مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران
دوره ۴۳، شماره ۱، ۱۳۹۱ (۱۷۷-۱۶۵)

رابطه‌ی نوسانات جمعیت سن گندم، *Eurygaster integriceps*، با متغیرهای محیطی در استان آذربایجان شرقی

رقیه کریم‌زاده[1*]، میرجلیل حجازی[2]، حسین هلالی[3]، شهزاد ایرانی‌پور[4] و سید ابوالقاسم محمدی[5]
۱، ۲، ۴ و ۵، استادیار، استاد، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۳، استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تبریز
(تاریخ دریافت : ۹۰/۵/۲۶ – تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۵)

چکیده

سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. مهم‌ترین حشره‌ی آفت گندم و جو در ایران می‌باشد. بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که عوامل مختلف زنده و غیر زنده‌ی محیطی جمعیت‌های این آفت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مطالعه رابطه‌ی موجود بین تغییرات جمعیت سن گندم با عوامل مختلف محیطی شامل متغیرهای اقلیمی، سطح زیر کشت گندم و جو و سطح کنترل شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تأثیر احتمالی عوامل محیطی و وزن سن‌های زمستان‌گذران روی مرگ و میر سن‌ها در ارتفاعات مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌های مزرعه‌ای طی سه سال از شش شهرستان سن خیز استان آذربایجان شرقی شامل بستان‌آباد، تبریز، سراب، میانه، هریس و هشترود جمع‌آوری شدند. در بین متغیرهایی که رابطه‌ی آن‌ها با مرگ و میر سن در محل‌های زمستان‌گذرانی بررسی شدند فقط ارتفاع از سطح دریا، میانگین وزن سن‌های زمستان‌گذران، میانگین ماهانه‌ی رطوبت نسبی کمینه و میزان بارندگی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند با مرگ و میر سن رابطه‌ی معنی‌دار داشتند (به‌ترتیب r = ۰/۵۱، r =۰/۴۵، r =۰/۳۹۲، r =۰/۴۷). رابطه‌ی بین تغییرات سطح زیر کشت گندم و جو و جمعیت سن گندم معنی‌دار نبوده اما بین وضعیت طغیانی و غیر طغیانی سن گندم و سطح کنترل شیمیایی سال قبل ارتباط نزدیکی وجود داشت (R^2 =۰/۴۷). از جمع‌بندی نتایج حاصل، اطلاعات مفیدی بوجود خواهد آمد که می‌توانند در پیش‌بینی طغیان‌های سن مفید باشند.

واژه های کلیدی: سن گندم، اقلیم، تغییرات جمعیت، عوامل محیطی

مقدمه

سن گندم، *Eurygaster integriceps* Put.، خطرناک‌ترین حشره‌ی آفت گندم و جو در کشورهای غرب و مرکز آسیا می‌باشد، به طوری که هر ساله بیش از ۱۵ میلیون هکتار از مزارع این کشورها مورد حمله‌ی این آفت قرار می‌گیرند. در مناطق طغیانی آفت میزان خسارت وارد شده به جو ۲۰ تا ۳۰ درصد و گندم ۵۰ تا ۱۰۰ درصد کل محصول تخمین زده می‌شود (El-Bouhssini, 2004).

سن گندم در ایران به جز مناطقی از زمین‌های ساحلی خلیج فارس، دریای عمان، دریای خزر و کویرهای مرکزی، در گندم‌کاری‌های سراسر کشور گسترش داشته و به صورت کمی و کیفی به گیاهان میزبان خسارت می‌زند (Rezabeigi & Radjabi, 2004؛ Radjabi, 2000).

جمعیت سن گندم نیز مانند حشرات دیگر تحت تأثیر دو گروه عوامل زنده و غیر زنده‌ی محیط قرار می‌گیرد. از عوامل زنده می‌توان دشمنان طبیعی این

* نویسنده مسئول: رقیه کریم‌زاده تلفن: ۰۹۱۴۴۱۶۸۴۲۶ E-mail:R_KARIMZADEH@TABRIZU.AC.IR

آفت اعم از شکارگرها، انگل‌واره‌ها و بیمارگرها را نام برد. غذا، اقلیم، دما، بارندگی، رطوبت نسبی، باد، عملیات کشاورزی و کاربرد آفت‌کش‌ها از جمله عوامل غیر زنده‌ی مؤثر بر پویایی جمعیت سن گندم می‌باشند (Javahery, 1996؛ Iranipour, 2002؛ Radjabi, 2000؛ Rosca *et al*., 1996؛ Critchley, 1998).

رجبی طی بررسی‌های ۳۰ ساله‌ی خود به این نتیجه رسیده است که غذا عامل کلیدی نوسانات جمعیت و طغیان‌های دوره‌ای سن گندم می‌باشد. او معتقد است که توسعه‌ی کشتزارهای گندم و جو، کشت مداوم گندم، یکپارچگی غله‌کاری‌ها در سطح وسیع و عدم رعایت تناوب در افزایش تراکم سن گندم مؤثر بوده‌اند و به‌ویژه تخریب مراتع علت اصلی گسترش سن در سالهای اخیر بوده است. جایگزین کردن مراتع با کشت گندم یا جو دیم سرعت و دامنه‌ی گسترش این آفت را افزایش می‌دهد (Radjabi, 2000 & 2007).

به منظور آگاهی از وضعیت سن گندم، ردیابی جمعیت آفت از طریق نمونه‌برداری از مزارع و کانون‌های استراحت ضروری می‌باشد. Amir-Moafi (2005) و Parker *et al*. (2002) نمونه‌برداری تصادفی را مقرون به صرفه‌ترین روش نمونه‌برداری از کانون‌ها ذکر نموده‌اند. در این روش نمونه‌برداری، مکان‌های تابستان‌گذرانی و زمستان‌گذرانی سن در منطقه مشخص شده و نمونه‌برداری‌ها صرفاً از این مکان‌ها صورت می‌گیرند. بنا به توصیه‌ی محققین مذکور یک طرف یال کوه انتخاب و به چهار ارتفاع تقسیم می‌شود. از هر ارتفاع ۱۰ بوته‌ی محل زمستان‌گذرانی با قطر تاج ۵۰-۳۰ cm به صورت تصادفی انتخاب شده و تعداد سن‌های پناه گرفته در زیر آن‌ها شمرده می‌شوند. از بین این سن‌ها ۱۰۰ حشره به صورت تصادفی انتخاب گردیده و پس از جدا کردن نرها و ماده‌ها وزن می‌شوند.

از روی تراکم سن در محل‌های استراحت، وضعیت سن در مزارع سال آینده پیش‌بینی می‌شود. هدف این مطالعه پیدا کردن رابطه‌ی تغییرات جمعیت سن گندم با متغیرهای مختلف محیطی شامل متغیرهای اقلیمی، سطح زیر کشت گندم و جو و سطح کنترل شیمیایی بود. همچنین با توجه به اینکه میزان تلفات سن در کانون‌های زمستان‌گذرانی در نوسانات جمعیت آفت نقش کلیدی دارد (Iranipour, 2002؛ Radjabi, 2007). بنابراین، تأثیر احتمالی عوامل محیطی روی مرگ و میر سن‌ها در ارتفاعات نیز بررسی شد.

مواد و روش‌ها

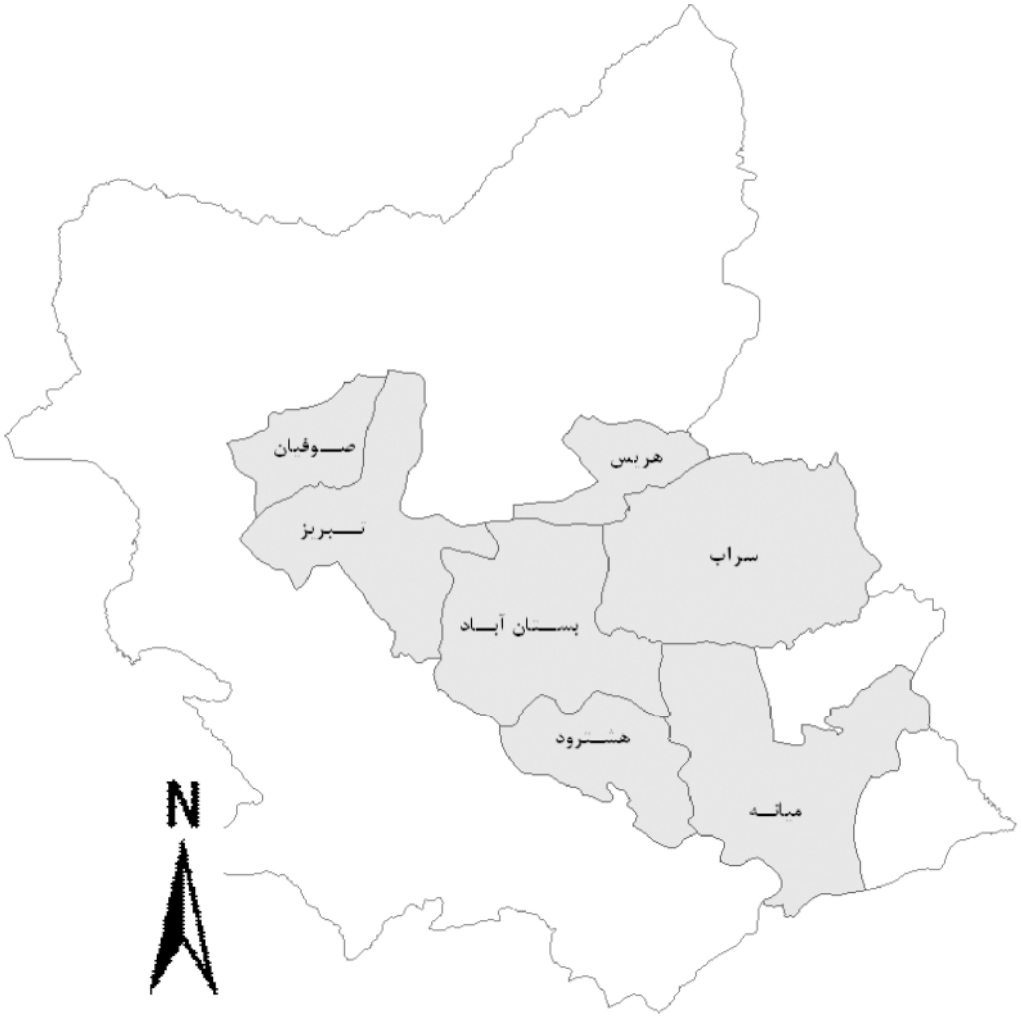
منطقه‌ی مورد مطالعه

برای انجام این مطالعه، شش شهرستان استان آذربایجان شرقی شامل بستان‌آباد، تبریز، سراب، میانه، هریس و هشترود که در چند سال اخیر، سن گندم در آن‌ها حالت طغیانی داشته برای جمع‌آوری داده‌های صحرایی انتخاب شدند (شکل ۱). چون محل‌های استراحت سن‌های شهرستان تبریز در ارتفاعات بخش صوفیان واقع شده بود این منطقه هم جزء مناطق نمونه‌برداری بود. جمع‌آوری داده‌های صحرایی از آبان‌ماه سال ۱۳۸۶ شروع شد و در اسفند ماه ۱۳۸۸ به اتمام رسید. طی سه سال بیش از ۶۰۰ نقطه در شش شهرستان مورد بازدید قرار گرفتند و موقعیت آن‌ها در GPS (مدل GPSmap 76CSx, Garmin, Olathe, Kansas, USA) ذخیره شد. داده‌های مربوط به سن گندم شامل حضور یا عدم حضور آن، جمعیت آن در مکان‌های استراحت و مزارع گندم، سطح کنترل شیمیایی و داده‌های مربوط به مکان‌های تابستان‌گذرانی و زمستان‌گذرانی شامل ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی برای سال‌های اجرای پژوهش بود. اطلاعات مربوط به وضعیت سن در این شهرستان‌ها در سال‌های قبل از شروع مطالعه از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان و مدیریت حفظ نباتات استان گرفته شدند.

نمونه‌برداری

برای نمونه‌برداری از کانون‌های استراحت تابستانه و زمستانه‌ی سن در شهرستان‌های مورد مطالعه، اوایل پاییز قبل از سرد شدن هوا و شروع بارش‌های پاییزی و نیز نیمه‌ی دوم اسفند ماه سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷و ۱۳۸۸ به این کانون‌ها که قبلاً توسط کارشناسان حفظ نباتات شهرستان‌ها شناسایی شده بودند، مراجعه شد. بسته به ارتفاع و وسعت منطقه ۱۰ تا ۳۰ بوته‌ی گون به قطر تاج حدود ۳۰ cm به صورت تصادفی از حداقل هفت ارتفاع مختلف انتخاب و خاک زیر آن‌ها تا عمق حدود ۱۰ cm بررسی شد. برای بررسی دقیق‌تر سطح

زیر گون، بوته‌های انتخاب شده با اره بریده شدند و سن‌های زیر آن‌ها به صورت جداگانه در قوطی‌های فیلم جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. موقعیت جغرافیایی گون‌ها همراه با شماره‌ی مربوط به آن‌ها در GPS دستی ذخیره شد. شماره‌ی هر گون در یک تکه کاغذ نوشته شد و داخل قوطی فیلم مربوط به آن قرار داده شد.



شکل ۱- موقعیت مناطق انتخاب شده برای برداشت داده‌های صحرایی در استان آذربایجان‌شرقی

در آزمایشگاه سن‌های زنده و مرده جدا شدند. سن‌های مرده‌ی مربوط به سال‌های قبل که محتویات بدنشان از بین رفته بود و ضمایم بدن از جمله پاها و سر کنده شده بود دور ریخته شدند. سن‌های زنده و مرده‌ی همان سال به تفکیک جنس شمارش و توزین شده و نتایج مقابل شماره‌ی مربوط نوشته شدند.

عامل مرگ سن‌های مرده نیز تا حد امکان تشخیص داده شد. در مواردی که اندام‌های قارچ روی بدن سن دیده می‌شد قارچ‌زدگی به عنوان عامل مرگ یادداشت شد که در برخی از شهرستان‌ها این تعداد قابل توجه بود. بدن سن‌های مرده در اثر سرمازدگی به رنگ متمایل به ارغوانی درآمده بود و ضمایم بدن آن‌ها حفظ شده بودند و هیچ‌گونه آثار مربوط به عوامل دیگر مانند بیمارگرها و شکارگرها روی بدن آن‌ها وجود نداشت (شکل ۲).

رابطه‌ی موجود بین مرگ و میر سن‌ها با متغیرهای مختلف شامل وزن سن‌ها، ارتفاع منطقه‌ی نمونه‌برداری، میانگین ماهانه‌ی میانگین، کمینه و بیشینه‌ی دمای

روزانه، کمینه و بیشینه‌ی مطلق دمای هر ماه، میزان بارندگی و ارتفاع برف، میانگین ماهانه‌ی میانگین، کمینه و بیشینه‌ی رطوبت نسبی روزانه و تعداد روزهای یخبندان ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ بررسی شد. این متغیرها بر اساس نتایج تحقیقات محققین دیگر و تا حدی برداشت‌های تجربی انتخاب شدند (Javahery, 1996؛ Radjabi, 2000؛ Radjabi, 2007). داده‌های هواشناسی از مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان آذربایجان‌شرقی دریافت شدند.

شکل ۲- سن‌های مرده‌ی قارچ‌زده (بالا) و سرمازده (پایین)

متغیرهای اقلیمی ذکر شده برای هر ماه به طور جداگانه محاسبه و از چهار عدد مربوط به چهارماه حاصل میانگین گرفته شد. در مورد بارندگی، ارتفاع برف و تعداد روزهای یخبندان به جای میانگین از مجموع اعداد چهار ماه استفاده شد.

چون به نظر می‌رسید در مورد این متغیرها، بزرگی متغیر بهتر از میانگین آن جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درصد سن‌های مرده در اثر عوامل غیر زنده محاسبه و رابطه‌ی لگاریتم درصد مرگ و میر با متغیرهای مذکور با استفاده از تجزیه‌ی رگرسیون خطی چندگانه بررسی شد. تمامی متغیرهای فوق با استفاده از فرمول استاندارد (Xi - minX) / (maxX - minX) برای تمام نقاط i نرمال‌سازی شدند (Merrill *et al*., 2009)، که در آن Xi مقدار متغیر مورد نظر، maxX مقدار بیشینه همان متغیر و minx مقدار کمینه‌ی آن می‌باشد. این تبدیل، تمام مقادیر متغیرها را بین صفر و یک قرار داد و امکان مقایسه‌ی بزرگی اثرهای آن‌ها را فراهم نمود. برای انتخاب مدل، از رگرسیون گام به گام و نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد. سطح احتمال معنی‌داری ورودی و خروجی متغیرها ۰/۱۵ تعیین شد.

رابطه‌ی تغییرات جمعیت سن گندم با متغیرهای محیطی

بررسی رابطه‌ی تغییرات جمعیت سن گندم با شرایط اقلیمی، سطح زیر کشت گندم و جو و سطح کنترل شیمیایی در کوتاه‌مدت چندان مفید نبوده (Radjabi, 2007) و بایستی نوسانات آن‌ها در دوره‌ای طولانی‌تر از محدوده‌ی زمانی این مطالعه بررسی می‌شد. بنابراین علاوه بر داده‌های حاصل از نمونه‌برداری سه ساله، اطلاعات مربوط به سال‌های قبل از مطالعه، از ادارات مربوط دریافت گردیدند. داده‌های مربوط به شهرستان‌های اهر، ورزقان، ملکان و مراغه که در سال‌های گذشته، سن گندم در آن‌ها حالت طغیانی داشته اما در حال حاضر فروکش نموده‌است، به علاوه‌ی اطلاعات شهرستان مرند از مدیریت حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی استان و مسئولین حفظ نباتات این شهرستان‌ها تهیه شدند. اطلاعات به دست آمده شامل وضعیت سن گندم (طغیانی، متوسط و غیر طغیانی بودن جمعیت)، سطوح کنترل شیمیایی، لیست روستاهای آلوده‌ی شهرستان در زمان طغیان، اقدامات انجام شده در زمان طغیان، نوع حشره‌کشهای مورد استفاده و موقعیت کانون‌های استراحت بودند. وضعیت سن گندم در شهرستان‌ها و سال‌های مختلف شاخص‌دهی شد به این ترتیب که به حالت طغیانی، شاخص سه و به حالت غیر طغیانی، شاخص صفر داده شد و تراکم‌های دیگر بین این دو مقدار قرار گرفتند. برای تعیین وضعیت سن گندم از لحاظ طغیانی و غیر طغیانی بودن در سال‌های اجرای پژوهش از نتایج نمونه‌برداری‌های انجام شده در محل‌های استراحت و مزارع و سطح کنترل شیمیایی استفاده شد. در مورد سال‌های قبل از مطالعه نیز اطلاعات موجود شامل بیشینه، کمینه و میانگین جمعیت سن در محل‌های استراحت و مزارع و سطح کنترل شیمیایی انجام شده در آن سال‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

در مورد شهرستان‌هایی که ایستگاه هواشناسی داشتند داده‌های هواشناسی از مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان آذربایجان‌شرقی دریافت شدند. تأثیر متغیرهای اقلیمی چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به‌صورت جداگانه روی طغیان سن گندم بررسی شد. برای متغیرهای مربوط به دما و رطوبت نسبی از مقادیر مربوط به ماه‌های هر فصل میانگین گرفته شد، اما در مورد بارندگی، ارتفاع برف و تعداد روزهای یخبندان مجموع مقادیر مربوط به سه ماه مربوط به هر فصل در تجزیه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. میانگین کمینه، بیشینه و میانگین دمای روزانه، کمینه و بیشینه مطلق دمای هر ماه، میزان بارندگی و ارتفاع برف، میانگین کمینه، بیشینه و میانگین رطوبت نسبی روزانه و تعداد روزهای یخبندان هر ماه محاسبه شد. بسته به وضعیت سن گندم و قدمت ایستگاه هواشناسی متغیرهای فوق برای چند سال قبل و چند سال بعد از طغیان سن گندم برآورد شدند. برای برآورد تأثیر این متغیرها روی وضعیت سن (طغیانی، متوسط و غیر طغیانی بودن جمعیت) نیز از رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد.

رابطه‌ی سطح زیر کشت گندم و جو و سطح کنترل شیمیایی نیز با وضعیت سن گندم بررسی شد. برای این منظور سطح زیر کشت گندم و جو شهرستان‌ها برای یک دوره‌ی نه ساله از سازمان جهاد کشاورزی دریافت شد.

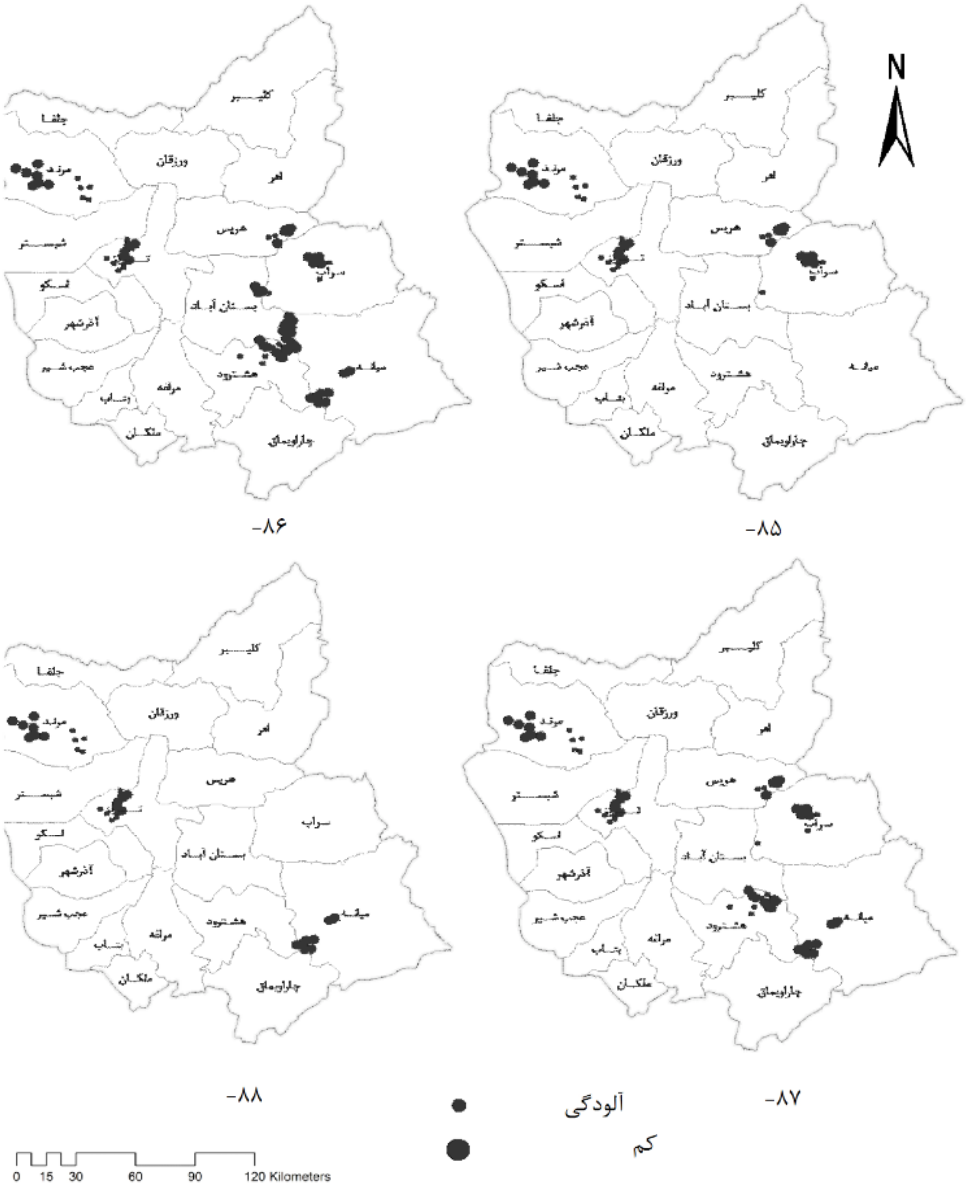
نتایج و بحث

بررسی سوابق و پرونده‌های سن گندم موجود در مدیریت حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی نشان داد که خسارت اقتصادی و کنترل شیمیایی سن گندم در این استان حدود ۱۰ سال پیش در شهرستان ملکان شروع شده و طی دهه‌ی اخیر از نظر جمعیت و پراکنش در شهرستان‌های مختلف استان نوسان‌های قابل توجهی داشته است. در اغلب شهرستان‌ها بعد از یک دوره‌ی کوتاه طغیان جمعیت فروکش نموده‌است که دلیل آن دقیقاً مشخص نیست.

در سال‌های انجام مطالعه‌ی حاضر حین مسافرت به شش شهرستان انتخاب شده، موقعیت مزارع و روستاهایی که سن گندم در آن‌ها خسارت می‌زد در GPS ذخیره شد. اطلاعات مربوط به روستاهای آلوده در سایر شهرستان‌ها و برای سال‌های قبل از ۱۳۸۶ از مسئولین حفظ نباتات دریافت شد. از مجموع این اطلاعات برای تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش و نوسانات

جمعیت سن در استان در نرم افزار ArcMap 9.3 استفاده شد. شکل ۳ موقعیت مناطق و روستاهای آلوده به سن گندم را در استان‌آذربایجان شرقی از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ نشان می‌دهد. بر حسب تراکم جمعیت و سطح سمپاشی، مناطق آلوده به دو سطح با آلودگی کم و زیاد تقسیم شدند.

شکل ۳- موقعیت مناطق آلوده به سن گندم در استان آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸



ادامه‌ی شکل ۳- موقعیت مناطق آلوده به سن گندم در استان آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸

رابطه‌ی متغیرهای محیطی با تلفات سن در کانون‌های زمستان‌گذرانی

همان‌طور که انتظار می‌رفت درصد بالایی از مرگ و میر بعد از سپری شدن سرمای زمستان و در نمونه‌های برداشت شده در نیمه‌ی دوم اسفند مشاهده شد. درصد مرگ و میر سن‌های نر در مکان‌های استراحت بعد از سپری شدن زمستان ۱/۸۴ برابر ماده‌ها و وزن سن‌های سرمازده حدود ۶۶٪ وزن سن‌های زنده بود. ذخیره‌ی چربی و به تبع آن وزن بدن سن‌های زمستان‌گذران نقش تعیین کننده‌ای در میزان تحمل این حشره به دماهای پایین دارد؛ مرگ و میر در اثر سرما در سن‌های با وزن کمتر بیشتر است (Critchley, 1998). با توجه به

اینکه ذخیره‌ی چربی سن‌های نر در مقایسه با سن‌های ماده عازم ارتفاعات پایین است، بنابراین میزان مرگ و میر در نرها بیشتر از ماده‌ها بود. تغذیه‌ی سن گندم بعد از استقرار در ارتفاعات به‌ویژه با پایین آمدن دمای محیط کاملاً متوقف می‌شود و ذخایر چربی تنها منبع تأمین نیازهای متابولیکی بدن حشره در حالت دیاپوز و استراحت می‌باشند. به همین دلیل میانگین وزن سن‌ها بعد از طی دوره‌ی استراحت حدود ۱۱٪ کاهش یافته بود. این نتایج با نتایج پژوهش‌های رجبی همخوانی دارد (Radjabi, 2000 & 2007).

از ۱۳ متغیری که رابطه‌ی آن‌ها با میزان مرگ و میر سن در اماکن زمستان‌گذرانی بررسی شد فقط چهار متغیر دارای رابطه‌ی معنی‌دار بودند ($P < ۰/۱۵$) و در مدل شرکت داده شدند. متغیرهایی که در سطح احتمال تعیین شده رابطه‌ی معنی‌دار نداشتند از مدل حذف شدند:

$$Ln(\%M) = 1.302E - 0.162W - 0.197RHmin - 0.425R + 2.695$$

که در آن E، W، RHmin و R به‌ترتیب ارتفاع منطقه از سطح دریا، میانگین وزن سن‌های زمستان‌گذران، میانگین ماهانه‌ی رطوبت نسبی کمینه روزانه و میزان بارندگی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند می‌باشند (به‌ترتیب $r = ۰/۵۱$، $r = ۰/۴۵$، $r=۰/۳۹۲$، $r=۰/۴۷$). همانطورکه از فراسنجه‌های مدل مشخص است درصد مرگ و میر با ارتفاع رابطه‌ی مثبت دارد، یعنی با افزایش ارتفاع درصد مرگ و میر نیز افزایش می‌یابد. ارتفاع از طریق تأثیر بر اقلیم روی جمعیت سن مؤثر است (Radjabi, 2000). با افزایش ارتفاع دمای هوا کاهش می‌یابد (Critchley, 1998) و این امر می‌تواند یکی از دلایل نتیجه‌ی حاصل باشد.

درصد مرگ و میر با وزن سن‌های زمستان‌گذران رابطه‌ی معکوس داشت. چنین نتیجه‌ای کاملاً مورد انتظار بود زیرا همانطورکه در منابع ذکر شده وزن سن تابعی از ذخیره‌ی چربی بدن می‌باشد. ثابت شده که سن‌هایی که وزن بیشتری دارند ذخایر چربی بدنشان نیز بیشتر است (Salavatian, 1991). افرادی که هنگام پرواز به ارتفاعات وضعیت جسمانی مناسب و ذخیره‌ی چربی بالایی داشته باشند، دماهای پایین را بهتر تحمل می‌کنند. پژوهش‌های (Radjabi, 2007)، در منطقه‌ی اصفهان نشان داد که تلفات ناشی از سرما در سال‌های عادی چندان زیاد نیست و از ۲۰-۱۰٪ تجاوز نمی‌کند اما در سال‌هایی که سن گندم از تغذیه‌ی کافی برخوردار نیست و با ذخیره‌ی چربی پایین عازم ارتفاعات می‌گردد به شدت آسیب‌پذیر بوده و تلفات شدیدی (تا ۶۵٪) را متحمل می‌شود.

رطوبت نسبی عامل بسیار مهمی در بقای سن‌های زمستان‌گذران عنوان شده است (Critchley, 1998) و رابطه‌ی معکوس درصد مرگ و میر با رطوبت نسبی این موضوع را تأیید می‌کند. نقش بارندگی هم می‌تواند از طریق تأثیر بر رطوبت هوا باشد و تأثیر آن مشابه تأثیر رطوبت نسبی می‌باشد.

تغییرات جمعیت سن گندم و متغیرهای اقلیمی

همانطورکه ذکر گردید دلیل اصلی طغیان‌های کوتاه‌مدت و خاموشی جمعیت سن گندم در شهرستان‌های مختلف نامشخص بود. شرایط اقلیمی و تغییرات آب و هوایی شهرستان‌ها، تغییرات مربوط به سطح زیر کشت گندم و جو و سطح کنترل شیمیایی سن گندم از جمله عواملی بودند که احتمال داده می‌شد با این موضوع مرتبط باشند، بنابراین رابطه‌ی این متغیرها با وضعیت سن (طغیانی، متوسط و غیر طغیانی بودن جمعیت) بررسی شد.

از ۱۱ متغیر مورد مطالعه فقط دمای کمینه مطلق ماهانه‌ی سه ماه فصل بهار ($Tmin$) و ارتفاع برف باریده به سانتی‌متر (S) در این فصل با تراکم جمعیت سن گندم رابطه‌ی معنی‌دار نشان دادند. مدل زیر رابطه‌ی خطی بین این دو متغیر را با وضعیت سن گندم نشان می‌دهد.

$$y = 0.15\ Tmin + 0.02\ S - 0.41$$

در بین متغیرهای فصل تابستان فقط دمای بیشینه مطلق ماهانه ($Tmax$) رابطه‌ی معنی‌دار با وضعیت سن داشت و در نهایت مدل زیر حاصل شد:

$$y = 0.12\ Tmax - 2.59$$

دمای کمینه مطلق ماهانه ($Tmin$) و بارندگی پاییزی (r) تنها متغیرهای دارای همبستگی معنی‌دار بودند.

$$y = -0.01\ Tmin + 0.05\ r + 1.35$$

دو ویژگی اصلی فصل زمستان یعنی بارندگی زمستان بر حسب میلی‌متر(r) و تعداد روزهای یخبندان (f) متغیرهای مؤثر بر وضعیت سن بودند.

$$y = 0.01r + 0.02f - 0.02$$

جدول ۱ فراسنجه‌های مربوط به مدل‌های حاصل و سطوح احتمال مربوطه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- متغیرهای اقلیمی دارای رابطه‌ی معنی‌دار با وضعیت سن گندم

فصل	متغیر	فراسنجه‌ی تخمین زده شده	SE	P	R^2
بهار	دمای کمینه مطلق	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۲۵۰/
	ارتفاع برف	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۱۷۰/
	عرض از مبدأ	-۰/۴۱	۰/۵۷	۰/۴۸	
تابستان	دمای بیشینه مطلق	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۹	۱۶۰/
	عرض از مبدأ	-۲/۵۹	۲/۰۰	۰/۲۰	
پاییز	میزان بارندگی	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۲	۴۷۰/
	دمای کمینه مطلق	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۱۶۰/
	عرض از مبدأ	۱/۳۵	۰/۴۳	۰/۰۰	
زمستان	میزان بارندگی	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۸	۲۱۰/
	تعداد روزهای یخبندان	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۱۹۰/
	عرض از مبدأ	-۰/۰۲	۰/۹۷	۰/۹۸	

تأثیر جداگانه‌ی شرایط هر کدام از فصول توسط Salavatian (1991) به نقل از پژوهشگران روسی رادزیسکایا (۱۹۴۱) و ارشنیکوف و استاروستین (۱۹۸۲) توضیح داده شده است. در سال‌های طغیان سن، هوا در بهار ملایم و در تابستان گرم و خشک است و به دمای آن به تدریج افزوده می‌شود. هوای پاییز خنک و هوای زمستان آرام و همراه با ریزش برف است و تغییرات ناگهانی و بی‌سابقه ندارد.

در صورتی‌که این شرایط چند سال تکرار شوند مراحل رشدی گندم و سن متقارن خواهند بود و سن وضعیت مطلوبی داشته و تخم بیشتری می‌ریزد و جمعیت آن همه ساله افزایش می‌یابد. در سال‌های خاموشی هوای بهار سرد و بارانی و ناآرام است. هوای تابستان معتدل و دارای بارندگی است و رشد گندم با سن هماهنگ نمی‌باشد. هوای پاییز ملایم و هوای زمستان بدون ریزش برف است. در اواخر زمستان و اوایل بهار نیز دمای هوا متغیر و توأم با وزش باد است. اگر این شرایط دو یا سه سال تکرار شود جمعیت سن به سوی خاموشی گرایش خواهد یافت. همانطور که در جدول۱ هم مشاهده می‌شود دماهای کمینه مطلق بهار و بیشینه مطلق تابستان رابطه‌ی مستقیم با جمعیت سن دارند یعنی با افزایش آن‌ها جمعیت سن نیز افزایش می‌یابد. که این نتایج با یافته‌های محققین روسی مطابقت دارد. Radjabi (2007) نیز شرایط آب و هوایی بهار را در نوسانات جمعیت سن مهم دانسته و بیان کرده سرما و بارندگی‌های شدید فصل بهار در جفتگیری و تغذیه‌ی سن مادر اختلال ایجاد کرده و تلفات سنگینی به پوره‌ها وارد می‌کند.

بارندگی و دمای کمینه مطلق پاییز به ترتیب ارتباط مستقیم و معکوس با جمعیت سن نشان دادند. دمای پایین در پاییز بخصوص زمانی‌که بارندگی کم باشد و پوشش برف کافی وجود نداشته باشد موجب افزایش مرگ و میر در سن‌های زمستان‌گذران می‌شود. تأثیر مثبت تعداد روزهای یخبندان در زمستان و ارتفاع برف در بهار روی جمعیت سن در مدل‌های فوق جای بحث و بررسی دارد؛ چون انتظار می‌رفت روزهای

یخبندان در زمستان و ارتفاع برف در بهار، روی جمعیت سن اثر منفی داشته باشند.

رابطه‌ی نوسانات جمعیت سن گندم با سطح زیر کشت گندم و جو

نتایج حاصل نشان دادند که بین تغییرات سطح زیر کشت گندم و جو و جمعیت سن گندم در دوره‌ی نه ساله رابطه‌ی معنی‌دار وجود ندارد ($P > ۰/۱$). در حالی‌که Radjabi (2007) بر اساس مطالعات ۳۰ ساله‌ی خود، غذا را عامل کلیدی مؤثر در نوسانات جمعیت سن گندم ذکر کرده است. احتمالاً کوتاه بودن سابقه‌ی طغیان سن و دوره‌ی مطالعه در استان یکی از دلایل نتیجه‌ی حاصل و عدم وجود رابطه‌ی معنی‌دار بین دو متغیر باشد. شاید هم واقعاً رابطه‌ی مستقیمی بین سطح زیر کشت گندم و جو و طغیان‌های سن گندم وجود نداشته باشد. انجام مطالعات تکمیلی در مناطقی که طغیان سن در آن‌ها سابقه‌ی طولانی‌تر دارد می‌تواند به تأیید یا رد این دیدگاه کمک کند.

باوجود نبود رابطه‌ی معنی‌دار بین سطح زیر کشت گندم و جو و نوسانات جمعیت سن به نظر می‌رسد سطح زیر کشت غلات آبی نقش قابل توجهی در حفظ جمعیت آفت و تداوم طغیان‌ها داشته باشد. به طوری‌که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود در همه‌ی شهرستان‌ها سن گندم بعد از یک دوره‌ی طغیان کوتاه‌مدت فروکش نموده‌است اما در دو شهرستان مرند و تبریز جمعیت بالا همچنان تداوم دارد. سطح زیر کشت گندم و جو آبی و

دیم و نسبت سطح زیر کشت آبی به دیم برای سه سال زراعی و ۱۱ شهرستان در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- سطوح زیر کشت گندم و جو آبی و دیم (هکتار) در ۱۱ شهرستان استان آذربایجان‌شرقی

شهرستان	سال زراعی	سطح زیر کشت گندم آبی	سطح زیر کشت گندم دیم	نسبت سطح زیر کشت آبی به دیم	سطح زیر کشت جو آبی	سطح زیر کشت جو دیم	نسبت سطح زیر کشت آبی به دیم
اهر	۸۵-۸۶	۲۷۰۰	۲۷۰۰۰	۰/۱۰	۱۷۰۰	۱۳۰۰۰	۰/۱۳
	۸۶-۸۷	۲۷۰۰	۲۱۰۰۰	۰/۱۳	۱۷۰۰	۱۲۰۰۰	۰/۱۴
	۸۷-۸۸	۲۸۰۰	۲۸۳۰۰	۰/۱۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰۰	۰/۱۵
بستان‌آباد	۸۵-۸۶	۴۱۰۰	۱۵۰۰۰	۰/۲۷	۱۵۴۰	۴۱۴۰	۰/۳۷
	۸۶-۸۷	۴۱۰۰	۱۵۰۰۰	۰/۲۷	۱۶۷۰	۴۲۶۰	۰/۳۹
	۸۷-۸۸	۴۱۰۰	۱۵۰۰۰	۰/۲۷	۱۷۵۰	۴۲۴۰	۰/۴۱
تبریز	۸۵-۸۶	۱۰۲۵۸	۴۰۰۰	۲/۵۶	۱۷۶۴	۱۰۹۷	۱/۶۱
	۸۶-۸۷	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۲/۵۰	۱۸۵۰	۱۳۱۰	۱/۴۱
	۸۷-۸۸	۱۰۵۴۰	۴۴۰۰	۲/۴۰	۲۳۰۰	۱۱۱۰	۲/۰۷
سراب	۸۵-۸۶	۱۳۴۰۰	۲۰۲۰۰	۰/۶۶	۴۷۱۸	۵۶۴۰	۰/۸۴
	۸۶-۸۷	۱۲۰۰۰	۲۰۰۰۰	۰/۶۰	۴۷۵۲	۴۴۲۴	۱/۰۷
	۸۷-۸۸	۱۲۷۰۰	۲۰۰۵۰	۰/۶۳	۳۸۰۰	۴۰۰۰	۰/۹۵
مراغه	۸۵-۸۶	۳۰۰۰	۳۰۰۰۰	۰/۱۰	۶۰۰	۱۱۵۰	۰/۵۲
	۸۶-۸۷	۲۵۰۰	۲۷۰۰۰	۰/۰۹	۵۰۰	۱۰۵۰	۰/۴۸
	۸۷-۸۸	۲۷۰۰	۲۹۰۰۰	۰/۰۹	۴۵۰	۱۶۵۰	۰/۲۷
مرند	۸۵-۸۶	۱۱۵۰۰	۶۰۰۰	۱/۹۲	۲۰۵۰	۱۳۰۰	۱/۵۸
	۸۶-۸۷	۱۱۵۰۰	۲۵۰۰	۴/۶۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۲/۰۰
	۸۷-۸۸	۱۰۷۰۰	۶۰۰۰	۱/۷۸	۳۲۰۰	۱۹۵۰	۱/۶۴
ملکان	۸۵-۸۶	۷۶۰۰	۱۵۰۰۰	۰/۵۱	۱۰۵۰	۲۴۵۰	۰/۴۳
	۸۶-۸۷	۷۰۰۰	۱۴۰۰۰	۰/۵۰	۱۰۵۰	۲۹۵۰	۰/۳۶
	۸۷-۸۸	۶۵۰۰	۱۴۲۰۰	۰/۴۶	۱۱۰۰	۱۹۵۰	۰/۵۶

ادامه جدول ۲- سطوح زیر کشت گندم و جو آبی و دیم (هکتار) در ۱۱ شهرستان استان آذربایجان‌شرقی

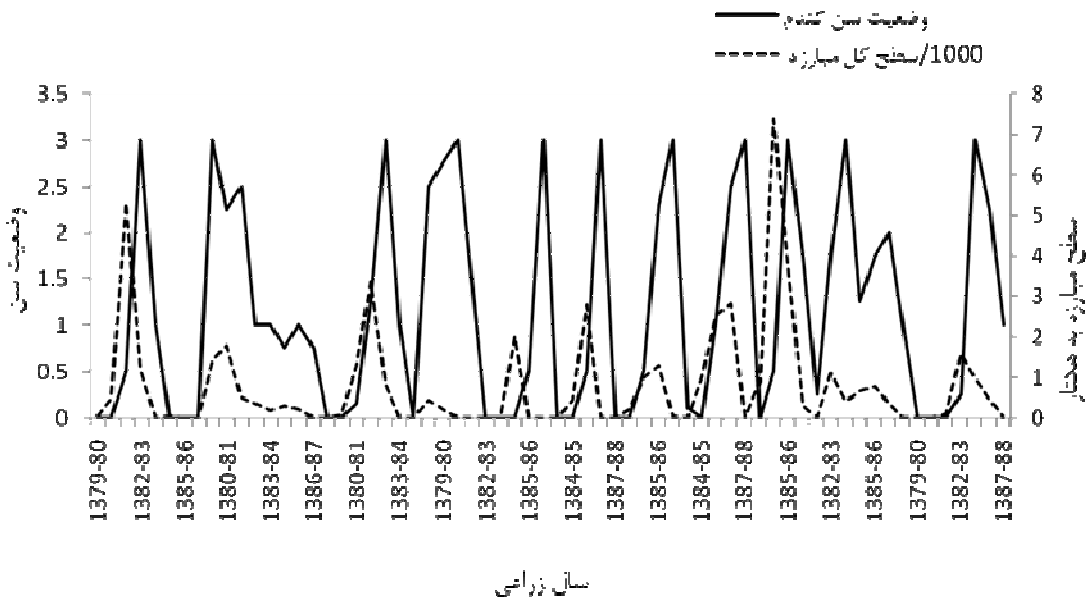
شهرستان	سال زراعی	سطح زیر کشت گندم آبی	سطح زیر کشت گندم دیم	نسبت سطح زیر کشت آبی به دیم	سطح زیر کشت جو آبی	سطح زیر کشت جو دیم	نسبت سطح زیر کشت آبی به دیم
میانه	۸۵-۸۶	۱۱۰۰۰	۶۲۰۰۰	۰/۱۸	۱۱۰۰	۲۵۰۰	۰/۴۴
	۸۶-۸۷	۱۱۰۰۰	۶۲۰۰۰	۰/۱۸	۳۰۰	۱۵۰۰	۰/۲۰
	۸۷-۸۸	۱۰۵۰۰	۶۳۰۰۰	۰/۱۷	۶۰۰	۱۱۰۰	۰/۵۵
ورزقان	۸۵-۸۶	۱۵۳۰	۱۶۰۰۰	۰/۱۰	۶۲۵	۳۸۱۷	۰/۱۶
	۸۶-۸۷	۱۵۰۰	۱۶۰۰۰	۰/۰۹	۶۵۰	۳۸۰۰	۰/۱۷
	۸۷-۸۸	۱۵۰۰	۱۶۰۰۰	۰/۰۹	۶۷۰	۳۸۱۷	۰/۱۸
هریس	۸۵-۸۶	۴۷۰۰	۱۶۳۰۰	۰/۲۹	۱۲۶۹	۲۱۸۵	۰/۵۸
	۸۶-۸۷	۴۷۰۰	۱۶۳۰۰	۰/۲۹	۱۰۰۰	۲۹۰۰	۰/۳۴
	۸۷-۸۸	۳۸۴۰	۱۱۵۵۰	۰/۳۳	۷۸۰	۲۳۱۳	۰/۳۴
هشترود	۸۵-۸۶	۱۶۵۰	۵۹۰۰۰	۰/۰۳	۳۵۰	۲۱۰۰	۰/۱۷
	۸۶-۸۷	۱۶۵۰	۵۸۰۰۰	۰/۰۳	۳۵۰	۲۱۰۰	۰/۱۷
	۸۷-۸۸	۱۶۵۰	۵۹۰۰۰	۰/۰۳	۳۰۰	۲۲۵۰	۰/۱۳

نسبت سطح زیر کشت غلات آبی به دیم در دو شهرستان مرند و تبریز به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از شهرستان‌های دیگر می‌باشد. وسعت نسبتاً بالای کشت آبی در این دو شهرستان می‌تواند یکی از دلایل حفظ جمعیت آفت باشد. مطالعات Radjabi (2007) نشان دادند که سن گندم در سال‌های طغیان مزارع میزبان را به علفزار تبدیل می‌کند و نتاج خود را با کم‌غذایی شدید مواجه می‌کند و در نتیجه‌ی اثرهای کمی و کیفی این پدیده دچار کاهش شدید جمعیت می‌شود. قدر مسلم این که در دیم‌زارها به‌ویژه در سال‌هایی که میانگین بارندگی پایین است شدت این پدیده به مراتب بیشتر از مزارع آبی خواهد بود. در چنین شرایطی سمپاشی و حتی برداشت مزارع دیم مقرون به صرفه تشخیص داده نمی‌شود. در سال ۱۳۸۷ که خشکسالی شدیدی حاکم بود چنین شرایطی در شهرستان‌های میانه و هشترود مشاهده شد که اغلب مزارع دیم خسارت دیده به علفزار تبدیل و برداشت نشده رها شدند. در زراعت‌های آبی به دلیل بالا بودن تولید و در دسترس بودن آب برای سمپاشی اغلب مزارع از نابودی کامل حفظ می‌شوند و به این ترتیب افرادی از آفت که به دلایلی زنده می‌مانند و یا از مزارع دیم وارد مزارع آبی می‌شوند منبع غذایی کافی برای حفظ جمعیت آتی خود دارند.

تأثیر کنترل شیمیایی روی نوسانات جمعیت سن گندم

رابطه‌ی بین وضعیت سن گندم از نظر طغیانی و خاموش بودن جمعیت با سطح کنترل شیمیایی در شهرستان‌های سن‌خیز استان در شکل ۴ نشان داده شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود بین وضعیت سن گندم و سطح کنترل شیمیایی سال قبل رابطه‌ی تنگاتنگی وجود دارد (R^2 =۰/۴۷، P < ۰/۰۰۱). در سال‌هایی که جمعیت سن حالت طغیانی داشته با انجام سمپاشی‌های وسیع جمعیت قلع و قمع شده است. یکی از دلایل حصول نتیجه‌ی خوب از کنترل شیمیایی این است که در آذربایجان طغیان‌ها و سمپاشی‌ها برای اولین بار رخ داده است و متغیرهای دیگر ذکر شده از جمله اقلیم آذربایجان نیز به رخ دادن این پدیده کمک کرده است. در حالی‌که در مناطقی همچون ورامین که سن گندم سابقه‌ی طولانی دارد سمپاشی‌های وسیع فقط توانسته‌اند تا حدودی جلوی خسارت اقتصادی را بگیرند و موجب کاهش قابل توجه سطح تعادل عمومی جمعیت سن نشده‌اند. بالعکس در اثر این سمپاشی‌ها طغیان‌های دوره‌ای سن گندم متوقف شده و آفت هر سال طغیان می‌کند (Radjabi, 2007). درصورتی‌که شرایط برای طغیان دوباره‌ی سن در شهرستان‌های استان آذربایجان‌شرقی مساعد شود احتمالاً کنترل شیمیایی

نتیجه‌ی سابق را نخواهد داشت. از مجموع نتایج به دست آمده چنین برمی‌آید که هرچند اطلاعات مفیدی از این مطالعه حاصل شد اما برای به‌دست آوردن نتایج مفیدتر بهتر خواهد بود مطالعه‌ی مشابهی در یکی از مناطق با جمعیت بالای سن مثل ورامین یا استان فارس، که طغیان سن در آن‌ها سابقه‌ی طولانی‌تری دارد و اطلاعات برای طولانی مدت در دسترس است، انجام گیرد.



شکل ۴- رابطه‌ی بین وضعیت سن گندم و سطح کنترل شیمیایی

سپاسگزاری

از آقای مهندس قراملکی مدیر محترم سابق و آقای مهندس هاشمی کارشناس محترم حفظ نباتات استان آذربایجان شرقی به خاطر راهنمایی‌ها و مساعدت‌های ارزنده‌شان تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Amir-Moafi, M. (2005). Components of integrated management of sunn pest. In G. A. Abdollahi (ed), *Sunn pest management in Iran: An analytical approach*. Agricultural Education Publications, Tehran, Iran. 242pp. (In Farsi).
2. Critchley, B. R. (1998). Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae). *Crop Protection*, 17, 271-287.
3. El-Bouhssini, M. (2004). *Integrated pest management of sunn pest in West Asia*. Retrieved 18 June 2008 from: http://www.nri.org/research/chemicalecology-projects-sunnpest.htm.
4. Iranipour, S. (2002). *Construction and analysis of life tables of sunn pest, Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) in *Varamin region*. Ph.D. thesis, University of Tehran. (In Farsi).
5. Javahery, M. (1996). Sunn pest of wheat and barley in the Islamic Republic of Iran: chemical and cultural methods of control, In: R. H. Miller and J. G. Morse (Eds.)*, Sunn pests and their control in the Near East*; FAO Plant Production and Protection Paper No. 138. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 61-74.
6. Merrill, S. C., Holtzer, T. O., Peairs, F. B., & Lester, P. J. (2009). Modeling spatial variation of Russian wheat aphid overwintering population densities in Colorado winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, 102, 533-541.

7. Parker, B. L. Costa, S. D. Skinner, M. & El-Bouhssini, M. (2002). Sampling sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in overwintering sites in Northern Syria. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 26, 109 - 117.
8. Radjabi, Gh. (2000). *Ecology of cereals' sunn pests in Iran.* Agricultural Education Publications. Tehran, Iran. 343 pp. (In Farsi).
9. Radjabi, Gh. (2007). Sunn *pest management based on its outbreaks' key factor analysis in Iran*. Agricultural Education Publications, Tehran, Iran. 163pp. (In Farsi).
10. Rezabeigi, M. & Radjabi, Gh. (2004). *Important pests of wheat and their management in Iran*. Retrieved June 2008 from http://www.iranwheat.ir/introduction/Pests/wheat%20pests.htm.
11. Rosca, I., Popov, C., Barbulescu, A., Vonica, I. and Fabritius, K. (1996). The role of natural parasitoids in limiting the level of sunn pest populations. In: R. H. Miller and J. G. Morse (eds.). *Sunn pests and their control in the Near East*; FAO Plant Production and Protection Paper No. 138, pp. 35 - 45.
12. Salavatian, M. (1991). *The necessity of studying ecological and biological effective factors in controlling field crop pests*. Agricultural Extension Organization. 203 pp. (In Farsi).