

## بررسی طغیان آفت سن گندم بر مبنای ویژگی‌های دما در استان کردستان (مطالعه‌ی موردی: شهرستان بیجار)

غلامعلی مظفری\* - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد  
محمد صادق عزیزیان - دانشجوی کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه یزد

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۴/۲۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۴/۲۷

### چکیده

اهمیت گندم به‌عنوان غذای اصلی مردم در کشور برکسی پوشیده نیست. استان کردستان یکی از قطب‌های تولید گندم کشور محسوب می‌شود. محصول گندم این استان نیز، مانند سایر نقاط گندم‌خیز کشور از آفت سن گندم در امان نبوده و این آفت هر ساله مقادیر زیادی محصول گندم این استان را نابود می‌کند. در این پژوهش، ویژگی‌های دما شامل دماهای میانگین، حداقل، حداکثر و میزان واحدهای گرمایی روزانه در پنج مقطع زمانی و رابطه‌ی آن با میزان گسترش آفت سن در طول سال‌های زراعی ۷۱-۷۰ تا ۸۲-۸۱ در سطح شهرستان بیجار مطالعه شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که آفت سن گندم از نظر میزان جمعیت به شرایط دمایی وابسته است؛ در سال‌های زراعی که میزان دما و میزان واحدهای گرمایی در فصل بهار بالا بوده و تعداد روزهای یخبندان سالانه و تعداد روزهای با یخبندان شدید به‌ویژه در فصول پاییز و زمستان سال قبل کم باشد، آفت به‌شدت طغیان می‌کند و برعکس، نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین مقادیر سالانه واحدهای گرمایی و میزان واحدهای گرمایی در دوره‌ی فعالیت آفت سن در فصل بهار با سطح مبارزه با آفت سن، یک همبستگی قوی و معنادار در سطح ۹۹ درصد را نشان می‌دهد. ضریب تبیین ( $R^2$ ) به‌دست‌آمده، برای مقادیر سالانه واحدهای گرمایی و میزان واحدهای گرمایی از زمان ریزش آفت سن در سطح مزارع تا زمان خاتمه‌ی مبارزه با آفت سن، برای شهرستان بیجار ۷۰ درصد محاسبه شد که اهمیت واحدهای گرمایی را در پیش‌بینی آفت سن در مدل رگرسیون نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: اقلیم شناسی کشاورزی، یخبندان، واحدهای گرمایی، سن گندم، بیجار.

## مقدمه

آفت سن، آفت اصلی مزارع گندم در غرب آسیا و خاور نزدیک و در جمهوری‌های آسیای مرکزی و بلغارستان و رومانی است. میزان خسارت به تولید گندم بین ۲۰ تا ۷۰ درصد در هر سال تخمین زده می‌شود و در صورت عدم مبارزه با آن این میزان خسارت به ۱۰۰ درصد نیز خواهد رسید. حدود ۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در سطح جهان به این آفت آلوده هستند (FAO, 2009, 1-17; NRI, 2009, 1-4). در ایران نیز سن گندم کماکان به‌عنوان آفت اصلی و استراتژیک محصول زراعی کشور محسوب می‌شود. گندم از نظر تولید و سطح زیرکشت مهم‌ترین محصول کشاورزی ایران است (رجبی و بهرورزین، ۱۳۸۲، ۴). بر اساس آمار منتشر شده، مصرف سالانه‌ی گندم داخلی کشور حدود ۱۱ تا ۱۲ میلیون تن است که با در نظر گرفتن یک میلیون تن نیاز بذر و سایر مصارف به حدود ۱۳ میلیون تن می‌رسد (روزنامه جام‌جم، ۱۳۸۷، شماره ۲۲۵۷، ۱۴). در ایران به‌دلیل وجود شرایط آب‌وهوایی متنوع و کشت گسترده‌ی گندم، عوامل متعدد خسارت‌زا، همه‌ساله این محصول را مورد حمله قرار می‌دهد (رجبی و بهرورزین، ۱۳۸۲، ۶۵). خسارت ناشی از آفت‌ها، بیماری‌ها و علف‌های هرز در ایران، حدود ۳۵-۳۰ درصد برآورد شده که ۱۲-۱۰ درصد آن به حشره‌های زیان‌آور اختصاص دارد (رضاییگی و رجبی، ۱۳۸۵، ۱). در حال حاضر، کم‌وبیش تمام مناطق گندم و جوکاری ایران (به‌جز کویرهای مرکزی فلات ایران، نوار ساحلی دریای خزر، نواحی ساحلی دریای عمان و خلیج فارس و قسمتی از جلگه‌ی خوزستان) زیر پوشش این آفت قرار دارند (خانجانی، ۱۳۸۷، ۱۰۸). سطح زیان اقتصادی سن‌های زمستان‌گذران تابعی از شرایط آب‌وهوایی، نوع رقم، نوع کشت، زودرسی و دیررسی است (رادچنکو و بویکو، ۱۹۷۹، ۲۰). کریچلی<sup>۲</sup> (۱۹۹۸، ۱۶) طی هفتاد سال گذشته، آفت سن را آفت جدی گندم و سایر غلات در سرتاسر خاور نزدیک، خاورمیانه و بخش‌هایی از روسیه سابق دانسته که در هر ۵ تا ۸ سال شکل طغیانی به‌خود می‌گیرد. مجموع سطح زیر کشت گندم در استان کردستان در سال ۱۳۸۵ بیش از ۵۰۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن نیز در این سال ۷۰۲۰۰۰ تن بوده که با این میزان تولید، رتبه‌ی پنجم کشوری را کسب کرد (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، ۱۳۸۵، ۴). در سطح شهرستان بیجار از سال زراعی ۷۱-۷۰ تا پایان سال زراعی ۸۲-۸۱ در سطح ۲۴۰۷۵۶ هکتار از اراضی با آفت سن گندم مبارزه شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، اداره‌ی حفظ و اصلاح نباتات، ۱۳۸۳، ۱۰). تخریب مراتع و توسعه دیم‌زارها به‌ویژه در غرب کشور، مهم‌ترین دلایل گسترش مناطق انتشار و طغیان سن گندم در سال‌های اخیر بوده است (رجبی، ۱۳۷۲، ۱۰). در زمینه‌ی آفت‌ها، به‌ویژه آفت سن گندم، در سطح جهانی و ایران در شرایط آزمایشگاهی و یا در سطح مزرعه پژوهش‌های گسترده‌ای برای تعیین آستانه‌های عناصر هواشناسی مؤثر در مراحل مختلف زیستی و فعالیت آفت سن انجام شده، ولی کمتر به جنبه‌های اقلیم‌شناختی آن پرداخته شده است. الکسیو<sup>۳</sup> (۱۹۴۰، ۲۵) آستانه‌ی حداقل دما برای توقف فعالیت سن مادر در مزرعه را ۱۷ درجه‌ی سانتی‌گراد و دمای مناسب برای پرواز را ۲۱/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد تعیین کرد.

1. Radchenko, and Boiko

2. Critchley

3. Alekseev

آرخانگلم<sup>۱</sup> (۱۹۴۰، ۱۴) درجه حرارت مناسب برای جفت‌گیری سن گندم را در ایالت روستوف روسیه ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد ذکر کرد. سمولینکوف<sup>۲</sup> (۱۹۹۵، ۸۸-۹۹) درجه حرارت مطلوب در زمان جفت‌گیری و تخم‌ریزی سن در منطقه‌ی قفقاز را بین ۱۶ تا ۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و حداقل دما برای رشد تخم سن را ۶ تا ۸ درجه تعیین کرد. شوماکوف و وینوگرادوا<sup>۳</sup> (۱۹۵۸، ۴۵) نیز دوره‌ی فعال و غیرفعال (تابستان‌گذرانی و زمستان‌گذرانی) را مطالعه کردند و آستانه‌ی حرارتی فعالیت در دوره‌ی زیستی آفت سن گندم را ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش کردند.

بنابر گفته‌های براون، در نواحی مختلف ایران، سن معمولی گندم می‌تواند حداکثر دمای ۳۰ درجه و حداقل دمای ۲/۵- تا ۳- درجه سانتی‌گراد را تحمل کند (براون و همکاران، ۱۹۶۲، ۵). کیناسی<sup>۴</sup> (۲۰۰۴، ۱۹۰) میزان خسارت آفت سن بر روی ویژگی‌های کیفی (وزن هزار دانه، میزان پروتئین و غیره) سه نوع مختلف گندم زمستانی را مورد مطالعه قرار داد. نتایج این پژوهش به انتخاب نوع گندم مناسب برای کاشت کمک می‌نماید. تامسون و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۹، ۸) آثار تغییر اقلیم بر روی دشمنان طبیعی آفت‌های کشاورزی را مورد توجه قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر اقلیم، سبب عدم تطابق زمانی و مکانی بین دوران فعالیت آفت و دشمنان طبیعی آنها شده و بدین ترتیب اثر کنترل بیولوژیکی کاهش می‌یابد. رجبی (۱۳۷۲، ۱۰) معتقد است که در شرایط سخت زمستانی و در دمای ۳۰- سانتی‌گراد، تنها ۲۰ درصد سن‌های مهاجر تلف می‌شوند. رجبی (۱۳۷۹، ۵) به بررسی زمان و شرایط محیطی ریزش سن گندم به مزارع غلات در دشت ورامین پرداخته است. در زمان ریزش سن، میانگین دما طی مدت ۱۲ سال مورد بررسی، بین ۱۳/۶ تا ۱۴/۳ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر بوده است. آغاز ریزش سن گندم، به دنبال افزایش تدریجی دما، طی چند روز صورت می‌گیرد، بدین معنی که اگر دمای روزانه پس از چندین روز سرد، ناگهان بالا رفته و به حد نصاب لازم برای پرواز برسد، آفت پرواز نمی‌کند، بلکه پرواز زمانی صورت می‌گیرد که حداقل دو تا سه روز قبل از پرواز با افزایش تدریجی دما همراه باشد.

مطالعات ایران‌پور و همکاران (۱۳۸۱، ۹) نشان می‌دهد که بیشترین مرگ‌ومیر سن در مرحله‌ی پورگی در دمای ۲۲ و کمترین آن در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد، دماهای ۲۵ و ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد برای رشد مراحل نابالغ مناسب‌تر از دماهای حد بالا و حد پایین است. صفر فیزیولوژیک سن گندم را ۱۸/۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و مجموع درجه - روز مؤثر روزانه‌ی پوره‌ها را ۲۷۵/۲۶ درجه - روز محاسبه کرده‌اند.

خانیزاد (۱۳۸۲، ۱۴) اثر عناصر آب‌وهوایی را بر روی طغیان آفت سن گندم طی سال‌های ۸۲-۱۳۶۸ در استان کردستان مورد بررسی قرار داد. در این بررسی مشخص شد که برخلاف ایده‌ی عمومی، افزایش یا کاهش درجه حرارت ماه‌های بهار، اثری بر جمعیت آفت ندارد. معینی نقده و عبدالهی (۱۳۸۳، ۲۳-۲۴) معتقدند، طول دوره‌ی جنینی و دوره‌ی زیستی و نیز مرگ‌ومیر آفت سن در دمای ۱۲ تا ۲۷/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش یافته و پس از آن دوباره افزایش می‌یابد. میانگین مجموع درجه - روز مؤثر سن‌های بالغ زمستان‌گذران، تخم و پنج مرحله‌ی پورگی و افراد سن بالغ را به ترتیب

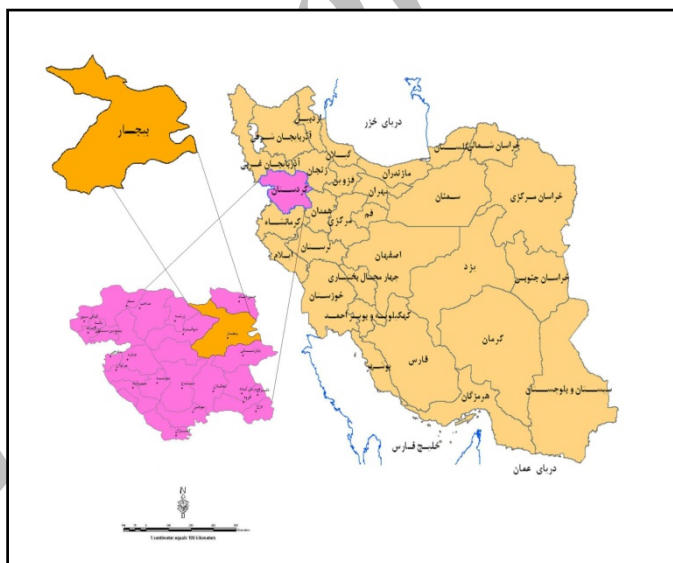
1. Arkhangelm  
2. Smolyannikov  
3. Shumakov, and Vinogradova  
4. Kinaci  
5. Thomson and et al

۷۴، ۱۲۳، ۱۴۵/۵، ۱۷۰، ۲۱۴/۵، ۱۷۲/۵، ۳۱۷/۵ و ۳۷۶/۵ درجه - روز تعیین کردند. هدف از انجام این پژوهش بررسی و تحلیل رابطه بین ویژگی‌های دما و طغیان آفت سن و نیز پیش‌بینی وضعیت طغیان آفت بر مبنای ویژگی‌های دما در سطح مزارع شهرستان بیجار بود که در پژوهش‌های گذشته، حداقل در سطح ایران کمتر بدان پرداخته شده است.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی

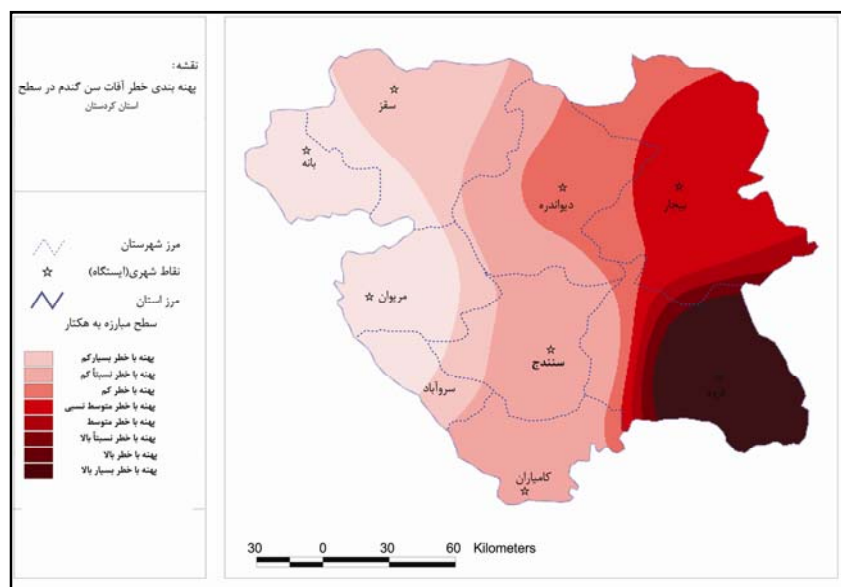
شهرستان بیجار با مساحتی برابر با ۷۷۳۰ کیلومتر مربع یکی از شهرستان‌های استان کردستان است که در طول ۴۷ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و در ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل (۱)). طبق آمار سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت این شهرستان حدود ۴۶۱۵۶ نفر اعلام شد. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۹۴۰ متر است؛ از این رو آن را بام ایران نامیده‌اند. این شهرستان بیشترین سطح زیر کشت گندم را دارد و یکی از نقاط بسیار آلوده به آفت سن گندم در سطح استان کردستان است (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، اداره‌ی حفظ نباتات، ۱۳۸۳) (شکل (۲)).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان بیجار

**اطلاعات مربوط به آفت سن گندم و سطح مبارزه با این آفت:** اطلاعات مورد نیاز در خصوص نیازهای هواشناسی آفت سن گندم، طی مراحل مختلف فنولوژی آفت، از طریق منابع مکتوب مورد شناسایی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به وضعیت مناطق آلوده به آفت سن گندم و سطح مبارزه با این آفت در استان کردستان از اداره‌ی حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی این استان برای سال‌های زراعی ۷۰-۷۱ تا ۸۱-۸۲ دریافت شد. این اطلاعات سطح مبارزه با آفت در دو مرحله‌ی سن مادر و پوره‌ی سن و نیز متوسط تراکم سن مادر و متوسط تراکم پوره‌ی سن (تعداد حشره بر روی هر خوشه گندم) را نشان می‌دهد که به ترتیب نمایه‌ای از میزان گسترش و شدت طغیان آفت سن، در سطح منطقه

است. صرف‌نظر از میزان توانایی‌ها و بودجه‌ی لازم برای مبارزه با آفت که در سال‌های مختلف به‌طور نابرابر در اختیار سازمان جهاد کشاورزی است، به‌نوعی میزان سطح مبارزه، با شدت طغیان آفت، همسو بوده و این موضوع به‌خوبی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. در این راستا ویژگی‌های آمار توصیفی مانند میانگین، کمینه، بیشینه و ضریب تغییرپذیری داده‌های مربوط به آفت سن گندم محاسبه شد.



شکل ۲. پهنه‌بندی خطر آفت سن گندم در سطح استان کردستان (سازمان جهاد کشاورزی استان، کردستان، اداره‌ی حفظ نباتات، ۱۳۸۳)

**داده‌های هواشناسی:** برای انجام این پژوهش از عنصر دما (حداکثر و حداقل دمای روزانه، ماهانه و سالانه) ایستگاه سینوپتیک بیجار در طول سال‌های زراعی ۷۱-۷۰ تا ۸۲-۸۱ استفاده شد. ابتدا تلخیص و طبقه‌بندی داده‌های عناصر هواشناسی، بازسازی و تکمیل نواقص آماری انجام شد؛ در ادامه با استفاده از داده‌های حداقل روزانه دما، تعداد کل یخبندان‌های سالانه و تعداد کل یخبندان‌های ضعیف (۳- تا ۰)، متوسط (۵- تا ۳/۱-) و شدید (۵/۱- و کمتر) به تفکیک هر یک از سال‌های زراعی و نیز تعداد روزهای یخبندان در فصول پاییز، زمستان و بهار محاسبه شد. گفتنی است که سن معمولی گندم در نواحی مختلف ایران، می‌تواند حداقل دمای ۲/۵- تا ۳- درجه‌ی سانتی‌گراد را تحمل کند (براون، ۱۹۶۲، ۱۰). این بررسی برای تعیین میزان رابطه‌ی فراوانی و شدت یخبندان با شدت و میزان گسترش آفت انجام پذیرفت. میزان واحدهای گرمایی از جمله شاخص‌هایی است که بر اساس آن می‌توان وضعیت طغیان آفت را پیش‌بینی کرد. محاسبه‌ی واحدهای گرمایی برای پایه‌ی حرارتی ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد (دمای پایه برای ریزش آفت از مراتع به سطح مزارع)، بر مبنای داده‌های قابل دسترس برای مقاطع زمانی زیر انجام پذیرفت:

- مجموع واحدهای گرمایی از تاریخ آغاز دمای پایه‌ی ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد تا تاریخ اولین ریزش آفت سن در سطح مزارع.

- مجموع واحدهای گرمایی از تاریخ اولین ریزش آفت سن تا تاریخ مبارزه با سن مادر.
- مجموع واحدهای گرمایی از تاریخ مبارزه با سن مادر تا تاریخ آغاز مبارزه با پورهی سن.
- مجموع واحدهای گرمایی از تاریخ آغاز مبارزه با پورهی سن تا تاریخ خاتمه‌ی مبارزه با پورهی سن.
- مجموع واحدهای گرمایی سالانه (از زمان اولین ریزش آفت در سطح مزارع تا زمان خاتمه‌ی مبارزه با پورهی سن).

در بررسی تاریخ آغاز دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد که برای ۱۲ سال زراعی در فصل بهار انجام پذیرفت، تاریخ ریزش آفت در سطح مزارع بیجار با گذر آغاز دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد از هماهنگی نسبی برخوردار بود و به همین دلیل، تاریخ گذر دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌عنوان پایه‌ی دما برای محاسبه‌ی میزان واحدهای گرمایی انتخاب شد. برای انجام این پژوهش، علاوه‌بر استفاده از آماره‌های توصیفی، از تحلیل همبستگی پیرسون و ضریب تبیین استفاده شد.

### یافته‌های تحقیق

#### پهنه‌بندی مناطق آلوده به آفت سن گندم و سطح مبارزه با این آفت در سطح مناطق آلوده

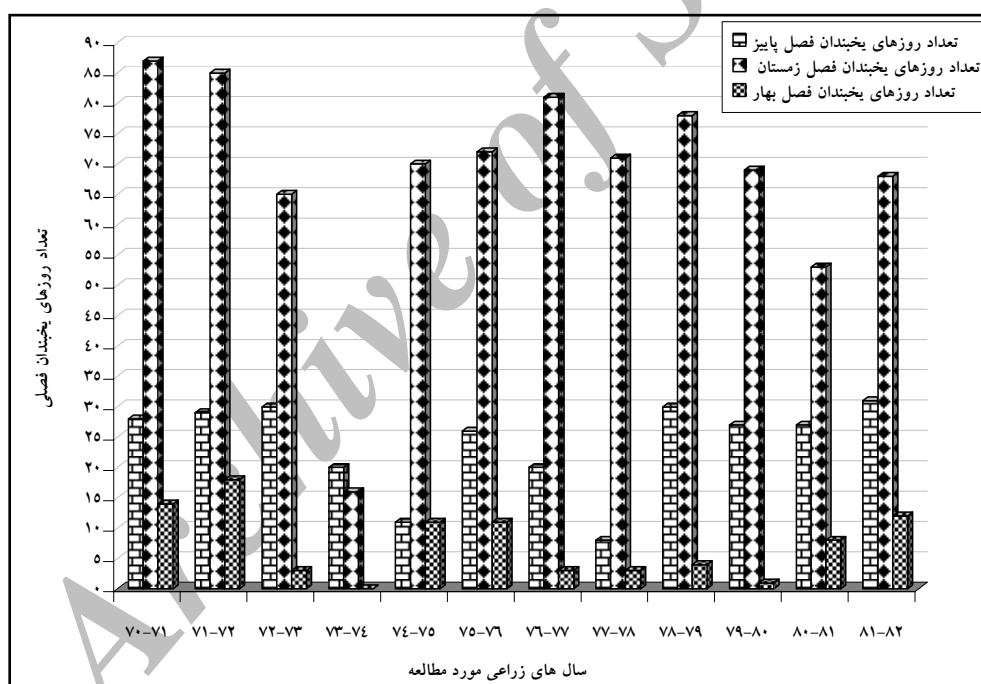
آمار و اطلاعات مربوط به آفت سن گندم شامل مشخصات مربوط به سطح مبارزه با آفت در دو مرحله‌ی سن مادر و پورهی سن و نیز متوسط تراکم آفت بر روی هر خوشه‌ی گندم در جدول شماره ۱ برای سال‌های زراعی ۷۱-۷۰ تا ۸۲-۸۱ ارائه شده است. به استناد جدول شماره ۱ و نیز نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر آفت سن گندم در سطح استان کردستان (شکل ۲)، شدت آلودگی در این شهرستان تنها از شهرستان قروه کمتر است و آلوده‌ترین نقاط استان در شمال شرق، شرق و جنوب شرق استان کردستان متمرکز است. بیشینه و کمینه‌ی سطح کل مبارزه با آفت سن در سطح این شهرستان به ترتیب با ۸۲۳۸۹ و ۵۲ هکتار مربوط به سال‌های زراعی ۸۰-۷۹ و ۷۵-۷۴ است. با توجه به بالا بودن میزان ضریب تغییرپذیری سطوح مبارزه با آفت سن، می‌توان نتیجه گرفت که طی دوره‌ی ۱۲ ساله‌ی مورد بررسی، میزان گسترش آفت سن در سطح شهرستان بیجار بسیار متفاوت بوده است. متوسط تراکم پوره طی سال‌های زراعی ۷۸-۷۷ تا ۸۲-۸۱ بین ۶ تا ۱۲ عدد در هر خوشه‌ی گندم بوده که بیانگر شدت طغیان آفت در طی این سال‌ها است و در نتیجه، میزان سطح مبارزه با آفت، طی سال‌های زراعی مذکور نیز به شدت افزایش یافته است؛ این در حالی است که، در سال‌های زراعی ۷۱-۷۰ تا ۷۷-۷۶ متوسط تراکم پوره، بین ۲ تا ۴ عدد در هر خوشه بوده و سطح مبارزه با آفت نیز در این سال‌ها به‌طور نسبی کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد.

### بررسی و تحلیل ویژگی دما در سطح شهرستان بیجار

#### شدت یخبندان

شدت یخبندان، تعیین فراوانی آستانه‌های بحرانی دماهای صفر درجه و پایین‌تر از آن است. در ابتدا با استفاده از آمار حداقل دمای روزانه، تعداد روزهای یخبندان در سه طبقه یخبندان ضعیف (۳- تا ۰)، یخبندان متوسط (۵- تا ۳/۱-) و یخبندان شدید (۵/۱- و کمتر)، برای کل روزهای سال و نیز فصول مختلف محاسبه شد (جدول شماره ۲). بیشینه‌ی

تعداد روزهای یخبندان سالانه در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه، مربوط به سال‌های زراعی ۷۰-۷۱، ۷۱-۷۲ و ۸۱-۸۲ به ترتیب ۱۲۹، ۱۲۲ و ۱۱۱ روز است. بیشینه‌ی یخبندان‌های شدید و متوسط نیز برای دو سال اول مورد مطالعه به ثبت رسیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، طی این دوره برای چهار سال پیاپی از سال ۷۷-۷۸ به بعد، تعداد روزهای یخبندان کاهش چشمگیری یافته که اوج این شرایط کمینه‌ی سال ۷۷-۷۸ با ۸۲ روز یخبندان در سال بوده است. کمینه‌ی تعداد روزهای با یخبندان شدید نیز طی همین چند سال اتفاق افتاده است. تعداد روزهای همراه با یخبندان برای فصل‌های مختلف سال طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه نشان می‌دهد، بیشینه‌ی یخبندان فصل زمستان مربوط به سال‌های ۷۰-۷۱، ۷۱-۷۲ و ۷۶-۷۷ است، با توجه به اهمیت دمای فصل بهار در زندگی آفت، بیشترین تعداد روزهای همراه با یخبندان این فصل در سال‌های ۷۰-۷۱، ۷۱-۷۲ و ۸۱-۸۲ ثبت شده، کمینه‌ی همین شرایط به ترتیب مربوط به سال‌های ۷۹-۸۰، ۷۷-۷۸ و ۷۸-۷۹ است (شکل ۳).



شکل ۳. فراوانی آستانه‌های یخبندان فصلی در شهرستان بیجار، طی سال‌های زراعی

۷۰-۷۱ تا ۸۱-۸۲

نمودار ترکیبی تعداد روزهای یخبندان سالانه و سطوح مبارزه با آفت نشان می‌دهد که طی چند سال اول آماری که شرایط دمایی بسیار سرد همراه با یخبندان‌های شدید اتفاق افتاده، باعث از بین رفتن آفت در دوران دیپوز زمستانی و دوران فعالیت در مزارع شده است (یخبندان‌های شدید اگر با شرایط بارشی به خصوص بارش رگباری همراه باشد باعث یخبندان کوهستانی شده، در نتیجه آفت در همان‌جا نابود شده و حشره با توان جمعیتی کمتری سال را آغاز می‌کند) و سطح مبارزه با آفت که نمایه‌ای از وضعیت طغیانی یا کاهشی آفت است، در این سال‌ها به شدت پایین آمده و کم‌وبیش

در حد صفر است. از سال ۷۸-۷۷ با افزایش دمای منطقه و گرم‌شدن هوا، تعداد روزهای همراه با یخبندان کاهش چشمگیری یافته و این افزایش دما باعث شد که آفت به‌دور از هرگونه مرگ‌ومیری مراحل زندگی خود را با موفقیت گذرانده و با تغذیه‌ی کامل از محصول، توان جمعیتی خود را افزایش دهد. در سال‌های آخر دوره‌ی آماری (سال ۸۰-۷۹) تا سطح بیش از ۸۲۰۰۰ هکتار با آفت مبارزه شد (شکل ۴).

جدول ۱. سطح مبارزه با آفت سن گندم (سن مادر و پوره‌ی سن) طی سال‌های مورد مطالعه در شهرستان بیجار

سال	سطح مبارزه با سن مادر	سطح مبارزه با پوره‌ی سن	جمع کل سطح مبارزه	متوسط تراکم سن مادر	متوسط تراکم پوره‌ی سن
	هکتار	هکتار	هکتار	فراوانی	فراوانی
۷۰-۷۱	*	۸۷۴	۸۷۴	۱	۳
۷۱-۷۲	۳۵۰	۱۲۴۵	۱۵۹۵	۲-۱	۳
۷۲-۷۳	*	۵۶۰	۵۶۰	۱	۲
۷۳-۷۴	۳۲۵	*	۳۲۵	۱	۲
۷۴-۷۵	*	۵۲	۵۲	۱	۲
۷۵-۷۶	۱۵۵۰	۲۱۲۱	۳۶۷۱	۲	۴
۷۶-۷۷	۴۸۰	۲۴۰	۷۲۰	۱	۳
۷۷-۷۸	۴۵۰۰	۷۳۰۰	۱۱۸۰۰	۳	۷-۶
۷۸-۷۹	۲۴۰۰۰	۳۶۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶	۸-۷
۷۹-۸۰	۳۲۰۳۷	۵۰۳۵۲	۸۲۳۸۹	۶-۵	۱۲-۱۰
۸۰-۸۱	۳۴۴۳۲	۲۵۵۷۸	۶۰۰۱۰	۳	۷
۸۱-۸۲	۸۲۶۰	۱۰۵۰۰	۱۸۷۶۰	۲	۶
میانگین	۱۱۷۷۰	۱۲۲۵۶	۲۰۰۶۳		
کمینه	۳۲۵	۵۲	۵۲		
بیشینه	۳۴۴۳۲	۵۰۳۵۲	۸۲۳۸۹		
ضریب تغییر پذیری	۱۲۱/۴	۱۴۱/۴	۱۴۷/۸		

منبع: اداره‌ی حفظ نباتات، سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان

\* فاقد آمار



جدول ۲. آستانه‌های مختلف یخبندان، تعداد روزهای یخبندان سالانه و فصلی در طول سال‌های زراعی مورد مطالعه در شهرستان بیجار

سال زراعی	تعداد روزهای یخبندان ضعیف	تعداد روزهای یخبندان متوسط	تعداد روزهای یخبندان شدید	تعداد کل یخبندان سالانه	تعداد روزهای یخبندان پاییز	تعداد روزهای یخبندان زمستان	تعداد روزهای یخبندان بهار
۷۰-۷۱	۲۸	۳۲	۶۹	۱۲۹	۲۸	۸۷	۱۴
۷۱-۷۲	۳۶	۲۶	۶۰	۱۲۲	۲۹	۷۵	۱۸
۷۲-۷۳	۵۴	۱۵	۲۹	۹۸	۳۰	۶۵	۳
۷۳-۷۴	۵۲	۱۸	۲۵	۹۵	۳۰	۶۰	۵
۷۴-۷۵	۴۷	۱۵	۳۰	۹۲	۱۱	۷۰	۱۱
۷۵-۷۶	۵۱	۱۹	۳۹	۱۰۹	۲۶	۷۲	۱۱
۷۶-۷۷	۳۲	۱۸	۵۴	۱۰۴	۲۰	۸۱	۳
۷۷-۷۸	۴۶	۱۸	۱۸	۸۲	۸	۷۱	۳
۷۸-۷۹	۴۶	۱۶	۲۴	۸۶	۱۹	۶۳	۴
۷۹-۸۰	۴۷	۱۴	۲۹	۹۰	۲۲	۶۷	۱
۸۰-۸۱	۴۰	۱۳	۳۵	۸۸	۲۷	۵۳	۸
۸۱-۸۲	۵۸	۲۱	۳۲	۱۱۱	۳۱	۶۸	۱۲

- ۱- یخبندان ضعیف: دمای حداقل بین صفر تا ۳- درجه سانتی‌گراد
- ۲- یخبندان متوسط: دمای حداقل بین ۳/۱- تا ۵- درجه سانتی‌گراد
- ۳- یخبندان شدید: دمای حداقل از ۵/۱- درجه سانتی‌گراد و کمتر

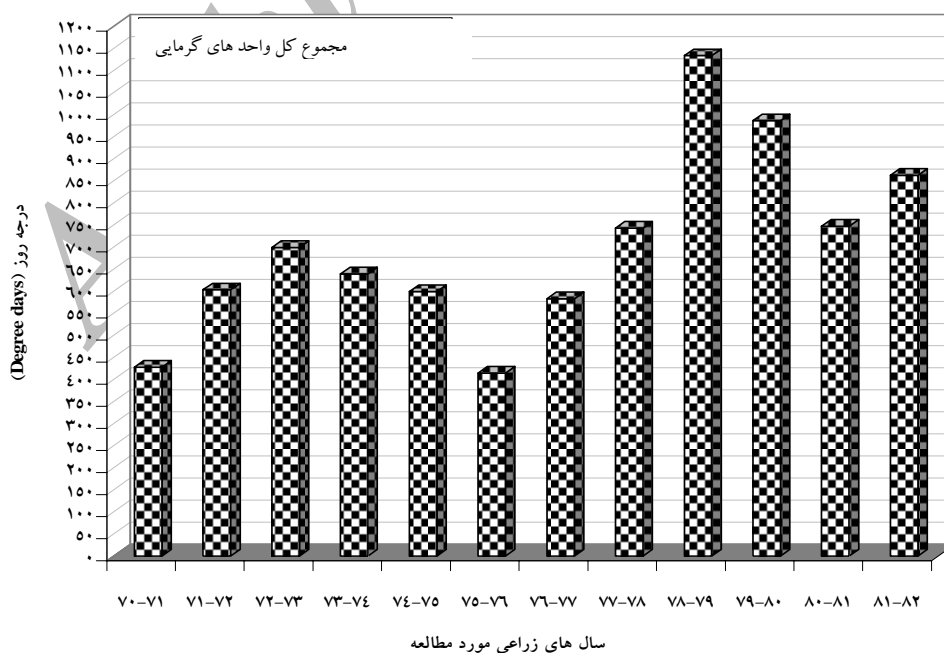
## میزان واحدهای گرمایی<sup>۱</sup>

به دلیل عدم دیده‌بانی و ثبت مراحل زیستی آفت سن گندم در سطح مزارع استان کردستان، امکان محاسبه‌ی واحدهای گرمایی به تفکیک هر یک از مراحل زیستی آفت وجود نداشت؛ بنابراین، محاسبه‌ی واحدهای گرمایی بر مبنای داده‌های قابل دسترس برای پنج مقطع زمانی مندرج در جدول شماره ۳ انجام پذیرفت.

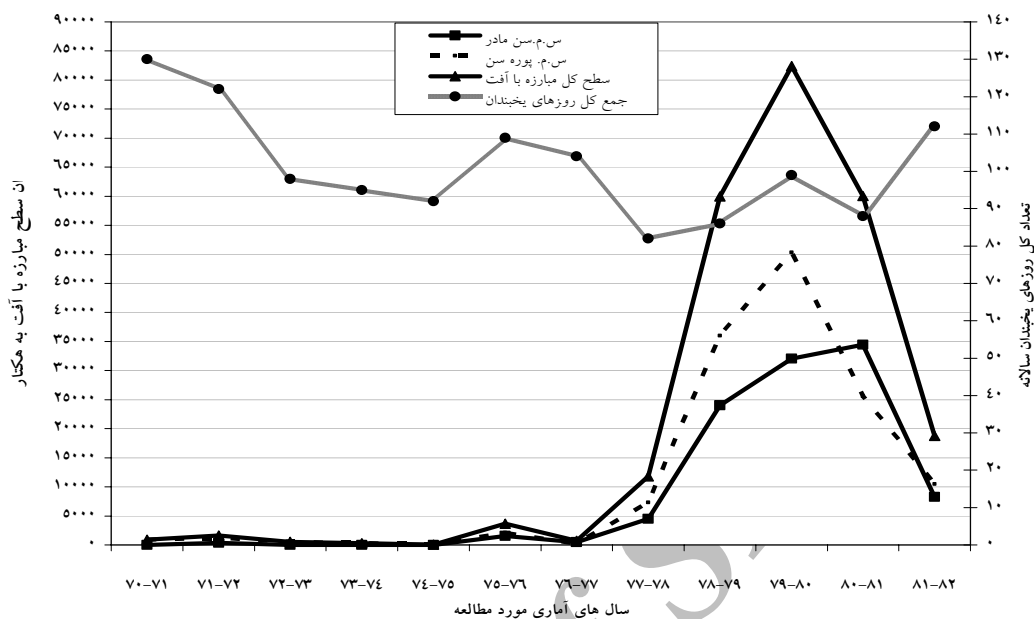
نتایج حاصل از این بررسی برای مبنای پایه‌ی حرارتی ۶ درجه سانتی‌گراد در جدول شماره ۳ و شکل‌های شماره ۵ و ۶ ارائه شده است. به استناد جدول مذکور، میزان واحدهای گرمایی طی دوره‌ی مورد بررسی بین ۴۱۳/۸ تا ۱۱۳۲/۷ درجه - روز متغیر است. بیشینه‌ی میزان واحدهای گرمایی از آغاز تاریخ دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد تا زمان اولین ریزش سن به مزارع مربوط به سال زراعی ۷۸-۷۹ با ۱۱۴ درجه - روز و کمینه‌ی این مرحله نیز در سال زراعی ۷۱-۷۰ معادل صفر محاسبه شد. به استناد شکل شماره ۵، طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه، بیشینه‌ی میزان واحدهای گرمایی سالانه مربوط به سال‌های ۷۸-۷۹ و ۸۰-۷۹ به میزان ۱۱۳۲/۷ و ۹۸۵/۵ درجه - روز و کمینه‌ی دوره‌ی آماری هم در سال ۷۶-۷۵ به میزان ۴۱۳/۸ درجه - روز است. از سال زراعی ۷۷-۷۸ به بعد میزان واحدهای گرمایی نسبت به سال‌های قبل افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است.

جدول ۳. میزان واحدهای گرمایی در مراحل مختلف مبارزه با آفت سن در شهرستان بیجار

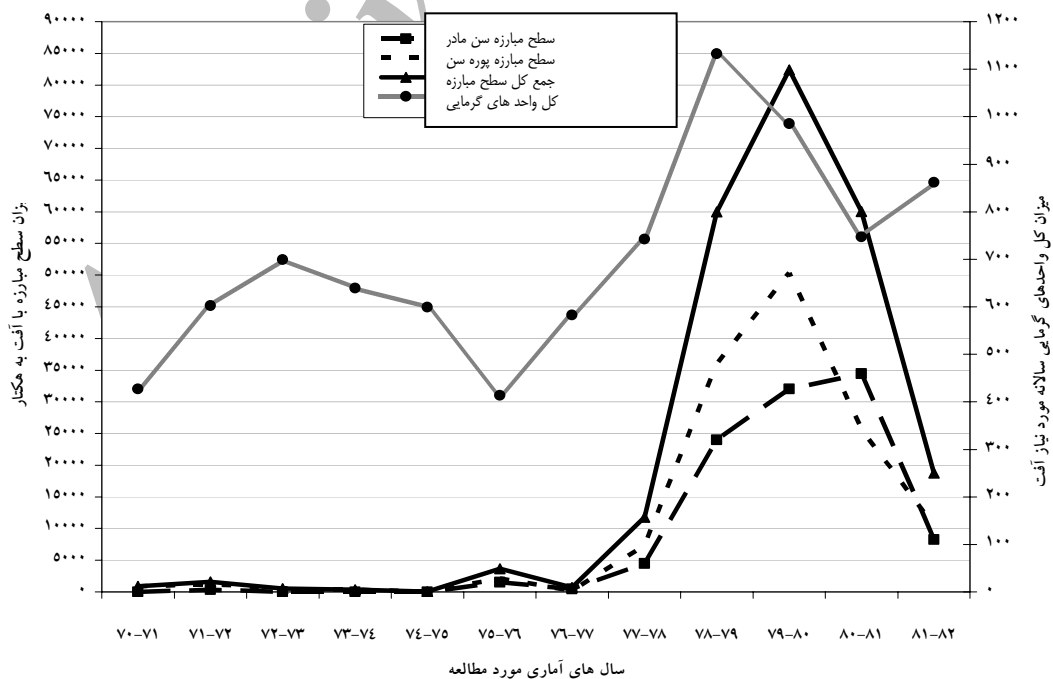
سال زراعی	تا زمان اولین ریزش سن به مزارع	تا زمان مبارزه با سن مادر	تا زمان مبارزه با پورهی سن	تا زمان خاتمه‌ی مبارزه با پورهی سن	سالانه
۷۰-۷۱	۰	۲۷/۹	۳۰۰/۴	۹۸/۹	۴۲۷/۲
۷۱-۷۲	۴۴/۸	۴۹/۸	۳۲۳/۷	۱۸۴/۴	۶۰۲/۷
۷۲-۷۳	۷۱/۳	۴۱/۹	۳۹۳/۲	۱۹۲/۵	۶۹۸/۹
۷۳-۷۴	۶۲	۴۳	۴۳۰	۱۰۵	۶۳۹
۷۴-۷۵	۱۰/۸	۳۲/۳	۴۹۳/۴	۶۳	۵۹۹/۵
۷۵-۷۶	۱۰/۱	۱۵/۶	۲۶۴/۲	۱۲۳/۹	۴۱۳/۸
۷۶-۷۷	۳۴/۴	۸۵/۴	۳۱۵/۳	۱۴۷/۶	۵۸۲/۷
۷۷-۷۸	۲۷/۸	۲۷/۱	۳۶۴/۷	۳۲۲/۹	۷۴۲/۵
۷۸-۷۹	۱۱۴	۶۴/۹	۵۰۸/۹	۴۴۴/۹	۱۱۳۲/۷
۷۹-۸۰	۴۰/۲	۲۸/۶	۳۵۷/۹	۵۴۸/۸	۹۸۵/۵
۸۰-۸۱	۶۰/۶	۳۴/۴	۴۱۲	۲۳۹/۷	۷۴۶/۷
۸۱-۸۲	۲۲	۷۶/۱	۴۱۷/۸	۳۴۶/۲	۸۶۲/۱



شکل ۵. میزان واحدهای گرمایی سالانه طی دوره‌ی مورد مطالعه در شهرستان بیجار



شکل ۴. وضعیت سطوح مبارزه با آفت سن گندم و تعداد روزهای یخبندان سالانه در شهرستان بيجار



شکل ۶. میزان واحدهای گرمایی سالانه و وضعیت سطوح مبارزه با آفت سن گندم در شهرستان بيجار

میزان واحدهای گرمایی در سال‌های اولیه‌ی مورد مطالعه به علت پایین بودن میزان دما، بسیار کم بوده (شکل ۶)، اما از سال زراعی ۷۸-۷۷ به بعد میزان واحدهای گرمایی افزایش یافته و این افزایش به وضوح در میزان سطح مبارزه با آفت به خوبی نمایان است و در طول این سال‌ها آفت به شدت طغیان داشته است.

### تحلیل همبستگی بین ویژگی‌های دما با میزان گسترش آفت

ضریب همبستگی که برای کشف وجود یا عدم وجود رابطه بین دو یا چند متغیر به کار می‌رود، از جمله روش‌های تحلیلی است که علاوه بر تعیین شدت و ضعف رابطه بین دو متغیر، جهت روابط را نیز نشان می‌دهد (کلانتری، ۱۳۸۲، ۱۰۸) در این پژوهش، به منظور تعیین میزان همبستگی بین شرایط دمایی (تعداد کل یخبندان‌های سالانه، آستانه‌های مختلف یخبندان، فراوانی یخبندان‌های فصلی، میزان واحدهای گرمایی در پنج مقطع زمانی) با سطوح مبارزه با آفت سن از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاصل از این تحلیل در جدول شماره ۴ ارائه شده است. به استناد جدول مذکور به جز یخبندان‌های ضعیف که همبستگی مثبت و ضعیف را با سطح مبارزه با آفت نشان می‌دهد؛ در یخبندان‌های متوسط، یخبندان‌های شدید، تعداد کل روزهای یخبندان سالانه، تعداد روزهای یخبندان فصول پاییز، زمستان و بهار با سطح مبارزه با آفت، همبستگی منفی و معنادار نیست. تنها بین مقادیر سالانه‌ی واحدهای گرمایی و میزان واحدهای گرمایی زمان ریزش آفت سن در سطح مزارع تا زمان تاریخ خاتمه‌ی مبارزه با آفت، یک همبستگی قوی و معنادار در سطح ۹۹ درصد مشاهده می‌شود.

در تحلیل رگرسیون از متغیرهای فراوانی یخبندان‌های ضعیف، متوسط و شدید و همچنین از فراوانی کل روزهای یخبندان فصول پاییز و زمستان به عنوان متغیرهای مستقل و از سطح مبارزه با آفت به عنوان متغیر وابسته استفاده شد. میزان ضریب تبیین برای متغیرهای مذکور  $R^2 = 0/424$  محاسبه شد؛ به عبارت دیگر، ۴۲/۴ درصد تغییرات سطح مبارزه با آفت به متغیرهای مذکور وابسته و بقیه ۵۷/۶ درصد به عوامل دیگر بستگی دارد. به دلیل پایین بودن میزان سطح اطمینان (sig) مربوط به هر یک از ضرایب رگرسیون متغیرهای مذکور، امکان ارائه مدل رگرسیون وجود ندارد، اما با دخالت دادن میزان واحدهای گرمایی سالانه و میزان واحدهای گرمایی از زمان تاریخ ریزش آفت تا زمان خاتمه‌ی عملیات سم‌پاشی به عنوان متغیرهای مستقل و میزان سطح مبارزه با آفت به عنوان متغیر وابسته، میزان  $R^2 = 0/703$  حاصل شد که نشان دهنده‌ی اهمیت این واحدهای گرمایی در پیش‌بینی آفت سن گندم است. مدل رگرسیون به دست آمده در فرمول زیر ارائه شده است:

$$y = -28681/9 + 132/23 (x1) + 25/158 (x2) \quad \text{رابطه ۱}$$

X1: میزان واحدهای گرمایی از زمان تاریخ ریزش آفت تا زمان خاتمه‌ی عملیات سم‌پاشی؛

X2: میزان واحدهای گرمایی سالانه.

جدول شماره ۴. میزان همبستگی بین شرایط دمایی (یخبندان، واحدهای گرمایی) با سطح مبارزه با آفت سن معمولی گندم در شهرستان بیجار

پارامتر	ضریب همبستگی	سطح اطمینان
یخبندان ضعیف	۰/۰۷۸	۰/۸۰۹
یخبندان متوسط	-۰/۴۷۷	۰/۱۱۷
یخبندان شدید	-۰/۳۳۳	۰/۲۹۰
تعداد کل روزهای یخبندان	-۰/۵۰۲	۰/۰۹۶
یخبندان فصل پاییز	-۰/۰۷۳	۰/۸۲۲
یخبندان فصل زمستان	-۰/۵۱۲	۰/۰۸۸
یخبندان فصل بهار	-۰/۴۰۸	۰/۱۸۸
واحدهای گرمایی سالانه	۰/۷۷۷**	۰/۰۰۳
واحدهای گرمایی از زمان ریزش آفت تا زمان خاتمه‌ی مبارزه با آفت	۰/۸۳۴**	۰/۰۰۱

\*\*همبستگی معنادار در سطح ۱ درصد

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شدت آلودگی در سطح مزارع گندم شهرستان بیجار تنها از شهرستان قروه کمتر است و آلوده‌ترین نقاط استان کردستان نیز در شمال شرق، شرق و جنوب شرق آن متمرکز است. بالابودن میزان ضریب تغییرپذیری سطوح مبارزه با آفت سن طی دوره ۱۲ ساله‌ی مورد بررسی نشان از تغییرپذیری بسیار زیاد طغیان آفت سن در سطح این شهرستان دارد. شدت یخبندان در سه آستانه ضعیف، متوسط و شدید به تفکیک سال‌های زراعی و فصول نیز نشان داد که طی چند سال اول دوره‌ی آماری که شرایط دمایی بسیار سرد همراه با یخبندان‌های شدید اتفاق افتاده، سطح مبارزه با آفت سن به شدت کاهش یافته است، از سال زراعی ۷۸-۷۷ به بعد با افزایش دمای منطقه و کاهش تعداد روزهای همراه با یخبندان، میزان سطح مبارزه با آفت به شدت افزایش یافت؛ به طوری که در سال زراعی ۸۰-۷۹ به میزان ۸۲۰۰۰ هکتار رسید. میزان واحدهای گرمایی در سال‌های اولیه‌ی مورد مطالعه پایین، اما از سال زراعی ۷۸-۷۷ به بعد با توجه به گرم شدن هوا نسبت به دوره‌ی میانگین آن، میزان واحدهای گرمایی نیز افزایش یافته و طی این سال‌ها آفت به شدت طغیان داشته است.

تحلیل همبستگی بین یخبندان‌های متوسط، شدید، تعداد کل روزهای یخبندان سالانه، تعداد روزهای یخبندان فصول پاییز، زمستان و بهار با سطح مبارزه با آفت، همبستگی منفی درعین حال قوی و معناداری را نشان نداد، این یافته با یافته‌های پژوهشی رجبی (رجبی، ۱۳۷۲، ۱۰) که سن‌های مهاجر در شرایط سخت زمستانی و در دمای ۳۰- سانتی‌گراد، تنها ۲۰ درصد مرگ‌ومیر دارند را تأیید می‌کند. بین مقادیر سالانه‌ی واحدهای گرمایی و میزان واحدهای گرمایی دوره‌ی زمانی ریزش آفت سن در سطح مزارع تا زمان خاتمه‌ی مبارزه با آفت سن نیز یک همبستگی قوی و معنادار در سطح ۹۹ درصد مشاهده شد. این نتایج برخلاف یافته‌های خانیزاد است (خانیزاد، ۱۳۸۲، ۱۴) وی معتقد است

افزایش یا کاهش درجه حرارت ماه‌های بهار اثری بر جمعیت آفت ندارد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نیز نشان داد که میزان ضریب تعیین بین متغیرهای فراوانی یخبندان‌های ضعیف، متوسط و شدید و همچنین فراوانی کل روزهای یخبندان فصول پاییز و زمستان با سطح مبارزه با آفت  $R^2 = 0/424$  محاسبه شد؛ یعنی تنها ۴۲/۴ درصد تغییرات سطح مبارزه با آفت به متغیرهای مذکور وابسته است و بقیه (۵۷/۶ درصد) به عوامل دیگر بستگی دارد. با دخالت دادن میزان واحدهای گرمایی سالانه و میزان واحدهای گرمایی از زمان تاریخ ریزش آفت تا زمان خاتمه‌ی عملیات سم‌پاشی به‌عنوان متغیرهای مستقل و میزان سطح مبارزه با آفت به‌عنوان متغیر وابسته، میزان  $R^2 = 0/703$  به‌دست‌آمد و مدل رگرسیون مربوطه نیز ارائه شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که آفت سن گندم از نظر میزان جمعیت به ویژگی‌های دمایی وابسته است، هرچند که میزان همبستگی بین آنها قوی و معنادار نیست. در سال‌های زراعی که میزان دما و میزان واحدهای گرمایی در فصل بهار بالا بوده و تعداد روزهای یخبندان سالانه و تعداد روزهای با یخبندان متوسط و شدید به‌ویژه در فصول پاییز و زمستان سال قبل کم بوده، آفت به‌شدت طغیان داشته و برعکس، در سال‌های زراعی که میزان دما و میزان واحدهای گرمایی در فصل بهار کاهش یافته و فراوانی روزهای با یخبندان متوسط و شدید به‌ویژه در فصول پاییز و زمستان سال قبل بالا باشد، جمعیت آفت در سال زراعی کاهش چشمگیری نشان داده است. در ضمن یادآوری می‌شود که یخبندان‌های شدید اگر با شرایط بارشی به‌خصوص بارش رگباری همراه باشد، سبب یخبندان کوهستانی شده که در نتیجه، آفت سن در همان‌جا نابود و حشره با توان جمعیتی کمتری سال را آغاز می‌کند.

## منابع

- Alekseev, Ya, A, 1940, **The biological Control of the Noxious Corn Bug Euryhaster Intericeps Put By Means of Egg-parasites in Russian**, Bull, Plant Port Leningrad, p. 25.
- Arkhangelm, Skii N.N, 1940, **A Study Upon the Injurious Corn Bug, Euryhaster Intericeps Put**, In Order to Elaborate Control Measures against it, Lenin Acad. Agric. Sci, Leningrad, p.14.
- Brown, E.S., and Eralp, M, 1962, **The Distbution of the Species of Eurygaster (Hemiptera, Scutelledae) in Middle East Countries**, Annals and Magazine of Natural History, Vol,5.pp 5-10.
- Critchley, B.R., 1998, **Literature Review of Sunn Pest Eurygaster Integrates Put (Hemiptera, Scutelleridae)**, Crop Production, Vol. 17, No. 4, pp. 271-287.
- F.A.O., 2009, **Sunn Pests and their Control in the Near East**, F.A.O Corporate Document Respository, pp. 1-17.
- Iranpor, S., Kharazi, P., Rajabi, G.R., Rasolian, G.R., Karim Majani, H., 2002, **The Sunnpest Losses and Fast Changes in Growing Up Initial Stage of Wheat Sunnpest at Four Constant Temperatures In Laboratory**, sunnpests and Diseases Plant, 70(2), pp.1-17.
- Kalantary, K., 2003, **The Processing and Analysis of Data in Social – economical Research by SPSS**, sharif Publication, p.108.
- Khanizad, A., 2003, **The Effect of Climate Elements on Sunn Pest Uprising in Kordestan Province**, Final Report, the Institute Center of Agriculture Kordestan, p. 14.

- Khanjani, M., 2008, **Field Crop Pest in Iran**, Bu-Ali Sina University Pub, No. 195, p. 108.
- Kinaci, E.G., 2004, **Quality and Yield Losses due to Sunn Pest (Hemiptera: Scutelleridae) in Different Wheat Types in Turkey**, Field Crop Research, 89 (2004), pp. 187-195.
- Moeeny Naghadeh, N.G. and Abdollahi, A., 2004, **Regional Degree-day Model for Predicting Developmental Stages of Sunn Pest**, in the Field under Variable Temperatures, Second International Conference on Sunn Pest, ICARD, Aleppo, Syria, pp. 23-24.
- Natural Resources Institute, 2009, **Integrated Pest Management of Sunn Pest in West Asia**, Available at: <http://www.nri.org>, pp. 1-4.
- Radchenko, Yo. D., and Boiko, N. I., 1979, **Economic Threshold of Injuriousness of the Noxious Pentatomid in the Voronezh Region in Russian**, p. 20.
- Rajabi, GH.R., 1993, **The Basic Reasons of Sunn Pest Uprising During Recent Years**, the Research Institute of Sunn Pests and Plant Diseases Pub.
- Rajabi, GH.R. and Behvarzin, M., 2003, **The Sunn Pests and Farm Land Diseases in Iran**, the Institute of Researches and Education, the Agricultural Education Issue, pp. 4-6.
- Rezabaygi, M. and Rajabi, GH.R., 2006, **The Important Sunn Pests of Wheat and it's Control Management in Iran**, Available at: <http://www.iranwheat.ir> p. 1.
- Smol Yannikov, V.V., 1995, **Data on the Ecology of the Noxious Little Tortoise**, Euryhaster Intericeps Put. (Hemiptera – Heteroptera, Pentatomidae) in Ciscaucasia, (in Russian) Ent, Obozr, 34, Moscow, pp. 88-99.
- Shumakov, E.M. and Vinogradova, N.M., 1958, **The Ecology of E. Intericeps (in Russian)**, Trud, Vsesoyuz, Inst, Zashch, RAST, Stavropol, USSR, p. 45.
- The Jihad-Keshavarzi Ministry of Iran, 1997, **The Research Institute of Sunnpests and Plant Diseases**.
- The Jihad-Keshavarzi Ministry of Iran, 2003, **The Plants Conservation Institute**, Kurdistan Province.
- The Jame-Jam Newspaper, 2008, **The wheat production in Iran**, No. 2257, p. 14.
- The Kurdistan Jihad-Keshavarzi Institute, 2006, **The information and Data Center**.
- Thomson, L.J., Macfadyen, S., Hoffmann, A.A., 2009, **Predicting the Effects of Climate Change on Natural Enemies of Agricultural Pests**, Biological Control, and Available at: [www.elsevier.com/locate/ybcon](http://www.elsevier.com/locate/ybcon), p. 8.