیاه ۱۶/۵ و پایین‌تر مناسب در نظر گرفته شده است (Mojarad & Ghafourizadeh, 2014.). علوی‌زاده و همکاران (Alavizadeh et al., 2013) طبقه بسیار مناسب جهت توزیع دوره یخبندان را در دشت کاشمر بین ۲۰-۵۰ روز در سال طبقه‌بندی کردند. در مقایسه تاثیر عوامل هواشناسی بر عملکرد زعفران در دو شهرستان کاشمر و قائنات نتایج نشان داد در فصل گلدهی کاشمر (نیمه آبان تا نیمه آذر) تعداد روز یخبندان ۴/۵ روز است و در فصل گلدهی قائنات (نیمه مهر تا نیمه آبان) به ۵/۱ روز می‌رسد. بنابراین کم بودن تعداد روز یخبندان کاشمر نسبت به قائنات به‌خصوص در هنگام چیدن گل، برای کشت زعفران در کاشمر نسبت به قائنات یک مزیت به‌شمار می‌آید (Arsalani et al., 2014).

نتایج تحقیقی نشان می‌دهد تأثیر مقادیر دما و یخبندان در مراحل رشد زعفران در استان اردبیل نسبت به سایر عوامل بیشتر است، زیرا دماهای پایین در دوره رشد، بخصوص در زمان گل‌دهی این گیاه زراعی، در عملکرد و کیفیت بسیار مهم بوده و حتی در میزان محصول در سال بعد هم اهمیت به‌سزایی دارد. پارامتر دیگری که نقش مهم در مراحل فنولوژی زعفران دارد مقادیر بارش در طول دوره رشد است که در استان اردبیل با توجه به بالا بودن بارندگی و نیز همسو بودن زمان بارندگی با دوره رشد زعفران، می‌توان کشت زعفران را از لحاظ بارندگی در تمامی نقاط آن انجام داد ولی از آنجا که زعفران در طول دوره رشد به حداکثر ۲۲۲ میلی‌متر آب نیاز دارد، مشاهده می‌شود که هرچه از شمال به سمت جنوب و جنوب شرقی حرکت کنیم
شرایط مطلوب‌تری از نظر بارندگی برای کاشت این گیاه وجود خواهد داشت (Sobhani, 2016).

نتایج مدل رگرسیونی با متغیر مستقل کیفی در جدول (۱۲) آورده شده است. ضریب تعیین تعدیل شده مدل حدود ۶۶ درصد است. به عبارت دیگر ۶۶ درصد تفاوت عملکرد زعفران در دو استان گلستان و خراسان جنوبی تحت‌تاثیر منطقه کشت یا استان می‌باشد. آماره دوربین واتسون ۱/۶ است که بیانگر عدم خودهمبستگی اجزا اخلال مدل رگرسیونی تخمینی است.

ضریب تخمینی متغیر مستقل استان در مدل تخمینی مندرج در جدول مذکور به خوبی تأثیر معنی‌دار منطقه کشت را بر تغییرات عملکرد در هکتار زعفران نشان می‌دهد. این اثر معنی‌دار و تعیین‌کننده است. این یافته بر تأثیر قابل‌توجه منطقه و به تبع اقلیم بر عملکرد زعفران دلالت دارد. مقدار ضریب تأثیر این متغیر برابر ۵/۳ و بیانگر آن است که عملکرد زعفران در وامنان به طور میانگین ۵/۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد زعفران در قائن است. این اثر در سطح کمتر از یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

**جدول ۱۲. نتایج تخمین الگوی رگرسیونی تأثیر منطقه کشت (قائن و وامنان) بر عملکرد زعفران**

**Table 12. Results of regression model estimation of the effect of cultivation area (Ghaen and Vamanan) on yield of Saffron**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| متغیر وابسته: عملکرد<br>Dependent Variable: YIELD<br>روش:حداقل مربعات<br>Method: Least Squares<br>نمونه<br>Sample: 1 60 | | | | |
| متغیر مستقل<br>Variable | مقادیر ضرایب متغیر مستقل<br>Coefficient | خطای استاندارد<br>Std. Error | آماره t<br>t-Statistic | احتمال<br>Prob. |
| عرض از مبدأ<br>C | 3.423333 | 0.349797 | 9.786617 | 0.0000 |
| استان<br>Province | 5.313333 | 0.494688 | 10.74077 | 0.0000 |
| ضریب تعیین<br>R-squared | 0.665444 | میانگین متغیر وابسته<br>Mean dependent var. | | 6.080000 |
| ضریب تعیین تعدیل شده<br>Adjusted R-squared | 0.659676 | انحراف معیار متغیر وابسته<br>S.D. dependent var | | 3.284210 |
| خطای استاندارد رگرسیون<br>S.E. of regression | 1.915919 | معیار آکائیکه<br>Akaike info criterion | | 4.171037 |
| باقیمانده مجموع مربعات<br>Sum squared residual | 212.9033 | معیار شوآرز<br>Schwarz criterion | | 4.420849 |
| درست نمایی بر حسب لگاریتم<br>Log likelihood | -123.1311 | معیار حنان کوئین<br>Hannan-Quinn criter | | 4.198345 |
| آماره F<br>F-statistic | 115.3642 | آزمون دوربین واتسون<br>Durbin-Watson test | | 1.607666 |
| احتمال آماره F<br>Prob (F-statistic) | 0.0000 | | | |

در پژوهشی دیگر تأثیر مکان‌های کشت را برکیفیت زعفران در ایران بررسی و گزارش دادند که کمیت و کیفیت زعفران (به جز عطر) در منطقه نیشابور (خراسان شمالی) بالاتر از تولید در منطقه فردوس (خراسان جنوبی) می‌باشد. این نتایج تاییدی بر نتایج تحقیقی دیگر در خصوص تأثیر معنی‌دار منطقه بر میزان عملکرد در واحد سطح مزارع زعفران می‌باشد (Omidbeygi et al., 2001). نتایج تحقیق دیگری نشان می‌دهد که عملکرد زعفران به شدت تحت‌تأثیر درجه حرارت بوده و این تأثیر بسته به اقلیم هر منطقه متفاوت است، مناطق جنوبی استان خراسان از جمله شهرستان گناباد دارای بهترین موقعیت از نظر پارامترهای مورد بررسی برای کشت زعفران تشخیص داده شد و همچنین عملکرد زعفران تولیدی از جنوب به سمت شمال استان روند کاهشی داشت. در این تحقیق علاوه بر همبستگی بالا بین عملکرد و پارامترهای دمایی، شهرستان‌های جنوبی استان از جمله گناباد دارای عملکرد بالا (۴/۸۸-۴/۲۱ کیلوگرم در هکتار)، شهرستان‌های مرکزی از جمله تربت حیدریه دارای عملکردی متوسط (۴/۲۱-۳/۵۳ کیلوگرم در هکتار) و شهرستان‌های شمالی مانند قوچان دارای عملکردی ضعیف (۳/۵۳-۲/۸۵ کیلوگرم در هکتار) ارزیابی شدند (Tosan et al., 2015) و این یافته‌ها با نتایج تحقیق دیگری در سطح استان خراسان رضوی نیز مطابقت دارد (Bashiri & Salari, 2016).

در تحقیقی دیگر به بررسی پیش‌بینی عملکرد زعفران در استان خراسان رضوی با استفاده از مدل‌های آب و هوا بر عملکرد پرداخته شد و از روش آنالیزهای رگرسیونی در دو مدل برای پیش‌بینی عملکرد در استان خراسان برای سال‌های آماری ۹ تا ۲۲ سال استفاده شد. پارامترهای مورد استفاده در این مدل دما و بارندگی و در مدل دیگر دما، بارش، رطوبت نسبی و

ساعت آفتابی بوده و نتایج حاصل از این تحقیق شامل ارائه یک مدل تجربی در راستای پیش‌بینی عملکرد زعفران در ایران و در خراسان بوده و مشخص شد که در شهرهای مهم تولید زعفران در بیرجند، تربت‌حیدریه، فردوس، قائن، کاشمر و گناباد شاهد کاهش عملکرد در سال‌های اخیر بوده که عوامل اقلیمی تأثیر مهمی بر این کاهش داشته است (Hosseini et al., 2008).

بررسی و مقایسه ضمنی داده‌های عملکرد در هکتار زعفران در دو استان گلستان و خراسان جنوبی به خوبی بیانگر تفاوت قابل توجه آن در دو استان مذکور است. این یافته تاکید بر آن دارد که تأثیر معنی‌دار و قابل-توجه منطقه کشت بر عملکرد زعفران به طور جدی نیازمند بررسی و تحلیل می‌باشد. این نتیجه می‌تواند بر بازده اقتصادی افزون‌تر کشت زعفران در استان گلستان در قیاس با استان خراسان جنوبی تاکید نماید. چنانچه کیفیت زعفران تولیدی در این استان قابلیت رقابت با کیفیت زعفران تولیدی منطقه خراسان جنوبی را داشته باشد.

## نتیجه‌گیری

تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر بوده و به همین دلیل شناخت روابط متغیرهای اقلیمی بر محصولات و اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی دارد. در پژوهش حاضر تأثیر شاخص-های اقلیمی مؤثر بر میزان عملکرد زعفران در دو منطقه وامنان و قائن بررسی شده است. نتایج این تحقیق می-تواند برای تصمیمات آینده کشت زعفران ارزشمند باشد و نشان دهد که کدام شاخص اقلیمی بیشترین نقش را در توسعه زعفران ایفا می‌کند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد عملکرد در هکتار زعفران در اقلیم مدیترانه‌ای (وامنان) تحت‌تأثیر تعداد روزهای یخبندان قرار می‌گیرد و با ثابت بودن سایر شرایط اقلیمی مورد بررسی، با هر یک روز افزایش تعداد روزهای یخبندان از عملکرد زعفران ۰/۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کاسته خواهد شد اما در قائن اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های اقلیمی و عملکرد زعفران مشاهده نشد. از طرفی یافته‌های این تحقیق نشان داد که خصوصیات فیزیکی خاک به خصوص بافت خاک بر عملکرد گیاه زعفران تأثیرگذار است به‌طوری‌که در وامنان بر اساس نتایج الگوی رگرسیون تخمینی اثر متقابل سیلت و ماسه خاک بر عملکرد زعفران معنی‌دار و نسبتا قابل‌توجه است. از دیگر نتایج تخمین الگوی رگرسیونی تأثیر منفی و معنی‌دار نسبت مقادیر سیلت و ماسه خاک بر عملکرد زعفران است. به گونه‌ای که با افزایش یک واحدی نسبت این دو خصوصیت خاک، انتظار می‌رود از عملکرد زعفران به مقدار قابل توجه ۳/۲ کیلوگرم در هکتار کاسته شود. در قائن بر پایه همین نتایج، تأثیر رس خاک بر عملکرد محصول زعفران مثبت و معنی‌دار است و با افزایش یک واحدی این عامل انتظار می‌رود ۰/۱۹ کیلو گرم بر عملکرد زعفران افزوده شود. از طرفی با افزایش یک واحدی سیلت خاک بر عملکرد زعفران ۰/۱ کیلوگرم در هکتار افزوده شود و با افزایش یک واحدی نسبت سیلت و ماسه خاک، از عملکرد زعفران به میزان ۱/۳۵ کیلوگرم در هکتار کاسته خواهد شد. همچنین استفاده از خاک دارای بافت سبک‌تر باعث ایجاد شرایط بهینه جهت رشد بنه زعفران و در نهایت افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران خواهد شد. بنابراین، از طریق اصلاح خاک و سبک‌تر کردن خاک مزرعه و یا انتخاب زمین‌های دارای بافت سبک‌تر برای کاشت زعفران، می‌توان باعث افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه گردید. در خصوص عملکرد زعفران در روستای وامنان استان گلستان به طور میانگین ۵/۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد زعفران در شهرستان قائن استان خراسان به‌دست آمده است که لازم است مطالعاتی در این زمینه در دیگر مناطق استان گلستان و همچنین سایر مناطق زعفران‌کاری کشور انجام شود تا شناخت کامل‌تری از عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد زعفران حاصل گردد. در نهایت ذکر این نکته ضروری است که جهت بررسی جامع‌تر و دقیق‌تر تغییرات شاخص‌های عملکرد زعفران در منطقه علاوه بر سایر شاخص های اقلیمی بررسی نشده از خصوصیات خاک از قبیل شوری خاک، آب مورد استفاده، سن مزرعه زعفران، تراکم بنه و ویژگی‌های فردی و مدیریتی کشاورزان و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری نشده در میزان عملکرد این محصول بهره جست.

## منابع


Arsalani, F., Rasouli., S. J., & Asgharzade, A. (2014). The effects of meteorological factors (rainfall, temperature, relative humidity, freezing days and sunny hours) on yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) in Kashmar and Ghaenat Towns. *Saffron Agronomy & Technology, 3*(1), 66-75. [In Persian].

Alavizadeh, S. A. M., MonazzamEsmaeilpour, A., & HosseinzadehKermani, M. (2013).Feasibility of suitable land of Saffron cultivation in Kashmar plain using GIS. *Journal of Saffron Agronomy and Technology, 1*(1), 71-95. [In persian].

Bashiri, M., & Salari, A. (2016). Using Geostatistics for Zoning Areas Suitable for Saffron Cultivation in the Khorasan Razavi Province Based on Climatological Parameters. *Saffron Agronomy & Technology, 4*(2), 155-167.[In Persian].

Black, C. A., Evans, D. D., White J. L, Ensminger, L. E., & Clark, F. E. (1965). *Methods of soil analysis: part 2*. ASA, Madison.

Bremner J. M. (1970). *Nitrogen total, regular Kjeldahl method, In: Methods of soil analysis, Part II: chemical and microbiological properties, 2nd ed.* Agronomy, 9(1). A.S.A. Inc., S.S.S.A. Inc., Madison Publisher, Wisconsin, pp, 610–616.

Caser, M., Victorino, I., Demasi, S., Berruti, A., Donno, D., Lumini, E., Bianciotto, V., & Scariot, V. (2019). Saffron Cultivation in Marginal Alpine Environments: How AMF Inoculation Modulates Yield and Bioactive Compounds. *Agronomy (MDPI), 9*(12): 1-15.

Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1962). In: Methods of analysis for soils, plants, and waters. Riverside.

Ebrahimi, Z., Vali, A., Qazavi, R. & Haq Parast, H. (2011). Effects of soil texture components and geometric mean particle diameter on the spectral response of the soil surface (case study: part of Khatam desert, Yazd). *Quantitative Geomorphology Research, 3*: 115-128.

Esmailnejad, M., & Khashei-Siuki, A. (2018). Modelling climate change impacts on spatial distribution of Saffron Cultivation for future A case study: South Khorasan, *Journal of Saffron Research (semi-annual), 6*(1), 75-88. [In Persian].

Farajzadeh, M., & Mirzabyati, R. (2007). Survey sites in lowland zones Saffron Neyshabur using GIS. *Humanities Teacher Journal, 12*, 50- 67. [In Persian].

Fatai, O. O. & Lawal, S. A. (2016). What role do banks play in diversifying the economic base from monolithic structure to agriculture? Parsimonious Error-Correction Model Approach. *Journal of Research in Economics and International Finance, 5*(2): 34-40.

Fernandez , H. A. (2004). Biology, biotechnology and biomedicine of Saffron. *Recent J Resour Dev Plant Sci, 2*, 127–159.

Gresta, F., Avola, G., Lombardoa, G. M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2009). Analysis of flowering, stigma yield and qualitative traits of Saffron (*Crocus sativus L.*) as affected by environmental conditions. *Horticultural Sciences, 119*, 320–324.

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

Hosseini, M., Mollafilabi, A. & Nassiri, M. (2008). Spatial and temporal patterns in Saffron (*Crocus sativus L.*) yield of Khorasan province and their relationship with long term weather variation. *Journal of Iranian Field Crop Research, 6*(1), 79-88.

Ikram, S., Habib, U. & Khalid, N. (2012). Effect of different potting media combination growth and vase life of tuberose (*Polianthes tuberose* Linn.), *Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 49*(2), 121- 125.

Jacob, E. O, & Philip, A. O. (2016). Effect of Internal Control on Financial Performance of Firms in Nigeria (A Study of Selected Manufacturing Firms), *IOS, Journal of Business and Management, 18*(10), 80-85.

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin-Ghafori, A., & Esmaielpour, B. (2014). Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer impacts on agronomical characteristics and yield of Saffron. *Journal of Saffron Research, 1*(2), 120-135.

Kamyabi, S., Habibi -Nokhandan, M., & Rouhi, A. (2014). Effect of climatic factors affecting Saffron using analytic hierarchy process(AHP); (Case Study Roshtkhar Region, Iran). *Saffron A gronomy and echnology, 2*(1), 75-90. [In Persian].

Koochaki, A., Tabrizi, l., Jahani, m., & Mohammad-Abadi, A. A. (2011). An evaluation of the effect of Saffron (*Crocus sativus L.*) corm planting rate and pattern on the crop's performance. *Iranian Journal of Horticultural science. Sci, 42*: 379–391. [In Persian].

Koocheki, A., & Seyyedi, S. M. (2019). *Saffron "seed", the corm. In A. Koocheki and M.Khajeh-Hosseini (eds). Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc, pp, 93-118.

Koozehgaran, S., Mousavi-Baygi, M., Sanaeinejad, H., & Behdani, M. A. (2014). Identification relevant areas for Saffron cultivation according to precipitation and relative humidity in South Khorasan using GIS. *Journal of Saffron Research, 1*, 85-96. [In Persian].

Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M. K. & Ahuja, P. S. (2009). State of Art of Saffron (*Crocus sativus L.*), *Agronomy: A Comprehensive Review. Food Reviews International, 25*, 44–85.

Kuo, S. (1996). *Phosphorus. In D.L. Sparks (Ed.), Methods of soil analysis. Part 3., chemical methods. SSSA, Madison, WI,* pp, 869-920.

Maleki, F., Kazemi, H., Siahmarguee, A., & Kamkar, B. (2017). Development of a land use suitability model for Saffron (*Crocus sativus L.*) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. *Ecological engineering, 106*, 140-153.

Menia, M., Iqbal, S., Zahida, R., Tahir, S., Kanth, R. H., Saad, A. A., & Hussian, A. (2018). Production technology of Saffron for enhancing productivity. *Journal of Pharmacogn and Phytochem, 7*(1), 1033–103.

Moein-Rad, H., Mollafilabi, A., & Sayyadi, M. (2020). Effects of Field Age, Mother Corm Weight and Ecotype on Flower Corm Yield and Quality Traits of Saffron (*Crocus sativus L.*), *Journal of Saffron Research (semi-annual), 8*(1), 55-69. [In Persian].

Mohammadi, H., Ranjbar, F., & Soltani, M. (2011). Climatic potentials assessment for Saffron cultivation in Marvdasht. *Geography and Environmental Planning journal, 43*(3), 33-36.

Mojarad, F., & Ghafourizadeh, M. (2014). Climatic feasibility of Saffron cultivation in Kermanshah and Kurdistan provinces. *Geographical research quarterly, 2*, 87-102. [In Persian].

Molina, R. V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J. L., & Garcia-Luis, A. (2005). Temperature effects on flower formation in Saffron (*Crocus sativus L.*). *Sciatica Horticulture, 103*, 361–379.

Molina, R. V., García-Luis, A., Coll, V., Ferrer, C., Valero, M., Navarro, Y., & Guardiola, J. L. (2004). *Flower formation in the Saffron (Crocus sativus L.) The role of temperature*. Acta Horticulturae 650. First International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology, pp, 39–48.

Naderi-Darbaghshahi, M. R., Khajeh-Bashi, S. M., Bani-Ateba, S. A. R. & Deh-Dashti, S. M. (2008). The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of Saffron field (*Crocus sativus L.*) in Isfahan. *Seed and Plant Journal.* 24: 643-657. [In Persian].

Omidbeygi, R., Sadeghi, B. & Ramezanim, A. (2001) Effects of cultivation site on quality of Saffron (*Crocus sativus L.*). *Iranian Journal of Horticulture, Science and Technology*, 1(3), 167-178.

Rahimi, H., Shokrpour, M., Tabrizi-Raeini, L., & Esfandiari, E. (2017). A study on the effects of environmental factors on vegetative characteristics and corm yield of Saffron (*Crocus sativus*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, pp, 45-52.

Ranjbar, A., Emami, H., Khorassani, R., and Karimi-Karouyeh, A. R. (2016).Soil Quality Assessments in Some Iranian Saffron Fields. *Journal of Agricultural Science and Technology, 18*, 865-878.

Rashed-Mohassel, M. H. (2019*). Evolution and botany of Saffron (Crocus sativus L.) and allied species. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds).* Saffron: Science, Technology and Health. Elsevier Inc, pp, 37-57.

Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., & Mollafilabi, A. (2015). Evaluation of soil physical and chemical characteristics impacts on morphological criteria and yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research, 3*(2), 188-203.

Rhoades, J. D. (1996). *Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds), Methods of soil analysis*, Part 2. ASA, SSSA, Madison, pp, 417–435.

Shahnoushi, N., Abolhassani, L., Kavakebi, V., Reed, M., & Saghaian, S. (2019). *Economic analysis of Saffron production. In A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (eds). Saffron: Science, Technology and Health*. Elsevier Inc, pp, 337-356.

Settineri, G., Mallamaci, C., Mitrovic, M., Sidari, M., & Muscolo, A. (2018). Effects of different thinging intensities on soil carbon storage in *Pinus laricio* forest of Apennine South Italy. *European Journal of Forest Research, 137*, 131-141.

Sobhani, B. (2016). Agroclimatic Zoning cultivation Saffron in Ardabil Province using of method AHP. *Journal of Saffron Research (semi-annual), 4*(1), 72-86. [In Persian].

Tavakoli-Kakhki., H. R., Sharifi., H. R., & Nabipour., Z. (2021). The effect of compaction and soil cover management on the economic performance and characteristics of Saffron corms. *Saffron promotional journal*, *3*(1), 35-43.

Tosan, M., Alizadeh, A., Ansari, H., & Rezvani Moghaddam, P. (2015). Evaluation of yield and identifying potential regions for Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation in Khorasan Razavi province according to temperature parameters. *Saffron Agronomy and Technology*, *3*(1), 1-12. [In Persian].

Thomas, GW. (1996). Soil pH and soil acidity. In: Page AL et al (eds), *Methods of soil analysis, Part 2*. Agron. ASA, SSSA, Madison, pp, 475–490.

Walkley, A., & Black, I. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, *37*:29–38.

Zakiaghl, M., Khorramdel, S., Koocheki, A., Nabati, J., Nazemi, A., Mirshamsi Kachki, A., Mollafilabi, A.,

Zarghani, F., Karimi, A., Khorasani, R., and Lakzian, A. (2016). Evaluation the effect of soil physical and chemical characteristics on the growth characteristics of Saffron (*Crocus sativus L.*) corms in Tornbat-e heydariyeh area. *Journal of Agroecology*, *8*(1), 120-133.

COPYRIGHTS

© 2022-2023 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)