

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 سالانه، 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 سالانه 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 سن‌گندم ۶-۸ درجه سانتی‌گراد است. شوماکف و وینگرادف^۱ (1958: 45) می‌نویسند در کراسنودرای روسیه زمانی که حرارت متوسط روزانه از ۱۰ درجه سانتی‌گراد 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 سانتی‌گراد فراتر رفته باشد، پرواز اصلی شروع خواهد شد. براون^۲ (1962: 5) معتقد است وقتی دما در بهار به ۱۲-۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، این آفت مهاجرت خود را شروع می‌کند. تامسون^۳ و همکاران (2009: 8) آثار تغییر اقلیم را بر دشمنان طبیعی آفت‌های کشاورزی مورد توجه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر اقلیم سبب عدم تطابق زمانی و مکانی بین دوران فعالیت آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها می‌شود و بدین ترتیب، اثر کنترل بیولوژیکی کاهش می‌یابد. تریسی^۴ و همکاران (2009: 10-13) هم تأثیر سه درجه حرارت (۲۰، ۲۳ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد) را در برخی ویژگی‌های نوعی انگل مؤثر بر تخم‌های حشره سن بررسی کردند.

عراقیه فراهانی و همکاران (۱۳۸۹: ۴۷۲) تحمل حشرات کامل زمستان‌گذران سن‌گندم را در دماهای پایین بررسی کردند. رجیبی (۱۳۷۹: ۵) طی بررسی‌های دوازده‌ساله از سال ۱۳۶۳-۱۳۷۴ زمان و شرایط محیطی لازم ریزش سن‌گندم به مزارع غلات در دشت ورامین را بررسی کرده و نشان داده است سن در منطقه ورامین طی دوره دوازده‌ساله مورد بررسی یک تا سه بار در مزارع اطراف ریزش می‌کند. زودترین ریزش در تاریخ ۱۷ اسفند و دیرترین ریزش در ۲۰ فروردین آغاز می‌شود. ایران‌پور و همکاران (۱۳۸۱: ۹) تلفات مراحل نابالغ سن‌گندم را با استفاده از جدول‌های زندگی ویژه سنی در چهار دمای ثابت ۲۲، ۲۵، ۲۷ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی در شبانه‌روز بررسی کردند. کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱: ۱۶۵) رابطه نوسان‌های جمعیت سن‌گندم را با متغیرهای محیطی مطالعه کردند.

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

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

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 سن‌گندم

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

۲-۳- داده‌های 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 سال‌های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸-۱۳۸۹ استفاده شد. ابتدا تلخیص و طبقه‌بندی عناصر هواشناسی، بازسازی و برطرف کردن نواقص آماری با استفاده از روش نسبت‌ها انجام شد؛ در ادامه با استفاده از داده‌های حداقل روزانه دما، تعداد کل یخبندان‌های سالیانه، تعداد کل یخبندان‌های ضعیف (۳- تا ۰)، متوسط (۵- تا ۳/۱-) و شدید (۵/۱- و کمتر) به تفکیک هریک از سال‌های زراعی و نیز تعداد روزهای یخبندان برای فصل‌های پاییز، زمستان و بهار محاسبه شد. وضعیت خشک‌سالی - ترسالی به صورت سه‌ماهه و دوازده‌ماهه 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)

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

(منبع: حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹: ۲۳۳)

محاسبه واحدهای گرمایی برای پایه‌ی 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 به دست آمده است؛

T_M = درجه حرارت حداکثر روز؛

T_m = درجه حرارت حداقل روز؛

T_t = پایه‌ی 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

به‌استناد جدول شماره دو، میانگین اولین تاریخ ریزش آفت سن‌گندم 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 به‌جز 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

شهرستان اصفهان سال زراعی	اولین تاریخ ریزش سن	تاریخ گذر دمای ۶ درجه سانتی‌گراد	میانگین کمینه دما در فصل‌های پاییز و زمستان	میانگین بیشینه دما در فصل‌های پاییز و زمستان
۷۸-۷۹	۷۹/۱/۱۴	۷۹/۱/۱۲	۰/۹۵	۱۶/۹
۷۹-۸۰	۸۰/۱/۶	۸۰/۱/۲	۱/۹	۱۶/۸
۸۰-۸۱	۸۰/۱۲/۲۵	۸۰/۱۲/۲۵	۲/۷	۱۷/۸
۸۱-۸۲	۸۱/۱/۴	۸۲/۱/۶	۱/۸	۱۶/۷
۸۲-۸۳	۸۲/۱۲/۱۸	۸۳/۱۲/۱۳	۳/۸	۱۷/۶
۸۳-۸۴	۸۴/۱/۳	۸۳/۱۲/۱۹	۴/۷	۱۸/۷
۸۴-۸۵	۸۵/۱/۳	۸۵/۱/۱	۳/۳	۱۷/۳
۸۵-۸۶	۸۶/۱/۵	۸۶/۱/۴	۲	۱۵
۸۶-۸۷	۸۷/۱/۵	۸۶/۱۲/۲۲	۲/۳	۱۶/۷
۸۷-۸۸	۸۸/۱/۵	۸۷/۱۲/۲۰	۳/۴	۱۷/۱
۸۸-۸۹	۸۸/۱۲/۱۰	۸۸/۱۲/۱۶	۵/۴	۱۸/۵
میانگین	۲۹ اسفند	۲۶ اسفند	۲/۹	۱۷/۱
انحراف معیار	۷/۳	۸۸	۱/۳	۰/۹۸
ضریب تغییرات (%)	۴	۵	۴۵/۴	۵/۷

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

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

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 پایه‌ی حرارتی ۶ درجه سانتی‌گراد) طی دوره‌ی مورد بررسی بین ۳۱۲۶/۹ تا ۴۱۸۴/۲ درجه روز متغیر است. بیشینه‌ی 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 کمینه‌ی این مرحله نیز در سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ با ۸۷/۱ درجه-روز و میانگین دوره ۱۳۴/۴ درجه-روز محاسبه شد. بیشینه‌ی واحدهای گرمایی فصل زمستان مربوط به سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ به میزان ۱۱۵/۴ درجه-روز و کمینه‌ی 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، ریزش آفت 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 می‌دهد 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 می‌توان دید. میانگین دما در ده روز پیش از ریزش در همه سال‌ها بالای ۸ درجه سانتی‌گراد است. در همه سال‌های مورد بررسی، میانگین دما از چهار روز قبل از ریزش روند افزایشی داشته است. بررسی وضعیت بارش نشان می‌دهد در اکثر سال‌ها به‌جز سال‌های 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	۱۵/۰/۲	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. به استناد جدول شماره هشت، 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؛ 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 می‌یابد. بررسی ضریب همبستگی بین آستانه‌های مختلف یخبندان و یخبندان‌های فصلی بیانگر وجود رابطه مستقیم و معنادار بین یخبندان‌های متوسط، شدید و یخبندان‌های فصل زمستان با تاریخ‌های آغاز ریزش است. میزان ضریب همبستگی میان واحدهای گرمایی سالیانه با تاریخ‌های آغاز ریزش بسیار ضعیف است (جدول ۹).

جدول ۸ میزان ضریب همبستگی بین شرایط دمایی و بارش با تاریخ‌های 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 آستانه‌های مختلف یخبندان و روزهای یخبندان فصلی با تاریخ‌های 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 به‌عنوان متغیرهای مستقل و تاریخ‌های ریزش آفت سن به‌عنوان متغیر وابسته به‌کار 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 باقی‌مانده 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 به‌دست‌آمده عبارت است از:

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

$$X_1 = \text{بارش؛}$$

$$X_2 = \text{تعداد روزهای یخبندان؛}$$

$$X_3 = \text{کمینه دما؛}$$

$$X_4 = \text{بیشینه دما.}$$

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؛ به‌گونه‌ای 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 ...

- رجیبی، 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، د 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 Haremein, 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.