

تحلیل ویژگی‌های دما و بارش بر تاریخ ریزش آفت سن‌گندم در شهرستان اصفهان

غلامعلی مظفری^{۱*}، فریبا اقبالی بابادی^۲

۱- دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

دریافت: ۹۱/۲/۲۷ پذیرش: ۹۲/۴/۱۱

چکیده

سن معمولی گندم یکی از آفات اصلی گندم و از مهم‌ترین مسائل گیاه‌پزشکی ایران است. در این پژوهش، رابطه بین ویژگی‌های دما (کمینه، بیشینه، متوسط، تعداد روزهای یخبندان و مجموع واحدهای گرمایی)، میزان بارش و شرایط خشک‌سالی - ترسالی با تاریخ‌های آغاز ریزش در شهرستان اصفهان در طول سال‌های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸-۱۳۸۹ مطالعه شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد تاریخ آغاز ریزش آفت سن به شرایط اقلیمی پیش از ریزش آفت به‌ویژه در فصل زمستان بستگی دارد. در سال‌هایی که دمای فصل پاییز و زمستان بالاتر از میانگین و مقادیر شاخص بارش استاندارد در فصل‌های پاییز و زمستان شرایط نرمال بارش را نشان می‌دهد، ریزش آفت زودتر اتفاق افتاده است. نتایج تحلیل همبستگی بین تعداد روزهای یخبندان سالیانه، فصلی، آستانه‌های مختلف یخبندان، کمینه، بیشینه و میانگین دما با تاریخ‌های آغاز ریزش آفت نشان می‌دهد بین کمینه دمای پاییز و زمستان با تاریخ‌های آغاز ریزش آفت سن گندم همبستگی معکوس، قوی و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد. همچنین، بین تعداد روزهای یخبندان با تاریخ آغاز ریزش آفت همبستگی مستقیم مثبت، قوی و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد. کمینه، بیشینه و میانگین دما در دهه اول اسفند دارای رابطه معنادار و منفی و تعداد روزهای یخبندان دارای رابطه مثبت و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد است. ضریب تعیین (R^2) نشان می‌دهد حدود ۹۷ درصد تغییرات متغیر وابسته (تاریخ ریزش آفت) به متغیرهای مستقل کمینه و بیشینه دما، مجموع بارش در دوره سرد سال (پاییز و زمستان) و تعداد یخبندان‌های سالیانه وابسته است که اهمیت این عناصر را در پیش‌بینی تاریخ‌های ریزش در مدل رگرسیون نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم کشاورزی، گندم، آفت سن، اصفهان.

۱- مقدمه

گندم یکی از گیاهانی است که همواره تحت تأثیر تنش‌های محیطی است و در این میان، آفت‌ها خسارت زیادی به غلات به‌ویژه گندم وارد می‌کنند (قنادها و آیینه، ۱۳۸۲: ۷۸۳). سن غلات^۱ با نام علمی *Eurygaster Integriceps* از راسته ناجوربالان^۲ و خانواده Scutelleridae با نام محلی سونی^۳ یا سن معروف است (بابعلی، ۱۳۷۸: ۱). سن گندم مهم‌ترین آفت گندم و جو در کشورهای غرب و مرکز آسیا به‌ویژه ایران است. پوره‌ها و حشرات بالغ با تغذیه از ساقه، برگ و دانه سبب خسارت می‌شوند (Cardona Et al., 1983: 5-3). سن گندم برای حرکت از مکان‌های زمستان‌گذرانی به‌طرف مزارع به حرارت کافی نیاز دارد تا بتواند حرکت خود را آغاز کند. در این میان، شرایط دمایی در طول پاییز و زمستان بسیار حائز اهمیت است (رجبی، ۱۳۸۶: ۴۵ و ۵۳). زمانی که دمای محیط از ۱۷ درجه سانتی‌گراد کمتر شود، فعالیت سن گندم در مزرعه متوقف می‌شود (Alekseev, 1940: 25). حشره در دمای ۱۹ درجه سانتی‌گراد از گیاه بالا می‌رود و در دمای ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد پروازهای کوتاهی به اطراف دارد. به‌گفته اسکی آرخانگلم^۴ (1940: 14)، در ایالت روستوف روسیه زمانی که حرارت به ۲۴ درجه سانتی‌گراد برسد، سن گندم جفت‌گیری می‌کند. آرنولد^۵ (1943: 32) می‌نویسد که در مناطق جنوب‌غربی ازبکستان شروع مجدد فعالیت‌های سن‌های زمستان‌گذران در ارتفاعات زمانی است که متوسط درجه حرارت روزانه به ۶ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد و پرواز از ارتفاعات به دشت زمانی پایان می‌یابد که متوسط درجه حرارت به ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد برسد. به‌گفته اسکی پردل^۶ (1951: 25)، در منطقه کراسنودرای روسیه زمانی که در منطقه دشت درجه حرارت حداکثر روزانه به ۲۳-۲۶ درجه سانتی‌گراد و متوسط روزانه دما به ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد، بین ۱۸ و ۱۶ آوریل پرواز اصلی آفت از مناطق کوهستانی به‌طرف دشت اتفاق می‌افتد. سمول ینکوف^۷ (1955: 88-99) معتقد است در منطقه قفقاز جفت‌گیری و تخم‌ریزی در ۱۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد آغاز می‌شود و آستانه

1. Sunn Pest
2. Hemiptera
3. Soune
4. Skii Arkhangelm
5. Arnoldi
6. Skii Peredel
7. Smol Yannikov

پایین دما برای رشد تخم سن گندم ۶-۸ درجه سانتی گراد است. شوماکف و وینگرادف^۱ (1958: 45) می نویسند در کراسنودرای روسیه زمانی که حرارت متوسط روزانه از ۱۰ درجه سانتی گراد فراتر رود، نشانه نزدیک شدن زمان مهاجرت آفت سن است و وقتی که متوسط حرارت روزانه از ۱۲ درجه و حرارت حداکثر روزانه در یک فاصله ۵ روزه از ۲۰ درجه سانتی گراد فراتر رفته باشد، پرواز اصلی شروع خواهد شد. براون^۲ (1962: 5) معتقد است وقتی دما در بهار به ۱۲-۱۳ درجه سانتی گراد می رسد، این آفت مهاجرت خود را شروع می کند. تامسون^۳ و همکاران (2009: 8) آثار تغییر اقلیم را بر دشمنان طبیعی آفت های کشاورزی مورد توجه قرار داده و به این نتیجه رسیده اند که تغییر اقلیم سبب عدم تطابق زمانی و مکانی بین دوران فعالیت آفت و دشمنان طبیعی آنها می شود و بدین ترتیب، اثر کنترل بیولوژیکی کاهش می یابد. ترissi^۴ و همکاران (2009: 10-13) هم تأثیر سه درجه حرارت (۲۰، ۲۳ و ۲۶ درجه سانتی گراد) را در برخی ویژگی های نوعی انگل مؤثر بر تخم های حشره سن بررسی کردند.

عراقیه فراهانی و همکاران (۱۳۸۹: ۴۷۲) تحمل حشرات کامل زمستان گذران سن گندم را در دماهای پایین بررسی کردند. رجبی (۱۳۷۹: ۵) طی بررسی های دوازده ساله از سال ۱۳۶۳-۱۳۷۴ زمان و شرایط محیطی لازم ریزش سن گندم به مزارع غلات در دشت ورامین را بررسی کرده و نشان داده است سن در منطقه ورامین طی دوره دوازده ساله مورد بررسی یک تا سه بار در مزارع اطراف ریزش می کند. زودترین ریزش در تاریخ ۱۷ اسفند و دیرترین ریزش در ۲۰ فروردین آغاز می شود. ایران پور و همکاران (۱۳۸۱: ۹) تلفات مراحل نابالغ سن گندم را با استفاده از جدول های زندگی ویژه سنی در چهار دمای ثابت ۲۲، ۲۵، ۲۷ و ۳۰ درجه سانتی گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی در شبانه روز بررسی کردند. کریمزاده و همکاران (۱۳۹۱: ۱۶۵) رابطه نوسان های جمعیت سن گندم را با متغیرهای محیطی مطالعه کردند.

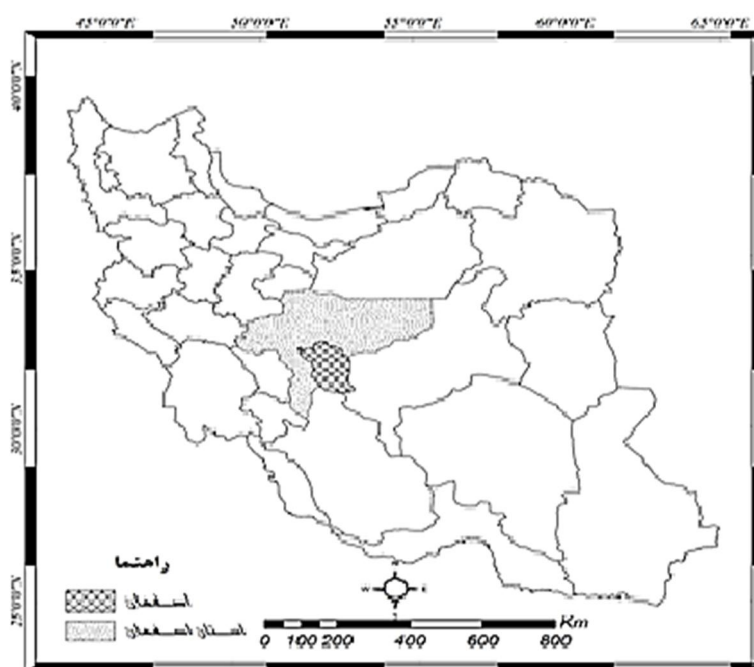
-
1. Shmakov & Vinogradova
 2. Brown
 3. Thomson
 4. Trissi

اما در این پژوهش رابطه بین عناصر اقلیمی مقاطع زمانی پیش از تاریخ ریزش آفت سن با تاریخ ریزش آفت در سطح شهرستان اصفهان بررسی شده تا بر مبنای این شناخت، بتوان با استفاده از عناصر اقلیمی مدلی برای پیش‌بینی تاریخ ریزش آفت به دست آورد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی

استان اصفهان با مساحت ۱۰۶۱۷۹ کیلومتر مربع، حدود ۶/۲۵ درصد از مساحت کل کشور را داراست. مختصات جغرافیایی شهر اصفهان ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی واقع در ایران مرکزی است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا حدود ۱۵۸۰ متر است (شفقی، ۱۳۸۱: ۶).



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرستان اصفهان

۲-۲- اطلاعات مربوط به تاریخ ریزش آفت سن گندم

اطلاعات مربوط به تاریخ آغاز ریزش آفت سن گندم در سطح مزارع شهرستان اصفهان طی سال های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸-۱۳۸۹ از اداره حفظ نباتات جهاد کشاورزی استان اصفهان به دست آمد. همچنین، ویژگی های آمار توصیفی مانند میانگین، زودترین و دیرترین تاریخ ریزش آفت، انحراف معیار و ضریب تغییرپذیری تاریخ های آغاز ریزش طی این دوره محاسبه شد.

۲-۳- داده های هواشناسی

برای انجام این پژوهش از عنصر دما (میانگین، حداقل و حداکثر روزانه، ماهیانه و سالیانه) و میزان بارش روزانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان در طول سال های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸-۱۳۸۹ استفاده شد. ابتدا تلخیص و طبقه بندی عناصر هواشناسی، بازسازی و برطرف کردن نواقص آماری با استفاده از روش نسبت ها انجام شد؛ در ادامه با استفاده از داده های حداقل روزانه دما، تعداد کل یخبندان های سالیانه، تعداد کل یخبندان های ضعیف (۳- تا ۰)، متوسط (۵- تا ۳/۱-) و شدید (۵/۱- و کمتر) به تفکیک هریک از سال های زراعی و نیز تعداد روزهای یخبندان برای فصل های پاییز، زمستان و بهار محاسبه شد. وضعیت خشک سالی - ترسالی به صورت سه ماهه و دوازده ماهه با استفاده از شاخص بارش استاندارد^۱ (رابطه ۱) محاسبه شد:

رابطه ۱

$$S.P.I = \frac{X_i - \bar{X}}{SD}$$

X_i = مقادیر بارندگی در مقیاس مورد نظر؛

$\bar{X}$ = میانگین بارندگی؛

SD = انحراف استاندارد.

1. Standard Precipitation Index

جدول ۱ طبقه‌بندی وضعیت رطوبتی براساس شاخص بارش استاندارد (SPI)

کلاس خطر	طبقه‌بندی خشک‌سالی	مقادیر SPI
۱	ترسالی بسیار شدید	۲ یا بیشتر
۲	ترسالی شدید	۱/۵ تا ۱/۹۹
۳	ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
۴	نزدیک به نرمال	۰/۹۹ تا -۰/۹۹
۵	خشک‌سالی متوسط	-۱ تا -۱/۴۹
۶	خشک‌سالی شدید	-۱/۵ تا -۱/۹۹
۷	خشک‌سالی بسیار شدید	-۲ یا کمتر

(منبع: حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹: ۲۳۳)

محاسبه واحدهای گرمایی برای پایه حرارتی ۶ درجه سانتی‌گراد (دمای پایه برای ریزش آفت از مراتع به سطح مزارع)، برای مقاطع زمانی تاریخ آغاز دمای پایه ۶ درجه سانتی‌گراد تا تاریخ اولین ریزش، دهه پیش از تاریخ اولین ریزش و مجموع سالیانه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$Hu = \sum_1^N \left[\frac{T_M + T_m}{2} - T_t \right] \quad \text{رابطه ۲}$$

H_u = واحد حرارتی درجه حرارت‌های مؤثری است که طی N روز به‌دست آمده است؛

T_M = درجه حرارت حداکثر روز؛

T_m = درجه حرارت حداقل روز؛

T_t = پایه حرارتی برای آفت؛

N = تعداد روزها در یک زمان مشخص.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تحلیل وضعیت تاریخ آغاز ریزش آفت در سطح مزارع شهرستان اصفهان

به استناد جدول شماره دو، میانگین اولین تاریخ ریزش آفت سن گندم ۲۹ اسفند با انحراف معیار ۷/۳ و ضریب تغییرات ۴ درصد است که تغییرات نسبتاً اندک تاریخ‌های ریزش آفت را بیان می‌کند. زودترین تاریخ ریزش در ۱۰ اسفند سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ و دیرترین آن در ۱۴ فروردین ۱۳۷۸-۱۳۷۹ ثبت شده است. بررسی تاریخ‌های گذر دمای ۶ درجه سانتی‌گراد (دمای پایه برای فعالیت حشره) نشان می‌دهد در تمام سال‌ها به جز سال‌های زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ و ۱۳۸۱-۱۳۸۲ ریزش آفت بعد از گذر دمای ۶ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. بررسی وضعیت دمای کمینه و بیشینه فصل‌های پیش از ریزش در این شهرستان نشان می‌دهد دیرترین تاریخ ریزش مربوط به سالی است که پایین‌ترین دما را طی دوره مورد مطالعه داشته و زودترین تاریخ آغاز ریزش مربوط به سالی (۱۳۸۸-۱۳۸۹) است که از بالاترین میزان دما برخوردار است.

جدول ۲ تاریخ ریزش آفت و وضعیت دما در فصل‌های پیش از ریزش در شهرستان اصفهان طی دوره آماری

میانگین بیشینه دما در فصل‌های پاییز و زمستان	میانگین کمینه دما در فصل‌های پاییز و زمستان	تاریخ گذر دمای ۶ درجه سانتی‌گراد	اولین تاریخ ریزش سن سال زراعی شهرستان اصفهان	
۱۶/۹	۰/۹۵	۷۹/۱/۱۲	۷۹-۷۸	
۱۶/۸	۱/۹	۸۰/۱/۲	۸۰-۷۹	
۱۷/۸	۲/۷	۸۰/۱۲/۲۵	۸۱-۸۰	
۱۶/۷	۱/۸	۸۲/۱/۶	۸۲-۸۱	
۱۷/۶	۳/۸	۸۳/۱۲/۱۳	۸۳-۸۲	
۱۸/۷	۴/۷	۸۳/۱۲/۱۹	۸۴-۸۳	
۱۷/۳	۳/۳	۸۵/۱/۱	۸۵-۸۴	
۱۵	۲	۸۶/۱/۴	۸۶-۸۵	
۱۶/۷	۲/۳	۸۶/۱۲/۲۲	۸۷-۸۶	
۱۷/۱	۳/۴	۸۷/۱۲/۲۰	۸۸-۸۷	
۱۸/۵	۵/۴	۸۸/۱۲/۱۶	۸۹-۸۸	
۱۷/۱	۲/۹	۲۶ اسفند	میانگین ۲۹ اسفند	
۰/۹۸	۱/۳	۸۸	۷/۳	انحراف معیار
۵/۷	۴۵/۴	۵	۴	ضریب تغییرات (%)

۲-۳- بررسی و تحلیل ویژگی‌های دما در ایستگاه هواشناسی اصفهان

۲-۳-۱- شدت یخبندان

بیشینه تعداد روزهای یخبندان سالیانه در طول دوره مورد مطالعه با ۹۱ روز مربوط به سال زراعی ۷۸-۷۹ و کمینه آن با ۴۸ روز به سال زراعی ۸۸-۸۹ تعلق دارد. بررسی وضعیت روزهای یخبندان در زودترین تاریخ ریزش (سال زراعی ۸۸-۸۹) بیانگر کاهش چشمگیر آن نسبت به میانگین است؛ به گونه‌ای که کمترین تعداد روزهای یخبندان سالیانه و فصل زمستان و آستانه‌های شدید و متوسط در این سال ثبت شده است. این درحالی است که بیشترین تعداد روزهای یخبندان سالیانه و فصل زمستان و آستانه‌های شدید و متوسط در سال زراعی ۷۸-۷۹ با دیرترین تاریخ آغاز ریزش به ثبت رسیده است (جدول ۳).

جدول ۳ آستانه‌های مختلف یخبندان، تعداد روزهای یخبندان سالیانه و فصلی در سال‌های زراعی در شهرستان اصفهان

اصفهان	فصل پاییز				فصل زمستان				فصل بهار				تعداد کل یخبندان‌های سالیانه
سال زراعی	تعداد روزهای یخبندان				تعداد روزهای یخبندان				تعداد روزهای یخبندان				
نوع یخبندان	ضعیف	متوسط	شدید	مجموع	ضعیف	متوسط	شدید	مجموع	ضعیف	متوسط	شدید	مجموع	۹۱
۷۸-۷۹	۱۱	۷	۳	۲۱	۳۷	۱۴	۱۹	۷۰	۰	۰	۰	۰	۸۱
۷۹-۸۰	۱۹	۳	۰	۲۲	۲۵	۲۱	۱۳	۵۹	۰	۰	۰	۰	۶۵
۸۰-۸۱	۷	۴	۱	۱۲	۳۴	۱۲	۷	۵۳	۰	۰	۰	۰	۷۷
۸۱-۸۲	۱۸	۳	۰	۲۱	۲۹	۱۶	۱۰	۵۵	۱	۰	۰	۱	۶۳
۸۲-۸۳	۱۴	۶	۴	۲۴	۳۸	۷	۲	۴۷	۱	۰	۰	۱	۷۵
۸۳-۸۴	۹	۷	۳	۱۹	۲۲	۱۹	۱۴	۵۵	۱	۰	۰	۱	۵۸
۸۴-۸۵	۱۸	۰	۰	۱۸	۱۸	۱۲	۱۰	۴۰	۰	۰	۰	۰	۷۵
۸۵-۸۶	۱۸	۳	۱	۲۲	۲۱	۱۵	۱۷	۵۳	۰	۰	۰	۰	۷۱
۸۶-۸۷	۸	۴	۱	۱۳	۱۷	۱۲	۲۹	۵۸	۰	۰	۰	۰	۷۲
۸۷-۸۸	۱۵	۵	۲	۲۲	۲۷	۸	۱۵	۵۰	۰	۰	۰	۰	۴۸
۸۸-۸۹	۲۱	۰	۰	۲۱	۲۲	۴	۱	۲۷	۰	۰	۰	۰	

بررسی تعداد روزهای یخبندان و تاریخ‌های آغاز ریزش نشان می‌دهد در سال‌هایی که تعداد روزهای یخبندان کاهش یافته، ریزش آفت زودتر آغاز شده است؛ به گونه‌ای که در

سال‌های زراعی ۱۳۸۰-۱۳۸۱، ۱۳۸۲-۱۳۸۳ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ با کاهش تعداد روزهای یخبندان نسبت به میانگین، ریزش آفت زودتر از میانگین آغاز شده است.

۳-۲-۲- واحدهای گرمایی

میزان واحدهای گرمایی (بر مبنای پایه حرارتی ۶ درجه سانتی‌گراد) طی دوره مورد بررسی بین ۳۱۲۶/۹ تا ۴۱۸۴/۲ درجه روز متغیر است. بیشینه میزان واحدهای گرمایی از آغاز تاریخ گذر دمای ۶ درجه سانتی‌گراد تا زمان اولین ریزش سن به مزارع مربوط به سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ با ۲۱۴/۵ درجه-روز و کمینه این مرحله نیز در سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ با ۸۷/۱ درجه-روز و میانگین دوره ۱۳۴/۴ درجه-روز محاسبه شد. بیشینه واحدهای گرمایی فصل زمستان مربوط به سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ به میزان ۱۱۵/۴ درجه-روز و کمینه آن مربوط به سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷۹ به میزان ۱۷/۴ درجه روز است که با زودترین و دیرترین تاریخ‌های ریزش انطباق دارد (جدول ۴).

جدول ۴ میزان واحدهای گرمایی در دوره‌های زمانی مختلف در شهرستان اصفهان

اصفهان سال زراعی	سالیانه درجه-روز	زمستان درجه-روز	تا زمان اولین ریزش سن به مزارع	ده روز پیش از اولین ریزش
۷۹-۷۸	۴۰۱۰/۴	۱۷/۴	۸۷/۱	۲۳
۸۰-۷۹	۳۱۲۶/۹	۲۹/۱	۱۴۲/۴	۴۶/۹
۸۱-۸۰	۴۰۲۱/۷	۳۶/۷	۹۶/۱	۳۶/۳
۸۲-۸۱	۳۶۱۷	۲۹/۰۴	۱۰۸/۴	۴۳/۴
۸۳-۸۲	۳۷۰۷	۴۴/۳	۱۲۲	۳۵/۳
۸۴-۸۳	۳۶۷۰	۴۹/۹	۱۵۷/۳	۶۷/۲
۸۵-۸۴	۳۴۴۰/۶	۴۹	۱۳۲/۵	۴۹/۱
۸۶-۸۵	۳۵۵۳/۳	۲۲/۷	۱۰۰/۲	۲۶/۴
۸۷-۸۶	۳۸۵۱/۲	۳۸/۳	۲۱۴/۵	۸۳/۳
۸۸-۸۷	۴۱۸۴/۲	۴۵/۱	۲۰۲/۷	۹۰/۲
۸۹-۸۸	۳۷۲۵/۲	۷۰/۹	۱۱۵/۴	۵۵/۸

۳-۳- آثار رخداد خشک‌سالی و ترسالی بر تاریخ آغاز ریزش آفت سن‌گندم

بررسی میزان شاخص بارش استاندارد در فصل‌های پیش از ریزش و تاریخ‌های آغاز ریزش نشان می‌دهد در سال‌هایی که بارش در فصل‌های پاییز و زمستان وضعیت نرمال دارد و دما بالاتر از میزان میانگین است، ریزش‌آفت زودتر آغاز شده است. سال زراعی ۷۸-۷۹ با دیرترین تاریخ آغاز ریزش پایین‌ترین میزان بارش سالیانه را دارد. مقدار شاخص بارش استاندارد در سال زراعی ۸۸-۸۹ با زودترین تاریخ آغاز ریزش، حاکمیت وضعیت نرمال بارش سالیانه و تمام فصل‌ها به جز پاییز را نشان می‌دهد.

جدول ۵. مقادیر سالیانه و فصلی شاخص استاندارد بارش طی دوره آماری ۷۸-۷۹ تا ۸۸-۸۹ در ایستگاه اصفهان

شاخص خشک‌سالی سال زراعی	سالیانه		فصل زمستان		فصل پاییز		فصل پاییز و زمستان	
	مقادیر SPI	کلاس خطر	مقادیر SPI	کلاس خطر	مقادیر SPI	کلاس خطر	مقادیر SPI	کلاس خطر
۷۸-۷۹	-۱/۹	۶	-۰/۸۹	۴	-۱/۰۹	۲	-۱/۲	۵
۷۹-۸۰	-۰/۶۹	۴	۰/۸۹	۴	۰/۷۳	۴	-۰/۳۱	۴
۸۰-۸۱	-۰/۱۳	۴	-۰/۸۷	۴	۰/۲۶	۴	-۰/۵۴	۴
۸۱-۸۲	۰/۰۲	۴	-۰/۰۶	۴	-۰/۰۵	۴	۰/۰۱۶	۴
۸۲-۸۳	۰/۹	۴	۱/۴۶	۳	-۱	۵	۰/۰۸۵	۴
۸۳-۸۴	-۰/۵۱	۴	-۰/۲۵	۴	-۰/۰۳	۴	-۰/۱۴	۴
۸۴-۸۵	۱/۱	۳	۱/۷۸	۲	-۰/۲	۴	۱/۵	۲
۸۵-۸۶	۲/۱	۱	۰/۰۷	۴	۲/۲	۱	۱/۳	۳
۸۶-۸۷	-۱/۹	۶	-۱/۲۴	۵	-۱	۵	-۱/۵	۶
۸۷-۸۸	-۰/۲۵	۴	-۰/۳۵	۴	-۰/۶۴	۴	-۰/۵۵	۴
۸۸-۸۹	۰/۸۷	۴	۰-/۴۲	۴	۱/۶	۲	۰/۵۹	۴

۳-۴- ویژگی‌های دما و بارش در دوره‌های زمانی پیش از آغاز ریزش آفت سن‌گندم

با توجه به تاریخ ریزش آفت در شهرستان اصفهان که در محدوده زمانی دهه اول اسفند تا دهه اول فروردین گزارش و ثبت شده است، پارامترهای اقلیمی طی این دوره زمانی بررسی و

تحلیل شد. بررسی تعداد روزهای یخبندان نشان می دهد بیشترین تعداد روزهای یخبندان دهه اول و سوم اسفند با ۸ و ۳ روز به سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ و بدون یخبندان طی هر سه دهه در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ ثبت شده است (جدول ۶).

جدول ۶ وضعیت عناصر اقلیمی پیش از ریزش و اولین روز ریزش در شهرستان اصفهان

پارامتر محدوده زمانی	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	تعداد روزهای یخبندان	میانگین بارش
یک هفته قبل	۵/۹	۱۹/۹	۰	۲/۶
دهه اول اسفند	۱/۶	۱۵/۶	۴	۶/۱
دهه دوم اسفند	۳/۴	۱۸/۵	۲	۲/۹
دهه سوم اسفند	۵/۴	۱۹/۷	۱	۴/۱
ده روز اول فروردین	۶/۴	۱۹/۹	۰	۱۲/۴

بررسی دما در یک هفته پیش از ریزش بیانگر افزایش تدریجی آن از روزهای قبل از ریزش است. گاهی این افزایش دما را از ده روز قبل می توان دید. میانگین دما در ده روز پیش از ریزش در همه سال ها بالای ۸ درجه سانتی گراد است. در همه سال های مورد بررسی، میانگین دما از چهار روز قبل از ریزش روند افزایشی داشته است. بررسی وضعیت بارش نشان می دهد در اکثر سال ها به جز سال های زراعی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ و ۱۳۸۷-۱۳۸۸، در اولین روز ریزش بارشی ثبت نشده است. بررسی وضعیت بارش در روزهای قبل از اولین ریزش بیانگر این است که در صورت وجود بارش، به تدریج با نزدیک شدن به روز ریزش، کاهش یافته است (جدول ۷).

جدول ۷ وضعیت دما و بارش در ایام پیش از اولین ریزش در شهرستان اصفهان طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۸۹

۸۸-۸۹	۸۷-۸۸	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۳-۸۴	۸۲-۸۳	۸۱-۸۲	۸۰-۸۱	۷۹-۸۰	۷۸-۷۹		
۱۰/۷	۱۴/۷	۱۹/۱	۱۴/۸	۱۳/۱	۱۲	۱۸	۸/۵	۱۵	۹/۴	۱۴/۸	دما	روز ریزش
۰	۰.۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳	۰	بارش	
۹/۶	۱۴/۷	۱۷/۲	۱۴/۱	۱۲/۵	۱۲/۲	۱۸/۱	۸/۶	۱۲/۶	۱۱/۱	۱۳/۹	دما	روز قبل از ریزش ۱
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۱۱	۰	بارش	
۹/۹	۱۴/۱	۱۷/۸	۱۱/۱	۱۴/۲	۱۳/۱	۱۷/۸	۸	۱۳/۲	۱۴/۹	۱۱/۳	دما	روز قبل از ریزش ۲
۵/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	بارش	
۸/۹	۱۷/۲	۱۶/۴	۹	۱۲/۳	۱۱	۱۵/۱	۱۵/۳	۱۰/۵	۱۶/۹	۱۰/۸	دما	روز قبل از ریزش ۳
۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	بارش	
۹/۲	۱۵/۰۲	۱۵/۲	۸/۹	۱۱/۴	۱۲/۷	۹/۴	۱۰/۷	۹/۶	۱۰/۵	۸/۳	دما	یک دهه قبل از ریزش
۱۱/۳	۰	۰	۲۳/۲	۱/۳	۶/۳	۰	۷/۳	۰	۱/۷	۰/۷۳	بارش	

۳-۵- همبستگی بین ویژگی‌های دما و بارش با تاریخ‌های آغاز ریزش آفت

نتایج تحلیل همبستگی بین شرایط دما (کمینه، بیشینه، میانگین و تعداد روزهای یخبندان) و بارش در دوره‌های مختلف پیش از ریزش آفت با تاریخ‌های آغاز ریزش آفت سن با استفاده از روش همبستگی پیرسون در جدول شماره هشت و نه آمده است. به‌استناد جدول شماره هشت، بین کمینه دمای پاییز و زمستان با تاریخ‌های آغاز ریزش آفت سن‌گندم همبستگی معکوس، قوی و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد؛ یعنی با کاهش میزان دما، تاریخ ریزش آفت دیرتر آغاز می‌شود. همچنین، بین تعداد روزهای یخبندان با تاریخ آغاز

ریزش آفت همبستگی مستقیم مثبت، قوی و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد. کمینه، بیشینه و میانگین دما در دهه اول اسفند دارای رابطه منفی و تعداد روزهای یخبندان دارای رابطه مثبت و معنادار در سطح احتمال ۹۹ درصد است. پس از این دهه، میزان همبستگی به تدریج کاهش می یابد. بررسی ضریب همبستگی بین آستانه های مختلف یخبندان و یخبندان های فصلی بیانگر وجود رابطه مستقیم و معنادار بین یخبندان های متوسط، شدید و یخبندان های فصل زمستان با تاریخ های آغاز ریزش است. میزان ضریب همبستگی میان واحدهای گرمایی سالیانه با تاریخ های آغاز ریزش بسیار ضعیف است (جدول ۹).

جدول ۸ میزان ضریب همبستگی بین شرایط دمایی و بارش با تاریخ های آغاز ریزش در شهرستان اصفهان

بارش	تعداد روزهای یخبندان	میانگین دما	بیشینه دما	کمینه دما	پارامتر
-۰/۴۲	۰/۸۶**	-۰/۶۹*	-۰/۵۲	-۰/۷۴**	پاییز- زمستان
-۰/۲۸	۰/۸۲**	-۰/۶۵*	-۰/۴۷	-۰/۷۳**	زمستان
۰/۱۳	۰/۸۸**	-۰/۹۲**	-۰/۷۵**	-۰/۸۷**	دهه اول اسفند
۰/۲۳	۰/۸۶**	-۰/۶۱*	-۰/۶۱*	-۰/۵۶	دهه دوم اسفند
۰/۰۶	۰/۲۶	-۰/۵۶	-۰/۴۱	-۰/۶۷*	دهه سوم اسفند
-۰/۳	۰/۱۵	۰/۰۹۸	۰/۰۸۴	۰/۱۱	دهه اول فروردین

* معناداری در سطح ۰.۰۵ ** معناداری در سطح ۰.۰۱

جدول ۹ میزان ضریب همبستگی بین آستانه های مختلف یخبندان و روزهای یخبندان فصلی با تاریخ های ریزش آفت در شهرستان اصفهان

سطح اطمینان	ضریب همبستگی	پارامتر
۰/۸۲	۰/۰۷۴	یخبندان ضعیف
۰/۰۱۱	۰/۷۲*	یخبندان متوسط
۰/۰۰۷	۰/۷۶**	یخبندان شدید
۰/۸۹	۰/۰۴۴	یخبندان پاییز
۰/۰۰۲	۰/۸۲**	یخبندان زمستان
۰/۶۴	-۰/۱۵	یخبندان بهار
۰/۹۹	-۰/۰۰۳	مجموع واحدهای گرمایی سالیانه

* معناداری در سطح ۰.۰۵ ** معناداری در سطح ۰.۰۱

به منظور پیش‌بینی تاریخ ریزش آفت از تحلیل رگرسیون استفاده شد. در تحلیل رگرسیون، متغیرهای فراوانی یخبندان سالیانه، کمینه و بیشینه دما و میزان بارش دوره سرد سال به عنوان متغیرهای مستقل و تاریخ‌های ریزش آفت سن به عنوان متغیر وابسته به کار رفت. میزان ضریب تعیین برای این متغیرها ۰/۹۷ محاسبه شد. ۹۷ درصد واریانس مربوط به تاریخ‌های آغاز ریزش به متغیرهای بارش، تعداد روزهای یخبندان، کمینه و بیشینه دما وابسته است و فقط ۳ درصد باقی مانده به سایر متغیرها وابستگی دارد که ناشناخته بوده و در مدل دخالت داده نشد. در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در پیشگویی معادله رگرسیون باید از مقادیر بتا استفاده کرد. بزرگ بودن مقادیر بتا اهمیت نسبی و نقش آن در پیشگویی متغیر وابسته را نشان می‌دهد. تمام پارامترهای وارد شده در مدل دارای رابطه معنادار بوده است و از این حیث، تعداد روزهای یخبندان بالاترین ضریب بتا را با ۰/۹۵ دارد. مدل رگرسیون به دست آمده عبارت است از:

$$y = 197/2 + -0/91 (x_1)) + 0/809(x_2) + 3/491(x_3) + (-4/497(x_4)) \quad \text{رابطه ۳}$$

X_1 = بارش؛

X_2 = تعداد روزهای یخبندان؛

X_3 = کمینه دما؛

X_4 = بیشینه دما.

۴- نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش، در سال‌هایی که کاهش دما با کاهش شدید بارش همراه بوده، ریزش آفت به تأخیر افتاده است که این وضعیت را در سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ مشاهده می‌شود. سال‌های زراعی ۱۳۷۹-۱۳۸۰، ۱۳۸۶-۱۳۸۷ و ۱۳۸۷-۱۳۸۸ با وجود کاهش میزان بارش فصل‌های پاییز و زمستان نسبت به میانگین، افزایش تعداد روزهای یخبندان فعالیت آفت را با تأخیر مواجه کرده است؛ به گونه‌ای که تعداد روزهای یخبندان در این سال‌ها در مقایسه با میانگین بالاتر است که این امر نقش مؤثر دما را در شروع فعالیت آفت نشان می‌دهد. تحلیل همبستگی بین یخبندان‌های متوسط، شدید و همچنین یخبندان‌های زمستانه همبستگی قوی و معناداری را با تاریخ‌های آغاز ریزش نشان می‌دهد. همچنین، بین پارامترهای دمایی فصل‌های

پاییز و زمستان و دهه اول و دوم اسفند با تاریخ‌های ریزش آفت همبستگی معنادار وجود دارد. بررسی وضعیت بارش نشان می‌دهد با وجود تأثیرگذاری این عامل بر فعالیت آفت، همبستگی معناداری را بین این پارامتر و تاریخ‌های آغاز ریزش مشاهده نمی‌کنیم. همان‌طور که در جدول شماره هفت دیده می‌شود، از یک هفته پیش از آغاز ریزش، دما افزایش تدریجی یافته و در اکثر سال‌ها به جز سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ و ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در روز ریزش بارشی ثبت نشده است.

نتایج تحلیل رگرسیون نیز گویای این است که میزان ضریب تعیین بین متغیرهای میزان بارش و میانگین، کمینه و بیشینه دما در فصل‌های پاییز و زمستان و تعداد روزهای یخبندان سالانه با تاریخ‌های آغاز ریزش ۹۷ درصد است؛ یعنی ۹۷ درصد از واریانس مربوط به تاریخ‌های آغاز ریزش به این عوامل وابسته است و ۳ درصد باقی‌مانده به سایر عوامل بستگی دارد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد شروع فعالیت آفت تا حد زیادی به دما و پارامترهای مرتبط با آن به‌ویژه روزهای یخبندان زمستانه بستگی دارد؛ به‌گونه‌ای که با کاهش تعداد روزهای یخبندان ریزش آفت زودتر از میانگین آغاز شده است. نتایج نشان می‌دهد ریزش آفت در این شهرستان زمانی آغاز می‌شود که میانگین دما بالای ۸ درجه سانتی‌گراد باشد که با یافته‌های رجبی (۱۳۸۶: ۵۳) و براون (۱۹۹۶: ۵) همخوانی دارد؛ همچنین باید شرایط رطوبتی مهیا باشد؛ زیرا کمبود شدید رطوبت ریزش آفت را به تأخیر می‌اندازد.

۵- منابع

- ایران‌پور، شهرزاد، عزیز خرازی پاک‌دل، غلامرضا رجبی، غلامرضا رسولیان و حسن کریم مجتبی، «تلفات ویژه سنی و تغییرات سرعت نشو و نمای مراحل نابالغ سن‌گندم در چهار دمای ثابت آزمایشگاهی»، مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، ج ۷۰، ش ۲۰، ۱۳۸۱.
- بابعلی، علی، سن غلات، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفظ نباتات، ۱۳۷۸.
- حجازی‌زاده، زهرا و سعید جوی‌زاده، مقدمه‌ای بر خشک‌سالی و شاخص‌های آن، تهران: سمت، ۱۳۸۹.

 غلامعلی مظفری و همکار _____ تحلیل ویژگی‌های دما و بارش بر تاریخ ...

- رجبی، غلام‌رضا، اکولوژی سن‌های زیان‌آور گندم و جو در ایران، تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۷۹.

- _____ مهار بنیادی سن‌گندم، تهران: سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۳۸۶.

- شفقی، سیروس، جغرافیای اصفهان، اصفهان: انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۱.
- عراقیه فراهانی، فرناز و همکاران، «بررسی تحمل حشرات کامل زمستان‌گذران سن‌گندم (*Eurygaster integriceps puton*) به دماهای پایین»، پایگاه اطلاع‌رسانی حشره‌شناسی ایران، مجموعه خلاصه‌مقالات نوزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ۱۳۸۹.

- قنادها، محمدرضا و صحبت آیین، «ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های گندم به سن»، مجله علوم کشاورزی ایران، ش ۴ (۳۴)، ۱۳۸۲.

- کریم‌زاده، رقیه و همکاران، «رابطه نوسانات جمعیت سن‌گندم *Eurygaster integriceps* با متغیرهای محیطی در استان آذربایجان شرقی»، مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران، ۴۳، ش ۱، ۱۳۹۱.

- Aronoldi, K.V., "On The Food Relations of Euryhaster Integriceps In The High-Land An Western Uzbekistsn", C.R. Acad. Sci. URSS (N.S) 43, No. 1, Pp. 32-35, 1ref.Moscow, 1994.

- Alekseev, Ya.A., The Biological Control of The Noxious Corn Bug Euryhaster Intericeps Put, By Means of Egg-Parasites (in Russian) Bull Plant Port Leningrad, 1940.

- Arkhangelm, S., A Study Upon the Injurios Corn Bug Eurygaster Integriceps Put, In Order to Elaborate Control Measures Against It, Lenin. Acad. Agric. Sci, Leningrad, 1940.

- Brown, E.S. & M. Eralp., "The Distrbution of the Species of Eurygaster (Hemiptera, Scutelledae) In Middle East Countries", *Annals And Magazine of Natural History*, Vol. 5, Pp. 63- 77, 1962.

- Cardona, C., F. Hariri, J. El Hamein, A. Rashwani & P.C. Williams., "Infestation of wheat by Suni Bug (*Eurygaster spp.*) in Syria". No. 2, Pp. 3-5, 1983.
- Peredel, Skii, A.A., "Changes in the Gluten of Wheat Injured by Different Species of Cereal Bugs" (in Russian), No. 71, P. 25, 1951.
- Shmakov, E.M & N.M Vinogradova., The Ecology of *Eurygaster Integriceps* (in Russian), Trud. Vseoyuz. Inst. Zashch. Rast. Stravropol, USSR, 1958.
- Smol Yannikov, V.V., "Data on the Ecology of the Noxious Little Tortoise, *Euryhaster Intericeps* Put, (Hemiptera-Heteoptera, Pentatomidae) in Ciscaucasia", (in Russian) No. 34, Pp. 88-99, 1995.
- Trissi, A.N., M. El-Bouhssini & A. Kzaez., "The Effect of Temperature on Some Biological Characteristics of *Rissolcus Vassilievi* Mayer, An Egg Parasitoid of Sunn Pest (*Eurygaster Integriceps* Puton)", *Arab Journal of Plant Protection*, No. 27, Pp. 10-13, 2009.
- Thomson, L.J., S. Macfadyen & A.A. Hoffmann., "Predicting the Effects of Climate Change on Natural Enemies of Agricultural Pests", *Biological Control*, 2009, Available at: www.elsevire.com/locate/ybcon, P.8.