

## تأثیر عوامل هواشناسی (بارش، دما، رطوبت نسبی، روزهای یخبندان و ساعات آفتابی) بر عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در شهرستان‌های کاشمر و قائنات

فاطمه ارسلانی<sup>۱\*</sup> سیدجواد رسولی<sup>۲</sup>، و علی اصغرزاده<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴ آذر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۲۲ مرداد ۱۳۹۳

### چکیده

صادراتی بودن زعفران باعث شده، برنامه‌ریزی برای افزایش کیفیت برای رقابت در بازار جهانی امری اجتناب‌ناپذیر باشد و تحقیقات گسترده‌ای را در هر نقطه‌ای بطلبد. در این پژوهش 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 (۱۳۷۱-۹۰) تحلیل شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد دمای حداکثر و رطوبت نسبی در دو شهرستان یکسان است. بارش بعد از چیدن گل از سطح مزرعه در کاشمر ۷ میلی‌متر بیشتر از قائن است، در این زمان بارش برای گیاه مفید است. تعداد روز یخبندان کاشمر ۱ روز از قائن کمتر است درحالی‌که یخبندان در زمان گلدهی بر عملکرد محصول تأثیر منفی می‌گذارد. بارش در زمان خواب تابستانی برای زعفران مضر است بارش کاشمر در این زمان ۹/۹ میلی‌متر بیشتر از قائن است. هر چه افت درجه حرارت شب بیشتر باشد روز بعد تعداد گل بیشتری جمع خواهد شد. درجه حرارت میانگین قائن ۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن ۱/۵ درجه سانتی‌گراد کمتر از کاشمر بود و هرچقدر ساعت آفتابی در فصل گلدهی بیشتر باشد کیفیت محصول بالاتر است. ساعت آفتابی قائن در فصل گلدهی ۵۵/۹ ساعت بیشتر از کاشمر است. اختلاف اندک در سه پارامتر اقلیمی، بارش زمان خواب تابستانی، درجه حرارت و ساعت آفتابی نمی‌تواند تنها دلیل پایین‌تر بودن کیفیت زعفران شهرستان کاشمر نسبت به قائنات باشد.

کلمات کلیدی: اقلیم کشاورزی، کیفیت، زعفران.

### مقدمه

هوایی آن لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است. تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر بوده و به همین دلیل شناخت روابط متغیرهای اقلیمی بر محصولات اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی برای کشورها دارد (Kozehgaran et al., 2011). زعفران یکی از مهم‌ترین محصولات است که با توجه به صادراتی بودن و ارزآوری آن توجه خاصی به آن معطوف شده است. در ایران اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون مثل نیاز آبی کم و سازگاری با مناطق خشک و کویری نسبت به سایر محصولات کشاورزی، اشتغال‌زایی روستاییان و جلوگیری از مهاجرت آن‌ها با توجه به بالا بودن درآمد حاصل از کشت زعفران نسبت به سایر محصولات کشاورزی و همچنین توسعه صادرات غیرنفتی قابل بررسی است. اصولاً رشد گیاه مربوط به تمام عواملی است که محیط

در ایران کشاورزی یکی از بخش‌های اقتصادی به شمار می‌آید و رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست. یکی از راه‌های اساسی برای تولید و ارتقاء فعالیت‌های زراعی در کشور استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اکولوژیک آن‌ها است (Farajzade & Takalobighash, 2002). آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و

۱- دانشجوی دکتری مخاطرات آب و هوایی، دانشگاه خوارزمی تهران.

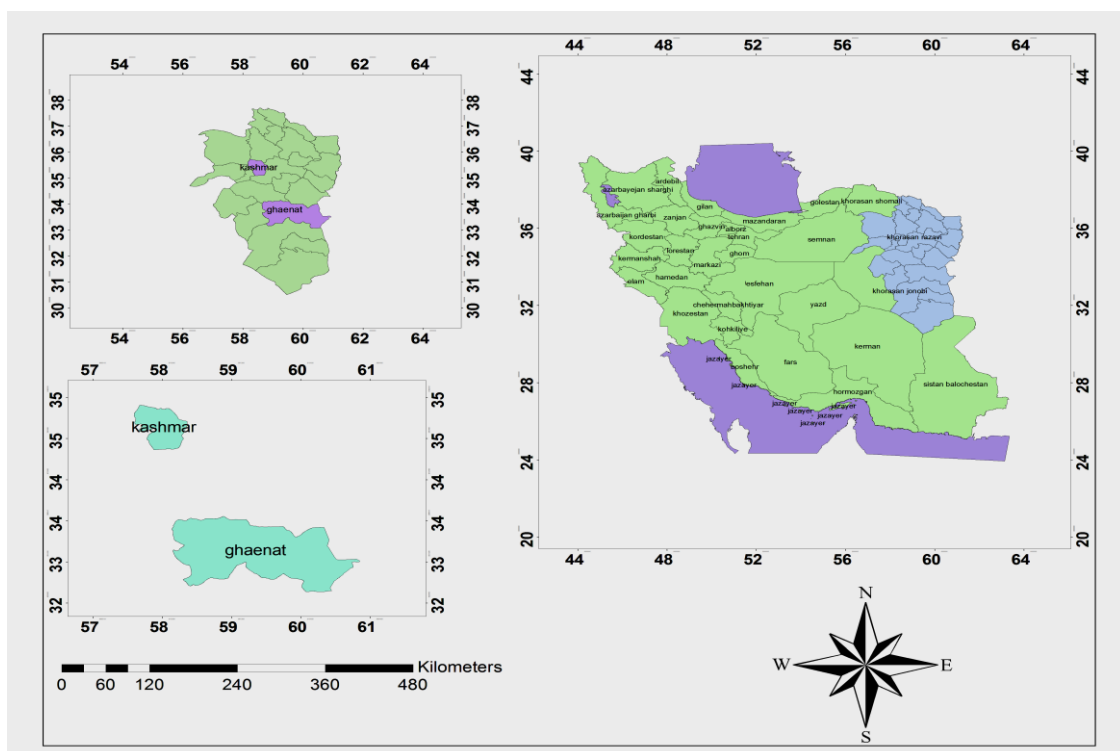
۲- کارشناس ارشد اقلیم شناسی، محل خدمت اداره کل هواشناسی خراسان رضوی.

۳- دانشجوی دکتری بوم شناسی زراعی، دانشگاه فردوسی.

\*- نویسنده مسئول: (arsalani.f.64@gmail.com)

محصول به عنوان یک محصول صادراتی و با توجه به این که در سال- های اخیر کشور همسایه (افغانستان) در حال افزایش زمین‌های زیر کشت زعفران است. توجه و برنامه‌ریزی برای بالابردن کیفیت این محصول برای رقابت در بازار جهانی امری واجب و اجتناب‌ناپذیر است و تحقیقات گسترده‌ای را در هر نقطه‌ای می‌طلبد. مطالعه و شناخت دلایل پایین بودن کیفیت محصولات زراعی در هر منطقه به برنامه- ریزان و کشاورزان آن منطقه کمک می‌کند و در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی نقشی اساسی و قابل توجه دارد. همچنین 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. با بررسی منابع گوناگون و پرسش از تجار و متخصصین جهاد کشاورزی شهرستان کاشمر مشخص شد کیفیت زعفران قائن بالاتر از کیفیت زعفران کاشمر است بنابراین هدف اصلی این پژوهش مقایسه بین پارامترهای هواشناسی تأثیرگذار (بارش، دما، رطوبت نسبی، روزهای یخبندان و ساعات آفتابی) بر کیفیت این محصول در دو شهرستان قائن و کاشمر است.

را به وجود می‌آورد و هیچ عامل منفردی نقش ساده‌ای را در محیط بازی نمی‌کند. با توجه به اهمیت این موضوع سایر محققین در این رابطه تحقیقات ارزشمندی انجام دادند به عنوان نمونه هالویک (Haulicek, 1985) از طریق روش تجزیه و تحلیل همبستگی تأثیر عوامل آب و هوا را بر عملکرد محصولات زراعی بر اساس انحراف عملکرد محصول از خط رگرسیون بررسی کرد. اسماعیل‌زاده و جهانبخش (Ismail-Zadeh & Jahanbakhsh, 2011) نقش پارامترهای اقلیمی و سازگاری اکولوژیکی و محصول دهی زعفران در منطقه مغان را برای تعیین مناطق مناسب کشت گیاه زعفران مورد بررسی قرار دادند. کوزه گران و همکاران (Kozehgaran et al., 2011) با بررسی پارامترهای هواشناسی (درجه حرارت‌های حداقل، میانگین و حداکثر) در خراسان جنوبی با استفاده از GIS مناطق مستعد کشت زعفران را مشخص کردند. محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2011) شرایط اقلیمی شهرستان مرودشت، برای کشت زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و برای رسیدن به این منظور شرایط اقلیمی این شهرستان را با شهرستان‌های زعفران خیز ایران، قائن و تربت‌حیدریه مقایسه کردند. با توجه به اهمیت این



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه  
Figure 1- The map of studied region.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از آمار روزانه و ماهانه پارامترهای بارش، حداقل، متوسط و حداکثر دما، رطوبت نسبی، تعداد ساعت آفتابی و تعداد روز یخبندان شهرستان کاشمر و قائنات طی دوره آماری سال زراعی (۹۰-۱۳۷۱) به مدت ۲۰ سال استفاده شد. نقشه موقعیت جغرافیایی این دو شهرستان در شکل شماره ۱ ارائه شده است.

برای بررسی صحت و اعتمادپذیری داده‌های آماری از آزمون همگنی یا ران تست، استفاده گردیده است. با توجه به اینکه روش‌های سنتی طبقه‌بندی اقلیمی از لحاظ تاریخی و از جنبه مقایسه‌ای اهمیت دارند (Masoodian, 2011) در ابتدا برای مقایسه شرایط اقلیمی دو شهرستان با استفاده از نرم‌افزار تعیین اقلیم (Hemati, 1999) از چند روش طبقه‌بندی اقلیمی سنتی به شرح تفصیلی استفاده شد.

طبقه‌بندی دومارتن<sup>۱</sup>

طبقه‌بندی دومارتن از فرمول (۱) استفاده شد و به عقیده این دانشمند در بین تمام عوامل و عناصر جهت طبقه‌بندی، دما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Masoodian, 2011).

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

I = ضریب خشکی دومارتن

P = بارندگی سالانه به میلی‌متر (mm)

T = درجه حرارت سالانه به درجه سانتی‌گراد (c)

پس از محاسبه I بر حسب مقادیری که برای این ضریب به دست

آمد ۶ نوع اقلیم به شرح جدول (۱) طبقه‌بندی می‌شود.

طبقه‌بندی سلیانیوف<sup>۲</sup>

این روش بر اساس نسبت بارندگی به گرما استوار است. ضریب به اصطلاح هیدروترمیک سلیانیوف از فرمول (۲) محاسبه می‌شود (Masoodian, 2011).

$$C = \frac{\sum P}{10\% \sum H} \quad (2)$$

C = ضریب سلیانیوف

$\sum H$  = مقدار تجمعی دمای بالاتر از ۱۰ ضربدر تعداد روزهای هر ماه  
 $\sum P$  = مجموع بارندگی در ماه‌هایی از سال که دما بالاتر از ۱۰ است  
 پس از محاسبه C بر حسب مقادیری که برای این ضریب به دست آمد ۷ نوع اقلیم به شرح جدول (۲) طبقه‌بندی می‌شود.

## جدول ۱- ضریب خشکی دومارتن

Table 1- Stiffness coefficient Domarten

محدوده ضریب خشکی دومارتن The range of dry feed domartoen	نام اقلیم climate name
I < 10	خشک Dry
19.9 > I > 10	نیمه خشک Semi-arid
23.9 > I > 20	مدیترانه‌ای Mediterranean
27.9 > I > 24	نیمه مرطوب Semi-humid
28 > I > 34.9	خیلی مرطوب Very wet
I > 35	مرطوب Humid

## جدول ۲- ضریب سلیانیوف

Table 2- Stiffness coefficient Slyanyvnf

نام اقلیم Climate name	محدوده ضریب سلیانیوف Coefficient range Slyanyvnf
فراخشک Over-dry	C < 0.2
خشک Dry	0.2 < C < 0.39
نیمه‌خشک شدید Semiarid sever	0.4 < C < 0.69
نیمه‌خشک متوسط Semiarid average	0.7 < C < 0.99
نیمه‌خشک خفیف Semiarid mild	1.0 < C < 1.29
نیمه مرطوب Semi-humid	1.3 < C < 1.6
مرطوب Humid	C > 1.6

طبقه‌بندی اقلیمی ایوانف<sup>۳</sup>

این روش در واقع بر اساس مقادیر بارش و تبخیر استوار است، در این روش ضریب رطوبتی از فرمول (۳) محاسبه شد.

1 Domarten  
2- Slyanyvnf

جدول ۳- ضریب رطوبتی ایوانف

Table 3- Ivanov damping coefficient

نام اقلیم	محدوده ضریب ایوانف
Climate name	Coefficient range Ivanof
بسیار مرطوب جنگلی Very moist forest	$I \geq 1.5$
مرطوب جنگلی Moist forest	$1.49 \geq I \geq 1$
استپی جنگلی Forest steppe	$0.99 \geq I \geq 0.6$
استپی Steppe	$0.59 \geq I \geq 0.3$
بیابانی Desert	$0.29 \geq I \geq 0.13$
صحرایی Desert	$0.12 \geq I \geq 0$

$$C = \left[ \left( \frac{P}{350} \right)^{1/2} * \left( \frac{1 + RH}{TM + T + 43} \right)^{1/2} * 66.8081 \right]^{1/2} * 4 \quad (5)$$

$c$  = شاخص پایداری آب باران

$T$  = میانگین روزانه دما (سانتی گراد)

$TM$  = حداکثر روزانه دما (سانتی گراد)

$P$  = بارش

$$I = \frac{P}{\sum E} \quad (3)$$

در معادله فوق مخرج کسر جمع مقادیر تبخیر در ماه‌های مختلف سال است که برای هر ماه با توجه به دما و رطوبت نسبی از فرمول (۴) به دست می‌آید (Masoodian, 2011).

$$E = 0.0018(2.5 * T^2)(100 - r) \quad (4)$$

$I$  = ضریب رطوبتی ایوانف

$T$  = متوسط دمای حرارت ماهانه ( $^{\circ}C$ )

$r$  = متوسط رطوبت ماهانه (%)

$E$  = مقدار تبخیر ماهانه (CM)

$P$  = مقدار بارندگی سالانه (CM)

$\sum E$  = مجموع تبخیر در ماه‌های سال (CM)

پس از محاسبه  $I$  بر حسب مقادیری که برای این ضریب به دست

آمد ۶ نوع اقلیم به شرح جدول (۳) طبقه‌بندی شد.

بارندگی مؤثر به روش دکتر فرامرز خوش‌اخلاق

در این روش پایداری آب باران در محیط بر اساس نم نسبی و

اتلاف آب با فرمول ۵ بر اساس دمای حداکثر تعیین شده است

(Hemati, 1999).

جدول ۴- ضریب طبقه‌بندی اقلیمی دکتر فرامرز خوش‌اخلاق

Table 4- Climate classification coefficient Dr. Faramarz Khosh Akhlagh

نام اقلیم	محدوده ضریب خشکی دکتر فرامرز خوش‌اخلاق
Climate name	The range of dry Dr. Faramarz Khosh Akhlagh
خیلی خشک Very dry	$0 < C < 9.9$
خشک Dry	$10 < C < 19.9$
نیمه‌خشک Semi-arid	$20 < C < 39.9$
نیمه مرطوب Semi-humid	$40 < C < 79.9$
مرطوب Humid	$80 < C < 199.9$
خیلی مرطوب Very wet	$200 < C < 800$

داده‌های روزانه، ماهانه، فصل رشد و سالانه تحلیل و نمودارهای مربوط ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

نتایج طبقه‌بندی اقلیمی به روش‌های سنتی مختلف نشان داد که

در ادامه پژوهش، به منظور بررسی مقایسه‌ای بین شرایط اقلیمی دو شهرستان کاشمر و قائنات، از لحاظ کشت زعفران، یکسری شاخص‌های هواشناسی تأثیرگذار در کشت زعفران که شامل (بارش، حداقل، متوسط و حداکثر دما، رطوبت نسبی، تعداد ساعات آفتابی و تعداد روز یخبندان) است انتخاب شد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS

بیابانی و بر اساس روش طبقه‌بندی دکتر فرامرز خوش‌اخلاق، اقلیم نیمه‌خشک دارند. همچنین در طبقه‌بندی نواحی آب و هوایی ایران هر دو شهرستان را جز ناحیه کوهپایه‌ای داخلی است (Alijani, 2001).

این دو شهرستان در یک طبقه اقلیمی (جدول ۶) قرار دارند. بر اساس روش طبقه‌بندی دومارتن دو شهرستان اقلیم خشک، روش طبقه‌بندی سلیانوف، اقلیم فراخشک، بر اساس روش طبقه‌بندی ایوانف، اقلیم

جدول ۵ - نتایج روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی مختلف شهرستان‌های کاشمر و قائن  
Table 5- Results of different climatic classification methods for Kashmar and Ghaen towns

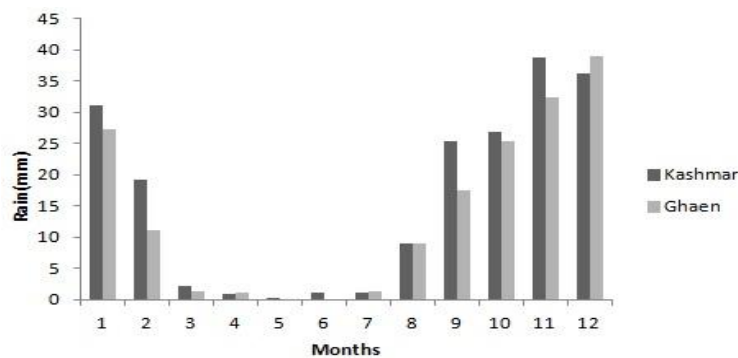
روش طبقه‌بندی اقلیمی	اقلیم شهرستان قائن	اقلیم شهرستان کاشمر
Climatic classification method	Ghaen town climate	Kashmar town climate
دومارتن	خشک	خشک
Domarton	Dry	Dry
سلیانوف	فراخشک	فراخشک
Slyanyvf	Over-dry	Over-dry
ایوانف	بیابان	بیابان
Ivanvof	Desert	Desert
دکتر فرامرز خوش‌اخلاق	نیمه‌خشک	نیمه‌خشک
Dr. Faramarz Khosh Akhlagh	Semi-arid	Semi-arid

بو و طعم در شهرستان قائنات بالاتر از شهرستان کاشمر است و چون کیفیت متأثر از اختلاف پارامترهای هواشناسی است در ادامه پژوهش به بررسی مقایسه و شرح تفصیلی آن می‌پردازیم.

#### بارش

میانگین بارش سالانه در شهرستان کاشمر ۱۹۲/۱ و شهرستان قائنات ۱۶۵/۳ میلی‌متر است و در تمام ماه‌ها (به جز ماه‌های اسفند و مهر) میانگین بارش در کاشمر بیشتر است (شکل ۲).

با وجود این که زعفران نسبت به مناطق نیمه‌خشک سازگار است ولی نمی‌توان چنین استدلال کرد که این گیاه نسبت به خشکی مقاوم است زیرا وجود بارندگی و رطوبت در فصل رشد رویشی لازم است. اما خصوصیات مورفولوژیکی برگ در این گیاه به گونه‌ای است که باعث شده این گیاه نسبت به خشکی مقاوم باشد. برگ‌ها در این گیاه بسیار باریک و نسبتاً ضخیم است (Gholami Poshti et al., 2005). با وجود این که اقلیم مشابه است ولی بنا بر نظر کارشناسان جهاد کشاورزی و تجار شهرستان کاشمر کیفیت زعفران از نظر رنگ،



شکل ۲- میانگین بارش ماهانه شهرستان‌های کاشمر و قائن  
Figure 2- Average monthly precipitation of Kashmar and Ghaenat towns.

(اردیبهشت تا مهرماه) کمتر باشد کیفیت زعفران متناسب‌تر می‌باشد (Abrishami, 2009). بارش دوره خواب تابستانی در کاشمر ۲۳/۸ و قائنات ۱۳/۷ میلی‌متر است (شکل ۲)؛ بنابراین شرایط قائنات از این

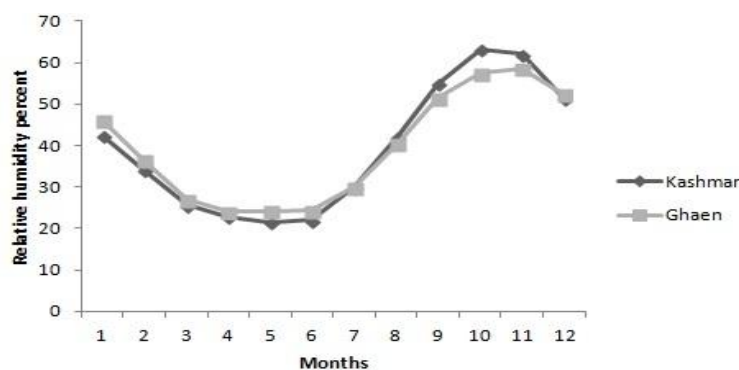
در اردیبهشت برگ‌های زعفران پژمرده و خشک می‌شود و پیاز مادر و بنه‌های دختری رشد یافته در زیر خاک به اصطلاح خواب تابستانی را آغاز می‌کنند. هرچقدر بارندگی در فصل خواب تابستانی

بارندگی‌هایی که در فصول پاییز و زمستان انجام می‌شود برای زعفران بسیار مناسب بوده و در سال‌هایی که بارندگی در این فصول کم باشد، کشاورزان اقدام به آبیاری می‌کنند تا پیاز قبل از خواب رفتن آب موردنیاز خود را دریافت کند (Behdani, 2006). اختلاف میانگین بارش شهرستان کاشمر و قائنات در آذر، بهمن و اردیبهشت به‌طور متوسط ۷ میلی‌متر است و در سایر ماه‌ها کمتر از ۲ میلی‌متر است. در این سه ماه بارش شهرستان کاشمر بیشتر از قائنات است؛ بنابراین افزایش بارش کاشمر نسبت به قائنات در این ماه‌ها مزیتی برای شهرستان کاشمر نسبت به قائنات در مورد کشت زعفران محسوب می‌شود.

### رطوبت نسبی

زعفران به رطوبت بالا حساس بوده و رطوبت بالا به پیاز گیاه آسیب می‌رساند (Hashemlooeian & Atayi Azim, 2008). میانگین رطوبت نسبی در ماه‌های رشد رویشی یا ازدیاد برگ‌ها در کاشمر (آذر ۵۵ درصد، دی ۶۳/۵ درصد، بهمن ۶۲ درصد) و در قائنات (آذر ۵۱/۵ درصد، دی ۵۷/۴ درصد، بهمن ۵۸/۵ درصد) می‌باشد (شکل ۳). همان‌طور که ملاحظه می‌شود میانگین رطوبت نسبی این دو شهرستان تفاوت قابل‌ذکری باهم ندارد به‌خصوص در ماه‌های مهر و آبان که مصادف با آغاز فعالیت بانه و گلدهی گیاه است.

نظر برای کشت زعفران مساعدتر است. بارش زودتر از مهرماه، یعنی در شهریور یا مرداد باعث می‌شود به‌جای رشد گل‌ها، اول برگ‌ها سبز شوند در این صورت برداشت گل مشکل شده و کیفیت زعفران پائین می‌آید (Farajzade & Tklvbyghsh, 2002). بارش شهریورماه در کاشمر ۱/۱ میلی‌متر است (شکل ۲). در اواخر تابستان سلول‌های رویشی بانه زعفران در زیر خاک آماده فعالیت می‌شود. نخستین آبیاری در حدود نیمه مهر تا نیمه آبان متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه (قائنات زودتر از کاشمر) انجام می‌شود در این ماه مقدار بارش اهمیت زیادی دارد که مقدار آن برای دو شهرستان یکسان و ۱۰/۲ میلی‌متر است (شکل ۲). بارش در زمان گلدهی برای زعفران مضر است. بر اساس شکل شماره ۲ بارش کاشمر در آذرماه ۷ میلی‌متر از قائنات بیشتر است. ولی بررسی دقیق‌تر نشان داد که افزایش بارش کاشمر نسبت به قائنات در نیمه دوم آذر اتفاق می‌افتد؛ یعنی زمانی که گل‌ها چیده شده‌اند لذا این بارش مضر نیست. بلکه پس از پایان گلدهی تا زمان زرد شدن برگ زعفران، بارش نزولات جوی مفید است به‌ویژه این‌که از اواسط زمستان به دلیل پایین آمدن دما پیاز مادر تجزیه‌شده و پیازهای جوان روی آن شکل می‌گیرد. این بانه‌ها در ابتدا فاقد ریشه بوده لذا مواد غذایی موردنیاز خود را از طریق برگ که آب و مواد آلی (املاح معدنی باران) همراه با دی‌اکسیدکربن از طریق عمل فتوسنتز بعضی مواد نشاسته‌ای را در جو ذخیره کرده جذب می‌کند و باعث رشد و حجیم شدن پیازهای جوان می‌گردد (Abrishami, 2009).



شکل ۳- میانگین رطوبت نسبی شهرستان‌های کاشمر و قائنات

Figure 3- Average relative humidity of Kashmar and Ghaen towns.

گلدهی زعفران باشد (Halevy, 1990). درجه حرارت حداقل عامل اصلی و تعیین‌کننده تشکیل گل و خروج گل می‌باشد به این صورت که هر چه افت درجه حرارت شب بیشتر باشد روز بعد تعداد گل

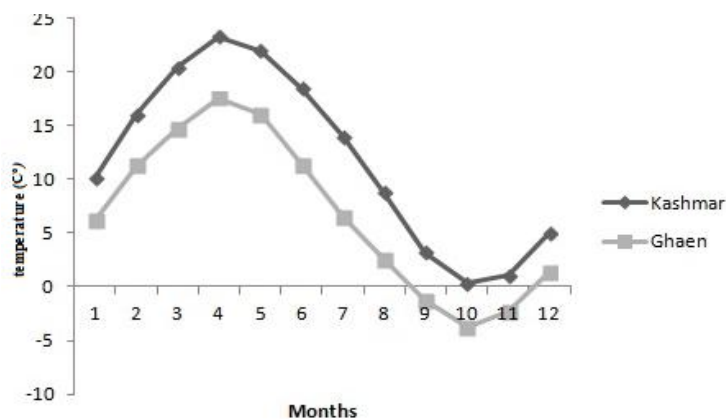
دما

تغییرات دمای ماهانه مهم‌ترین عامل محیطی در تنظیم گلدهی بسیاری از گیاهان پیازدار بوده و دما می‌تواند مهم‌ترین عامل در تنظیم

نیمه آذر و متوسط دمای حداقل شهرستان ۶ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۴). قائنات به خاطر ماهیت کوهستانی متوسط دمای حداقل آن کمتر از شهرستان کاشمر بوده و این پارامتر هواشناسی یکی از عوامل کیفیت بهتر زعفران در این شهرستان است.

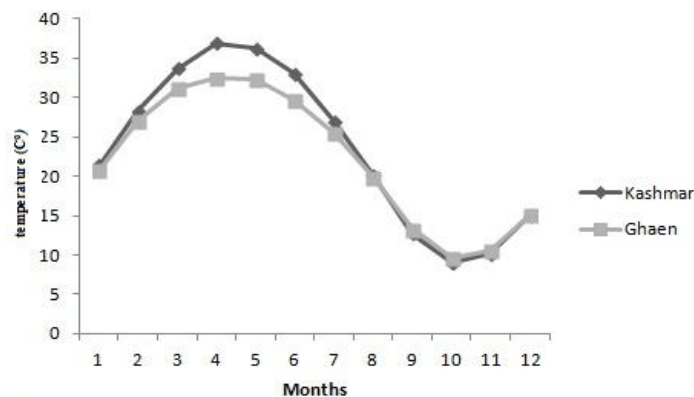
ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین از نظر درجه حرارت حداکثر تأثیرگذار هستند (Koozegaran et al., 2011). میانگین دما در این ماه‌ها در دو شهرستان یکسان است. تنها در فصل تابستان (تیر، مرداد، شهریور) حداکثر دما به مقدار ۳ تا ۴ درجه در شهرستان قائن پایین‌تر از شهرستان کاشمر است و در سایر ماه‌ها این اختلاف کمتر از یک درجه سانتی‌گراد است به عبارتی در تابستان روزهای شهرستان کاشمر گرم‌تر از شهرستان قائنات است که در این فصل بنه زعفران داخل جبه نرم و حجیم قرار گرفته و در برابر گرمای آفتاب محافظت می‌شود (شکل ۵).

بیشتری جمع خواهد شد (Molina et al., 2004; Behdani., 2003). با توجه به اینکه مراحل اصلی یا به عبارت بهتر محدوده‌ای از دوره رشد و نمو زعفران که منجر به عملکرد اقتصادی می‌شود بسته به شرایط و موقعیت جغرافیایی هر شهر در طی ماه‌های مهر، آبان و آذر روی می‌دهد. این ماه‌ها درجه حرارت حداقل آن‌ها بر عملکرد زعفران مؤثر می‌باشد (Koozegaran et al., 2011). مهرماه میانگین حداقل دمای قائنات ۶/۵ و میانگین حداقل دمای کاشمر ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. به همین دلیل رویش گل در قائنات زودتر از کاشمر فرامی‌رسد. در آبان ماه حداقل دمای کاشمر به ۸/۸ تنزل می‌یابد و فصل گلدهی کاشمر نیمه‌های این ماه می‌باشد. در آذرماه دمای قائنات به ۱/۳- و دمای کاشمر به ۳/۲ تنزل می‌یابد (شکل ۴). در قائنات فصل برداشت زعفران نیمه مهر تا نیمه آبان و متوسط دمای حداقل شهرستان ۴/۶ درجه سانتی‌گراد و در کاشمر نیمه آبان تا



شکل ۴- میانگین حداقل دمای شهرستان‌های کاشمر و قائن

Figure 4- Average minimum temperature (C°) of Kashmar and Ghaen towns.

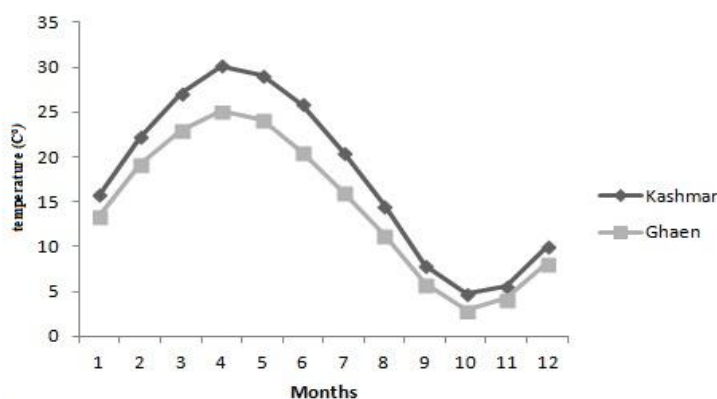


شکل ۵- میانگین حداکثر دمای شهرستان‌های کاشمر و قائن

Figure 5- Average maximum temperature (C°) of Kashmar and Ghaen towns.

در شهرستان کاشمر میانگین دما در ماه‌های مهر ۲۰/۵، آبان ۱۴/۵، آذر ۷/۹ و دی ۴/۷ درجه سانتی‌گراد و در قائن ۱۶، ۱۱/۳، ۵/۹ و ۲/۹ است (شکل ۶)؛ که پایین‌تر از شهرستان کاشمر بوده و عاملی در بهتر بودن کیفیت زعفران در شهرستان قائن نسبت به کاشمر می‌باشد.

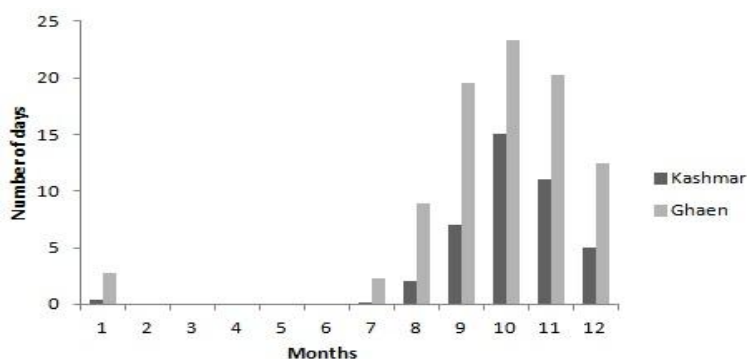
متوسط دمای سالانه در قائن ۱۴/۵ و در کاشمر ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد است. میانگین دما به علت اینکه قائنات ارتفاع بیشتری از سطح دریا دارد در تمام ماه‌ها در کاشمر بالاتر از قائنات می‌باشد. در بررسی میانگین درجه حرارت مؤثرترین ماه‌ها بر عملکرد زعفران مهر، آبان، آذر و دی بوده است (Koozegaran et al., 2011).



شکل ۶- میانگین دمای شهرستان‌های کاشمر و قائن  
Figure 6- Average temperature (C°) of Kashmar and Ghaen towns.

می‌شود (Behdani, 2003). در فصل گلدهی کاشمر (نیمه آبان تا نیمه آذر) تعداد روز یخبندان آن ۴/۵ روز است و در فصل گلدهی قائنات (نیمه مهر تا نیمه آبان) تعداد روز یخبندان آن ۵/۱ روز است. کم بودن تعداد روز یخبندان کاشمر نسبت به قائنات بخصوص در هنگام چیدن گل مزیتی برای کشت زعفران در کاشمر نسبت به قائنات به شمار می‌آید.

هر دو شهرستان در ۵ ماه از سال عاری از یخبندان هستند. تعداد روزهای یخبندان قائنات از مهرماه شروع تا نیمه‌های فروردین ادامه دارد و ۸۹/۵ روز است. تعداد روز یخبندان کاشمر از آبان ماه شروع تا اواخر اسفند ادامه دارد و ۴۰/۵ روز است. در فرودین ماه قائنات دو روز و کاشمر یک روز یخبندان دارد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بیشترین تعداد روز یخبندان در هر دو شهرستان مربوط به ماه‌های دی و بهمن و کمترین آن مربوط به ماه‌های مهر و فروردین می‌باشد (شکل ۷). آن‌چه که اهمیت دارد یخبندان در زمان آغاز فعالیت پیاز و گلدهی گیاه است که وقوع آن در زمان گلدهی گیاه باعث از بین رفتن گیاه



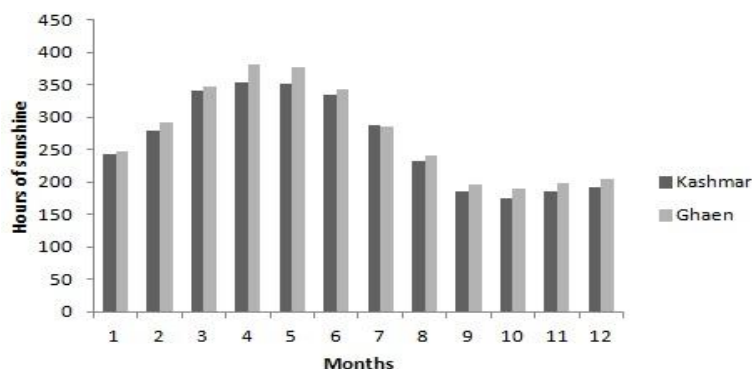
شکل ۷- روزهای یخبندان ماهانه شهرستان‌های کاشمر و قائن  
Figure 7- Freezing days per month of Kashmar and Ghaen towns.



## ساعت آفتابی

مجموع ساعت آفتابی فصل گلدهی زعفران بر کیفیت آن تأثیر می‌گذارد که هرچقدر این مقدار بیشتر باشد کیفیت مناسب‌تر می‌باشد. مجموع ساعات آفتابی سالانه شهرستان قائن ۳۳۰۴ روز و در شهرستان کاشمر ۳۱۶۳ روز است که در قائنات بیشتر می‌باشد. فصل

گلدهی کاشمر (نیمه آبان تا نیمه آذر) مجموع ساعت آفتابی ۲۰۸/۴ روز و فصل گلدهی قائن (نیمه مهر تا نیمه آبان) ۲۶۴/۳ روز بود (شکل ۷) که بالاتر از شهرستان کاشمر بوده و عاملی در بالاتر بودن کیفیت زعفران در شهرستان قائن می‌باشد.



شکل ۸- ساعت آفتابی ماهانه شهرستان‌های کاشمر و قائن

Figure 8- Monthly sunshine hours in Kashmar and Ghaen towns.

به‌خصوص در ماه‌های مهر و آبان که مصادف با آغاز فعالیت بنه و گلدهی گیاه است در دو شهرستان یکی است و دمای حداکثر تنها در فصل تابستان (تیر، مرداد، شهریور) دما به مقدار ۳ تا ۴ درجه در شهرستان قائنات پایین‌تر از شهرستان کاشمر است که در این فصل بنه زعفران داخل جبه نرم و حجیم قرار گرفته که در برابر گرمای آفتاب محافظت می‌شود. یخبندان در زمان گلدهی بر محصول عملکرد منفی دارد شرایط شهرستان کاشمر از این لحاظ مساعدتر است زیرا تعداد روز یخبندان کاشمر ۱ روز از قائن کمتر است. بارندگی‌های که در فصول پاییز و زمستان رخ می‌دهد بعد از پایان گلدهی زعفران، برای زعفران بسیار مناسب بوده بارش کاشمر در این زمان بیشتر از قائن است ولی بارش در زمان گلدهی و بارش در زمان خواب تابستانی بر عملکرد محصول تأثیر منفی دارد. بارش کاشمر در این زمان بیشتر از قائنات می‌باشد. علاوه بر این دو پارامتر دمای حداقل و ساعت آفتابی هم شرایط اقلیمی قائنات را برای زعفران مساعدتر ساختند زیرا درجه حرارت حداقل عامل اصلی و تعیین‌کننده تشکیل گل و خروج گل می‌باشد به این صورت که هر چه افت درجه حرارت شب بیشتر باشد روز بعد تعداد گل بیشتری جمع خواهد شد (Molina et al., 2004; Behdani et al., 2003). قائنات به علت

از اول مهر تا پایان آذر به تدریج از طول روز و ساعات آفتابی (نور) و گرمای هوا کاسته می‌شود و بر طول شب و ساعات تاریکی و سردی هوا افزوده می‌شود. از دی به تدریج از طول شب و ساعات تاریکی کاسته و بر طول روز و ساعات آفتابی افزوده می‌شود و در فرودین به تدریج از طول شب کاسته و بر طول روز و ساعات آفتابی افزوده می‌شود در این زمان خواب تابستانی گیاه زعفران شروع می‌شود و بنه زعفران در تابستان درون جبه عایق، فعالیت کند زیستی در زیر خاک دارد و جبه نرم و حجیم آن عایقی در برابر گرمای داغ تابستان است و خواب تابستانی تا اوایل پاییز ادامه دارد.

## نتیجه‌گیری

تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر بوده و به همین دلیل شناخت روابط متغیرهای اقلیمی بر محصولات اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی دارد. پژوهش حاضر تأثیر عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر زعفران را مورد بررسی قرار داد و شرایط اقلیمی در دو شهرستان کاشمر و قائنات را مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بررسی‌ها نشان داد دو شهرستان از لحاظ دمای حداکثر و رطوبت نسبی شبیه به هم هستند به طوری که رطوبت نسبی

با برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر کیفیت زعفران را در این شهرستان تا حد زیادی بالا برد و در این زمینه لازم است مطالعاتی صورت بگیرد.

### سپاسگزاری

با تشکر فراوان از کارکنان محترم جهاد کشاورزی شهرستان کاشمر مخصوصاً مهندس علی آخرتی و مهندس سید امیر مسعود ضیائی‌ان که در این پژوهش ما را یاری نمودند.

ماهیت کوهستانی درجه حرارت حداقل کمتری نسبت به کاشمر دارد و از سویی دیگر مجموع ساعات آفتابی فصل گلدهی زعفران بر کیفیت آن تأثیر دارد. هرچقدر این مقدار بیشتر باشد کیفیت مناسب‌تر است. قانات ساعات آفتابی بیشتری نسبت به کاشمر دارد.

گرچه کیفیت متأثر از پارامترهای اقلیمی است ولی اختلاف اندک در پارامترهای اقلیمی بارش در زمان خواب تابستانی، بارش در زمان گلدهی، درجه حرارت حداقل و ساعات آفتابی نمی‌تواند تنها دلیل پایین‌تر بودن کیفیت زعفران کاشمر نسبت به قانات باشد و می‌توان

### منابع

- Abrishami, M.H. 2009. Saffron cultivation. Monthly Journal Baghzar 35:26-32. (In Persian with English Summary).
- Alijani, B. 2001. Weather Iran. Payam Noor University Publication, Tehran. (In Persian).
- Behdani, M. 2006. Ecological zoning and performance monitoring saffron fluctuation in Khorasan. PhD dissertation, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Behdani, M.A. Nassiri, M., and Koocheki, A.A. 2003. Modeling saffron flowering time across a temperature gradient. In proceedings of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology, Albacete, Spain, 22-25 October 2003.
- Farajzadeh, M., and Mirza Bayat, R. 2007. Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain using GIS. Tarbiat Modarres Journal of Human Sciences 11 (1): 67-91. (In Persian with English Summary).
- Farajzadeh, M., and Tklvbyghsh, A. 2002. Region of the province's Hamedan climatic classification using GIS. Geographical Research 41:93-105. (In Persian with English Summary).
- Gholami Poshti, T., Maghsoodi Mood, A.A., and Farahbakhsh, H. 2005. Effect of two levels of irrigation on some water relations of three Iranian Saffron *Crocus sativus* L. in Second National Conference on Watershed management and soil and water resources, Kerman, Iran, 21-25 March. (In Persian with English Summary).
- Halevy, A.H. 1990. Resent advanced in control of flowering habit of geophytes. International Society for Horticultural Science 66: 35-42.
- Haulicek, J. 1985. The effect of weather on crop production. ustav vedekotechnických informací pro zemědělství metrology and climatology, crop husbandry, UNSEF/CS, Praha, 1314: 1053-1064
- Hashemlooian, B., and Atayi Azim, O. 2008. Saffron. Olive 183:47-52. (In Persian with English Summary).
- Hemati, R. 1999. Database software for Meteorology, Climatology and Meteorological Ardabil. Available at Web site <http://www.ardebilmet.ir/to/in/ahtml/44-5-software.htm>.
- Ismail Zadeh, Y., and Jahanbakhsh, S. 2011. Compliance requirements for saffron agriculture climate with plain Moghan. Geographic Space 11 (35): 1-18. (In Persian with English Summary).
- Koozegaran S., Mousavi Baygi, M., Sanaeinejad, H., and Behdani, M. 2011. Study of the minimum, average and maximum temperature in South Khorasan to identify relevant areas for saffron cultivation using GIS. Soil and Water 25:892-904. (In Persian with English Summary).
- Masoodian, S.A. 2011. Weather Iran. Sharia Birch Publications, Mashhad. (In Persian).
- Mohammadi, H., Ranjbar, F., and Soltani, M. 2011. Climate potentials assessment for saffron cultivation in Marvdasht. Geography and Environmental Planning 43 (3): 143-155. (In Persian with English Summary).
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and García-Luis, A. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 13: 79-91.

**Short Communication**

**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**

***Fatemeh Arsalani<sup>1\*</sup>, Seyed Javad Rasouli<sup>2</sup> and Ali Asghar Zadeh<sup>3</sup>***

*1, 2, 3 PhD Student of Climate Risks, Kharazmi University; PhD Student of Agroecology, Ferdowsi University University of Mashhad and Khorasan Razavi Meteorological Institute and M.Sc. of Climatology, Khorasan Razavi Meteorological Institute, respectively*

*(\* - Corresponding Author E-mail: arsalani.f.64@gmail.com)*

**Received:** 13 August 2014

**Accepted:** 14 December 2014

**Abstract**

In this study parameters of daily and monthly rainfall, minimum, average and maximum temperatures, relative humidity, number of sunny hours and number of freezing days in the towns of Kashmar and Ghaen were analyzed for a statistical period of 20 agricultural years (1992-2011). Several traditional methods of climate classification were used to compare climate conditions of Ghaen and Kashmar towns by climate determining software. Then effective meteorological indicators on saffron cultivation were selected. Results of climate classification by traditional methods showed that these towns are located in the same climate class. Although the climate was similar, but studies showed that saffron quality in color, odor and taste in Ghaen was higher than Kashmar. The Maximum temperature and relative humidity were the same in both towns. Relative humidity in both towns was the same, especially in October and November which coincided with the beginning of saffron flowering time. Minimum temperature and sunny hours made climate conditions of Ghaen at more favorable for saffron because of mountainous nature. Sunny hours in Ghaen during flowering season was more than Kashmar. Finally, a slight difference in three climate parameters, i.e. rainfall during summer, temperature and sunny hours cannot be the only reason for lower quality of saffron in Kashmar in comparison to Ghaen and saffron quality in Kashmar could be highly raised by other factors such as better planning and management.

**Keywords:** *Agricultural Climate, Quality, Saffron.*