دانشکده‌ی کشاورزی
گروه گیاه‌پزشکی

رساله
برای دریافت درجه‌ی دکتری در رشته‌ی حشره‌شناسی کشاورزی

عنوان

استفاده از ژئوانفورماتیک در مدیریت سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. در استان آذربایجان شرقی

استاد راهنما
دکتر میرجلیل حجازی

استادان مشاور
دکتر حسین هلالی دکتر شهزاد ایرانی‌پور دکتر سید ابوالقاسم محمدی

پژوهشگر
رقیه کریم‌زاده

دی‌ماه ۱۳۸۹ شماره ۱۲

بسم‌الله الرحمن الرحیم

نام خانوادگی: کریم‌زاده **نام**: رقیه

عنوان پایان‌نامه: استفاده از ژئوانفورماتیک در مدیریت سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. در استان آذربایجان‌شرقی

استاد راهنما: دکتر میرجلیل حجازی

استادان مشاور: دکتر حسین هلالی، دکتر شهزاد ایرانی‌پور و دکتر سیدابولقاسم محمدی

مقطع تحصیلی: دکتری **رشته:** حشره‌شناسی کشاورزی **گرایش**: -

دانشگاه: تبریز **دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۸۹/۸ **تعداد صفحات:** ۱۵۶

کلید واژه‌ها: سن گندم، ژئوانفورماتیک، نقشه‌ی احتمال خطر

چکیده: سن گندم، *Eurygaster integriceps* Put. مهم‌ترین آفت حشره‌ای گندم و جو در ایران می‌باشد که در صورت عدم کنترل، خسارت آن تا ۱۰۰ درصد محصول می‌رسد. در حال حاضر استفاده از حشره‌کش‌ها مؤثرترین روش کنترل این آفت در ایران و سایر کشورهای سن‌خیز دنیا می‌باشد. سالانه صدها هزار هکتار از مزارع کشور علیه سن سمپاشی می‌شوند و صدها تن ماده‌ی شیمیایی وارد محیط زیست می‌شود که علاوه بر هزینه‌های بالا، آلودگی محیط زیست و مسایل بهداشتی را به دنبال دارند. کاهش مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی و در عین حال کنترل مؤثر سن گندم، هدف اصلی برنامه‌های مدیریت این آفت می‌باشد. مدیریت تلفیقی مکان‌ویژه‌ی آفات (SSIPM) در قالب کشاورزی دقیق یکی از راهکارهایی است که برای رسیدن به این هدف مطرح شده است. این روش با کاربرد هدفمند آفت‌کش‌ها براساس نقشه‌ی تراکم آفت در داخل مزرعه موجب کاهش مصرف این ترکیبات و سمپاشی نشدن قسمت‌هایی از مزرعه می‌شود که این مناطق می‌توانند به عنوان پناهگاه‌هایی برای دشمنان طبیعی و جمعیت حساس آفت عمل کنند. پژوهش حاضر با هدف استفاده از مدیریت مکان‌ویژه‌ی سن گندم، تعیین رفتار مکانی این آفت و تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر از روی رفتار مکانی تعیین شده، انجام گرفت. برای رسیدن به این اهدف از ژئوانفورماتیک شامل سامانه‌ی موقعیت‌یابی جهانی (GPS)، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) و آمار مکانی استفاده گردید. این بررسی در شش شهرستان سن‌خیز استان آذربایجان‌شرقی به مدت سه سال زراعی و در دو بخش اجرا شد. بخش اول شامل تشخیص نوع پراکنش مکانی- زمانی جمعیت سن گندم در مزارع گندم آبی و تهیه‌ی نقشه‌ی این پراکنش با روش‌های درون‌یابی بود که با استفاده از زمین‌آمار و تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله (SADIE) انجام گرفت. کارآیی سمپاشی مکان‌ویژه در کنترل خسارت سن گندم و کاهش مقدار حشره‌کش مورد استفاده و اثرهای آن روی جمعیت دشمنان طبیعی نیز بررسی شد. بخش دوم شامل تعیین رفتار مکانی سن با استفاده از GIS و تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر از روی رفتار مکانی تعیین شده بود. نتایج حاصل نشان دادند که سن مادر و پوره‌های سنین ۲ و ۳ دارای توزیع مکانی تجمعی بوده و همبستگی مکانی قوی داشتند. در اواخر فصل رشد پوره‌های سنین ۴ و ۵ وابستگی مکانی ضعیف تا متوسط نشان دادند. در حالی‌که مقدار

حشره‌کش مصرفی در روش سمپاشی مکان‌ویژه حدود ٪۵۰-۴۰ روش سمپاشی سراسری بود، سطح کنترل جمعیت و خسارت آفت قابل قبول بود. همچنین جمعیت بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* Stephens و کفشدوزک‌ها *Coccinella* spp. به عنوان دشمنان طبیعی عمومی فعال در مزارع گندم در کرت‌هایی که به صورت مکان‌ویژه سمپاشی شده بودند بیشتر از کرت‌های با سمپاشی سراسری بود. بررسی رابطه‌ی تغییرات جمعیت سن گندم با شرایط اقلیمی، سطح زیر کشت گندم و جو، سطح مورد سمپاشی، متغیرهای موضع‌نگاشتی و شاخص پوشش گیاهی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که نوسانات جمعیت سن در استان بیشتر تحت تأثیر سطح سمپاشی شده بود. متغیرهای موضع‌نگاشتی، پوشش گیاهی و پتانسیل نسبی رطوبت خاک در انتخاب مکان‌های استراحت سن نقش مهمی داشتند. از این متغیرها به عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی مکان‌های استراحت سن در شهرستان مرند استفاده شد و نقشه‌ی تراکم جمعیت یا احتمال خطر برای این شهرستان به کمک GIS تهیه گردید. مقایسه‌ی مکان‌های زمستان‌گذرانی واقعی سن در شهرستان مرند با مکان‌های پیش‌بینی شده نشان داد که در دامنه‌های شمالی کوه میشو محل‌های پیش‌بینی شده کاملاً منطبق بر مناطق زمستان‌گذرانی بودند. اما در ارتفاعات شمال شرق مرند مناطق پیش‌بینی شده با واقعیت منطبق نبودند. از دلایل احتمالی این عدم انطباق، فاصله‌ی نسبتاً زیاد این ارتفاعات با مزارع آلوده و وجود جمعیت بالای کبک در این مناطق به عنوان یکی از شکارگرهای مهم سن قابل ذکرند.

فهرست

لیست اشکال ..... خ
لیست جداول ..... د
اصطلاحات و اختصارات ..... ذ

فصل ۱ مقدمه و بررسی منابع ۱

۱- ۱- مقدمه ۲
۲- ۱- سن گندم ۴
۱-۲ - ۱- ریخت‌شناسی سن گندم ۵
۲- ۲- ۱- زیست‌شناسی سن گندم ۶
۳- ۲- ۱- نحوه‌ی خسارت سن گندم ۸
۴- ۲- ۱- عوامل مؤثر بر پویایی جمعیت سن گندم ۹
۵- ۲- ۱- ردیابی جمعیت سن گندم ۱۰
۶- ۲- ۱- کنترل سن گندم ۱۱
۳- ۱- مدیریت آفات مکان‌ویژه ۱۳
۱- ۳- ۱- مراحل اجرای مدیریت آفات مکان‌ویژه ۱۴
۲- ۳- ۱- فواید بالقوه‌ی مدیریت آفات مکان‌ویژه ۱۷
۳- ۳- ۱- فناوری‌های مرتبط با مدیریت آفات مکان‌ویژه ۱۷
۴- ۱- مفاهیم زمین‌آمار ۲۱
۱- ۴- ۱- اجزای تغییرنما ۲۳
۲- ۴- ۱- مدل‌های نظری تغییرنما ۲۷
۳- ۴- ۱- ناهمسانگردی ۳۰
۴- ۴- ۱- ابزار تخمین زمین‌آماری ۳۰
۵- ۴- ۱- کاربرد زمین‌آمار در حشره شناسی ۳۳
۵- ۱- تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله ۳۶
۱- ۵ -۱- مطالعات مربوط به استفاده از SADIE در حشره‌شناسی ۳۹
۶- ۱- سامانه اطلاعات جغرافیایی ۴۰
۱- ۶- ۱- کاربردهای GIS در حشره شناسی ۴۵

فصل ۲ مواد و روش‌ها ۴۸

۱- ۲- تشخیص نوع پراکنش مکانی- زمانی سن گندم ۵۰
۱- ۱- ۲- منطقه‌ی مورد مطالعه ۵۰
۲- ۱- ۲- نمونه‌برداری‌ها ۵۲
۳- ۱- ۲- تجزیه‌های زمین‌آماری ۵۵
۴- ۱- ۲- تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله ۵۷
۲- ۲- سمپاشی مکان‌ویژه‌ی مزارع آلوده به سن گندم ۵۸
۳- ۲- تعیین رفتار مکانی سن گندم ۶۱
۱- ۳- ۲- نمونه‌برداری از مکان‌های زمستان‌گذرانی و تابستان‌گذرانی ۶۳
۲- ۳- ۲- تشخیص گونه‌ی سن فعال در استان آذربایجان‌شرقی ۶۴
۳- ۳- ۲- رابطه‌ی متغیرهای محیطی با تلفات سن در کانون‌های زمستان‌گذرانی ۶۴

۴- ۳- ۲- رابطه‌ی تراکم سن مادر در مکان‌های زمستان‌گذرانی و مزارع گندم ۶۶
۵- ۳- ۲- متغیرهای مؤثر در انتخاب کانون‌های استراحت ۶۷
۶- ۳- ۲- بررسی نوسانات جمعیت سن در بلند مدت ۷۵
۷- ۳- ۲- پیش‌بینی جمعیت سن در کانون‌های استراحت و تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر ۷۶

فصل ۳ نتایج و بحث ۷۹

۱- ۳ - پراکنش مکانی - زمانی سن گندم ۸۰
۱- ۱- ۳- تجزیه‌های زمین‌آماری ۸۰
۲- ۱- ۳- تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله SADIE ۹۲
۲- ۳- زنبورهای پارازیتوئید فعال در مزارع مورد مطالعه ۱۰۱
۳- ۳- سمپاشی مکان‌ویژه‌ی سن گندم ۱۰۲
۱- ۳- ۳- اثر سمپاشی روی جمعیت و خسارت سن گندم ۱۰۲
۲- ۳- ۳- اثر روی دشمنان طبیعی ۱۰۶
۴- ۳- نقشه‌ی پراکنش سن گندم در استان آذربایجان شرقی ۱۱۶
۵- ۳- گونه‌ی سن فعال در استان آذربایجان‌شرقی ۱۱۸
۶- ۳- رابطه‌ی متغیرهای محیطی با تلفات سن در کانون‌های زمستان‌گذرانی ۱۱۹
۷- ۳- رابطه‌ی تراکم سن مادر در مکان‌های زمستان‌گذرانی و مزارع گندم ۱۲۱
۸ - ۳- متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی جمعیت سن در کانون‌های استراحت ۱۲۱
۹- ۳- تغییرات جمعیت سن گندم و متغیرهای اقلیمی ۱۲۵
۱۰- ۳- رابطه‌ی نوسانات جمعیت سن گندم با سطح زیر کشت گندم و جو ۱۲۷
۱۱- ۳- تأثیر کنترل شیمیایی روی نوسانات جمعیت سن گندم ۱۲۹
۱۲- ۳- پیش‌بینی جمعیت سن در کانون‌های استراحت و تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر ۱۳۰
۱۳- ۳- نتیجه‌گیری ۱۳۶
۱۴- ۳- پیشنهادات ۱۳۶

منابع ۱۳۸

لیست اشکال

شماره **صفحه**

شکل ۱-۱- مراحل اجرای مدیریت آفات مکان‌ویژه ۱۵
شکل ۲-۱- اجزای پراش و تغییرنما در زمین‌آمار ۲۴
شکل ۳-۱- مدل کروی تغییرنما ۲۷
شکل ۴-۱- مدل نمایی تغییرنما ۲۸
شکل ۵-۱- مدل گوسی تغییرنما ۲۹
شکل ۶-۱- مدل خطی تغییرنما ۲۹
شکل ۷-۱- نمایش رستری و برداری در GIS ۴۲
شکل ۸-۱- گروه‌بندی سوالات، توابع و پاسخ‌ها در یک تحلیل GIS ۴۳
شکل ۱-۲- دیاگرام مراحل انجام پژوهش پایان‌نامه‌ی حاضر ۴۹
شکل ۲-۲- مزارع انتخاب شده و نقاط نمونه‌برداری ۵۱
شکل ۳-۲- علامت‌گذاری محل گره‌ها با میخ‌های چوبی ۵۱
شکل ۴-۲- دو مسیر ۵/۵ متری طی شده در هر شبکه در روش نمونه‌برداری نسبی ۵۳
شکل ۵-۲- تخم‌های پارازیته نشده (بالا) و پارازیته شده‌ی (پایین) سن گندم ۵۴
شکل ۶-۲- کرت‌های مورد مطالعه، S (سمپاشی مکان‌ویژه)، B (سمپاشی سراسری) و C (شاهد) ۵۹
شکل ۷-۲- علایم خسارت سن گندم روی دانه‌ها (اصلی) ۶۱
شکل ۸-۲- موقعیت مناطق انتخاب شده برای برداشت داده‌های صحرایی در استان آذربایجان‌شرقی ۶۲
شکل ۹-۲- نقاط نمونه‌برداری در محدوده‌ی شش شهرستان مورد مطالعه ۶۳
شکل ۱۰-۲- جمع‌آوری سن‌های در حال استراحت از زیر بوته‌های گون (الف) بوته‌ی گون (ب) سن‌های جمع‌آوری شده ۶۴
شکل ۱۱-۲- سن‌های مرده‌ی قارچ‌زده (بالا) و سرمازده (پایین) ۶۵
شکل ۱۲-۲- مدل رقومی ارتفاع استان آذربایجان‌شرقی ۶۸
شکل ۱۳-۲- نقشه‌ی شیب استان آذربایجان‌شرقی (برحسب درجه) ۶۹
شکل ۱۴-۲- نقشه‌ی جهت شیب استان آذربایجان‌شرقی ۷۰
شکل ۱۵-۲- شاخص پتانسیل رطوبت خاک برای جهت شیب ۷۱
شکل ۱۶-۲- مرز شهرستان مرند و بافر ۵ km اطراف آن ۷۷
شکل ۱-۳- رگرسیون خطی بین تعداد سن مادر در کادر یک متر مربع و مسیر ۱۱ m در سال‌های مختلف ۸۱
شکل ۲-۳- رگرسیون خطی بین تعداد پوره‌ها در کادر یک متر مربع و تور حشره‌گیری در سال‌های مختلف ۸۲
شکل ۳-۳- رگرسیون خطی بین تعداد پوره‌های سنین مختلف در کادر یک متر مربع و تور حشره‌گیری در سال ۸۸ ۸۳
شکل ۴-۳- رگرسیون خطی بین تعداد پوره‌های سنین مختلف در کادر یک متر مربع و تور حشره‌گیری در سال ۸۹ ۸۴
شکل ۵-۳- نقشه‌ی پراکنش دسته‌های تخم پارازیته شده در سه تاریخ نمونه‌برداری در سال ۱۳۸۷ ۸۸
شکل ۶-۳- نمونه‌هایی از نقشه‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی سن گندم (سال ۱۳۸۷) ۹۱
شکل ۷-۳- نمونه‌هایی از نقشه‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی سن گندم (سال‌های ۱۳۸۸و ۱۳۸۹) ۹۱
شکل ۸-۳- نمونه‌هایی از نقشه‌های تولید شده با استفاده از شاخص‌های خوشه‌بندی (سال ۱۳۸۷) ۹۷
شکل ۹-۳- نمونه‌هایی از نقشه‌های تولید شده با استفاده از شاخص‌های خوشه‌بندی (سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) ۹۸
شکل ۱۰-۳- نقشه‌های پراکنش پوره‌های سن گندم ۲۴ ساعت قبل و ۲۴ ساعت بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۸ ۱۰۳
شکل ۱۱-۳- نقشه‌های پراکنش پوره‌های سن گندم ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۹ ۱۰۴

شکل ۱۲-۳- درصد مرگ و میر پوره‌های سن گندم در سمپاشی سراسری و مکان‌ویژه ۱۰۵
شکل ۱۳-۳- نقشه‌های پراکنش *C. carnea* قبل و بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۸ ۱۰۷
شکل ۱۴-۳- نقشه‌های پراکنش *C. carnea* قبل و بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۹ ۱۰۸
شکل ۱۵-۳- درصد مرگ و میر *C. carnea* در سمپاشی سراسری و مکان‌ویژه ۱۰۹
شکل ۱۶-۳- درصد مرگ و میر *Coccinella* spp. در سمپاشی سراسری و مکان‌ویژه ۱۱۰
شکل ۱۷-۳- نقشه‌های پراکنش *Coccinella* spp. قبل و بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۸ ۱۱۱
شکل ۱۸-۳- نقشه‌های پراکنش *Coccinella* spp. قبل و بعد از سمپاشی در سال ۱۳۸۹ ۱۱۲
شکل ۱۹-۳- موقعیت مناطق آلوده به سن گندم در استان آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ ۱۱۷
شکل ۲۰-۳- زواید کیتینی دستگاه تناسلی سن‌های نر تشریح شده ۱۱۹
شکل ۲۱-۳- رابطه‌ی خطی بین تراکم سن گندم در اماکن زمستانه و مزارع گندم ۱۲۱
شکل ۲۲-۳- رابطه‌ی بین وضعیت سن گندم و سطح کنترل شیمیایی ۱۳۰
شکل ۲۳-۳- لایه‌های رستری متغیرهای پیش‌بینی کننده ۱۳۱
شکل ۲۴-۳- نقشه‌ی مناطق مستعد زمستان‌گذرانی و تابستان‌گذرانی سن گندم در شهرستان مرند ۱۳۳
شکل ۲۵-۳- کانون‌های استراحت سن گندم و روستاهای آلوده‌ی شهرستان مرند ۱۳۳

لیست جداول

جدول ۱-۲- وزن‌های اختصاص یافته به متغیرهای موضع‌نگاشتی برای محاسبه‌ی پتانسیل رطوبت خاک ۷۲
جدول ۲-۲- نوع و شکل توابع عضویت مورد استفاده در نرمالسازی متغیرها ۷۸
جدول ۱-۳- تجزیه‌ی مکانی ناهمسانگرد مراحل زیستی سن گندم ۸۵
جدول ۲-۳- توصیف زمین‌آماری سن مادر ۸۶
جدول ۳-۳- توصیف زمین‌آماری تخم‌های پارازیته نشده‌ی سن گندم ۸۶
جدول ۴-۳- توصیف زمین‌آماری تخم‌های پارازیته شده‌ی سن گندم ۸۷
جدول ۵-۳- توصیف زمین‌آماری پوره‌های سن گندم ۸۸
جدول ۶-۳- شاخص‌های حاصل از SADIE برای حشرات کامل سن گندم ۹۲
جدول ۷-۳- شاخص‌های حاصل از SADIE برای تخم‌های پارازیته نشده‌ی سن گندم ۹۳
جدول ۸-۳- شاخص‌های حاصل از SADIE برای تخم‌های پارازیته شده‌ی سن گندم ۹۳
جدول ۹-۳- شاخص‌های حاصل از SADIE برای پوره‌های سن گندم ۹۴
جدول ۱۰-۳- میانگین تعداد پوره‌ها در پنج تور قبل و بعد از تیمار ۱۰۲
جدول ۱۱-۳- مقایسه‌ی درصد دانه‌های سن‌زده و وزن هزاردانه ۱۰۵
جدول ۱۲-۳- میانگین تعداد *C. carnea* در پنج تور قبل و بعد از سمپاشی ۱۰۶
جدول ۱۳-۳- میانگین تعداد حشرات *Coccinella* spp. قبل و بعد از سمپاشی ۱۱۰
جدول ۱۴-۳- فراسنجه‌های برآورد شده و اهمیت متغیرها ۱۲۲
جدول ۱۵-۳- متغیرهای اقلیمی دارای رابطه‌ی معنی‌دار با جمعیت سن گندم ۱۲۶
جدول ۱۶-۳- سطوح زیر کشت گندم و جو آبی و دیم (هکتار) در ۱۱ شهرستان استان آذربایجان‌شرقی ۱۲۸

اصطلاحات و اختصارات

اختصارات	اصطلاحات انگلیسی	معادل فارسی به کار رفته
AIC	Akaike's Information Criterion	معیار اطلاعاتی آکایک
DD	Degree of spatial Dependence	درجه‌ی وابستگی مکانی
DEM	Digital Elevation Model	مدل رقومی ارتفاع
EIL	Economic Injury Level	سطح زیان اقتصادی
ET	Economic Threshold	آستانه‌ی اقتصادی
FAO	Food and Agriculture Organization	سازمان خوار و بار
Ga	Gaussian model	مدل گوسی
GIS	Geographic Information System	سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی
GPS	Global Positioning System	سامانه‌ی موقعیت‌یابی جهانی
IR	Infra Red	مادون قرمز
Li	Linear model	مدل خطی
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی
NIR	Near Infra Red	نزدیک مادون قرمز
RMSE	Root Mean Square Error	مجذور میانگین مربعات خطا
RS	Remote Sensing	سنجش از دور
RSS	Residuals Sum of Square	مجموع مربعات باقیمانده‌ها
SADIE	Spatial Analysis by Distance Indices	تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله
Sp	Spherical model	مدل کروی
SSIPM	Site Specific Integrated Pest Management	مدیریت تلفیقی مکان‌ویژه‌ی آفات
UTM	Universal Transverse Mercator	مرکاتور معکوس جهانی
VRT	Variable Rate Technology	فناوری نرخ متغیر

فصل ۱ مقدمه و بررسی منابع

۱– ۱– مقدمه

سن گندم خطرناک‌ترین آفت حشره‌ای 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 حشره قرار می‌گیرند. خسارت وارد شده به جو ۲۰ تا ۳۰ درصد و گندم ۵۰ تا ۱۰۰ درصد کل محصول تخمین زده می‌شود (اِل بوحسینی، ۲۰۰۴). سن گندم هم به صورت کمی و هم به صورت کیفی به گیاه میزبان خسارت می‌زند (رضابیگی و رجبی، ۱۳۸۳). در تمامی مناطق آلوده به سن گندم برای کنترل این آفت از آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود. سالیانه بیش از ۱۵۰ میلیون دلار صرف کنترل سن شده و هزاران تن ماده‌ی شیمیایی وارد محیط زیست می‌شود (میلر و مورس، ۱۹۹۶).

در ایران سن گندم به جز مناطقی از زمین‌های ساحلی خلیج فارس، دریای عمان، دریای خزر و کویرهای مرکزی، در گندم‌کاری‌های سراسر کشور پراکنده شده و خسارت می‌زند (رجبی، ۱۳۷۹). سطح کنترل شیمیایی این آفت در سال‌های اخیر افزایش یافته است. به طوری‌که از ۳۸۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۴۷ به بیش از ۱,۷۰۰,۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۳ و به حدود ۹۲۲,۰۴۳ هکتار در سال‌های اخیر رسیده است (معین‌نمینی، ۱۳۸۸). علاوه بر هزینه‌های بسیار بالای کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی، بروز مسایلی همچون افزایش مانده‌ی سموم، نابودی دشمنان طبیعی، آلودگی محیط زیست و مسایل بهداشتی امری منتظره و اجتناب ناپذیر می‌باشند (جواهری، ۱۹۹۶). برای کاهش خطرات ناشی از آفات و آفت‌کش‌ها، از کشاورزی دقیق[1] در مدیریت آفات و مصرف آفت‌کش‌ها استفاده شده و بحث جدیدی تحت عنوان مدیریت تلفیقی مکان‌ویژه‌ی آفات[2] (SSIPM) مطرح گردیده است (میدگاردن و همکاران، ۱۹۹۷). کشاورزی دقیق روشی برای هدایت کل سامانه‌ی کشاورزی به سوی کشاورزی پایدار، کارآمد و کم هزینه می‌باشد و از فناوری‌های متعددی چون سامانه‌ی موقعیت‌یابی جهانی (GPS)[3]، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1]، سنجش از دور (RS)[2] و

---

[1]. Precision agriculture
[2]. Site Specific Integrated Pest Management (SSIPM)
[3]. Global Positioning System

پردازشگرهای پیشرفته‌ی داده‌ها[3] استفاده می‌کند. به کمک این فناوری‌ها کاربرد کودها، آفت‌کش‌ها و دیگر نهاده‌های کشاورزی بر اساس ویژگیهای مکانی هر نقطه از مزرعه صورت می‌گیرد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲). اجرای مدیریت مکان‌ویژه در مورد سن گندم و هدفمند کردن مکانی سمپاشی‌ها علیه این آفت می‌تواند کاهش قابل توجهی در مصرف حشره‌کش‌ها ایجاد نماید. این روش می‌تواند با نگه داشتن پناهگاه‌های سمپاشی نشده‌ی داخل مزارع، در کاهش احتمال بروز و مدیریت مقاومت سن گندم به حشره‌کش‌ها و نیز حفظ دشمنان طبیعی مؤثر واقع شود.

با توجه به اهمیت اقتصادی سن گندم می‌توان به لزوم استفاده از راهکارهای مناسب برای کنترل آن در کشور پی برد. نظر به اینکه در حال حاضر کنترل شیمیایی مؤثرترین روش مقابله با این آفت می‌باشد؛ اجرای SSIPM با استفاده از فناوری‌هایی چون GPS، GIS و آمار مکانی[4]، در مواردی که امکان کاربردی نمودن آن در شرایط کشاورزی کشورمان وجود دارد، می‌تواند موجب کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف حشره‌کش‌ها علیه این آفت گردد. تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر این آفت به کمک GIS به مسئولین حفظ نباتات کمک خواهد کرد تا برای مقابله با آن برنامه‌ریزی کرده و با آمادگی قبلی برای کنترل آن اقدام نمایند. اهداف اصلی این مطالعه عبارت بودند از:

۱- فراهم آوردن بستر لازم برای هدفمند نمودن مکانی سمپاشی‌ها و اجرای مدیریت مکان‌ویژه به جای سمپاشی سراسری مزارع آلوده به سن گندم.

۲- بررسی کارآیی سمپاشی مکان‌ویژه در کنترل خسارت سن گندم و کاهش مقدار حشره‌کش‌های مورد استفاده و اثرهای آن روی جمعیت دشمنان طبیعی.

۳- تعیین رفتار مکانی سن گندم.

۴- تهیه‌ی نقشه‌ی احتمال خطر از طریق رفتار مکانی تعیین شده.

۵- تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش سن گندم در سال‌های مختلف در استان آذربایجان‌شرقی.

---

1. Geographic Information System
2. Remote sensing
3. Advanced data processors
4. Spatial statistics

برای رسیدن به این اهداف از ژئوانفورماتیک مشتمل بر فناوری‌های GPS، GIS و آمار مکانی استفاده شد.

۲-۱- سن گندم

سن‌های غلات[1] از حشرات بومی ایران می‌باشند که با شرایط اقلیمی و زراعی کشور سازگار شده و به صورت آفات خطرناک درآمده‌اند (صلواتیان، ۱۳۷۰، عبدالهی، ۱۳۸۳). اصطلاح Sunn pests به همه‌ی سن‌های زیان‌آور غلات از خانواده‌های Pentatomidae و Scutelleridae اطلاق می‌شود (جواهری، ۱۹۹۶). جنس *Eurygaster* که در خانواده‌ی Scutelleridae قرار گرفته است اهمیت بیشتری نسبت به سایر جنس‌های دو خانواده‌ی فوق دارد. حدود ۱۵ گونه از این جنس روی گندم در مناطق پالئارکتیک[2] (اروپا و آسیا) شناخته شده‌اند که پنج گونه از آن‌ها آفات جدی کشاورزی هستند. از نظر خسارت اقتصادی و پراکنش در ایران و سایر کشورهای سن‌خیز منطقه، سن معمولی گندم *Eurygaster integriceps* Put. مهم‌ترین گونه‌ی این جنس می‌باشد (کریچلی، ۱۹۹۸). این حشره عمدتاً آفت مناطق گرم و خشک است. شاخص عمده‌ی این نوع آب و هوا، بهاری خشک و کم باران می‌باشد. در کشورهایی که آب و هوای معتدل و مرطوب دارند، این آفت خسارت کمتری وارد می‌کند. دو ویژگی مهاجرت و دیاپوز، توانایی زیادی را جهت سازگاری با محیط و تحمل شرایط نامساعد به سن گندم می‌دهند (عبدالهی، ۱۳۸۳). بر اساس شواهد موجود، ایران به دلیل شرایط اقلیمی و منطقه‌ای از مناسب‌ترین زیستگاه‌ها برای فعالیت سن گندم در دنیا می‌باشد. سطح زیر کشت گندم و جو در ایران دایماً رو به افزایش بوده که این خود بر مطلوبیت کشور برای سن گندم افزوده است به طوری که در هر منطقه‌ای که گندم کاشته می‌شود سن نیز حضور دارد. به جرأت می‌توان گفت سن گندم مهم‌ترین مسأله‌ی گیاه‌پزشکی ایران بوده و از پیچیده‌ترین مشکلات گندم می‌باشد (رجبی، ۱۳۸۶). قبل از رایج شدن سمپاشی‌ها علیه سن گندم، طغیان‌های این آفت هر پنج تا هشت سال

---

[1]. Sunn pests
[2]. Palearctic

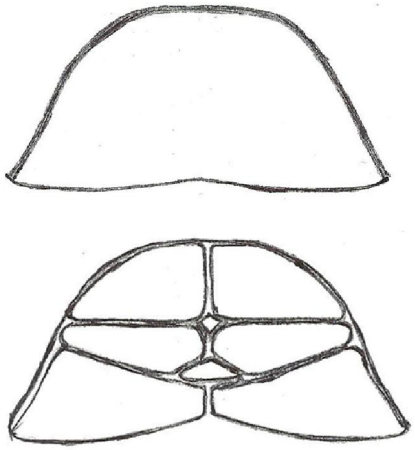
یک‌بار رخ می‌داد؛ اما با استفاده‌ی گسترده از آفت‌کش‌های شیمیایی طغیان‌های دوره‌ای متوقف شدند و تقریباً هر سال جمعیت این آفت به سطح زیان اقتصادی می‌رسد. این سمپاشی‌ها هر چند نتوانستند سطح تعادل جمعیت سن را به طور مؤثر کاهش دهند اما به هر حال مانع بروز طغیان‌های مخرب قبلی شدند (صلواتیان،۱۳۷۰، رجبی، ۱۳۷۹).

در مناطقی که شرایط اقلیمی، معتدل و خشک و باران‌های پاییزه و زمستانه در سطح مطلوب باشند، سن گندم جمعیت بالایی داشته و بیشترین خسارت را وارد می‌کند. دشمنان طبیعی سن در دوره‌ی خاموشی، اثر کنترلی بیشتری روی جمعیت آفت دارند اما در شرایط طغیانی کارآیی چندانی ندارند (صلواتیان، ۱۳۷۰). هرچند سوابق تاریخی از خسارت جدی سن گندم در گذشته‌های خیلی دور حکایت می‌کنند، اما انتشار مقاله‌ی افشار در سال ۱۳۱۲ اولین گزارش علمی این آفت در ایران محسوب می‌شود. از آن تاریخ تاکنون پژوهشگران در عرصه‌ی گیاهپزشکی مطالعات زیادی روی سن انجام داده‌اند و امروزه اطلاعات قابل ملاحظه‌ای در زمینه‌های زیستی و رفتاری این حشره در دسترس می‌باشد (افشار، ۱۳۱۲، الکساندرف، ۱۳۲۶ الف و ب، مردوخی و حیدری، ۱۳۷۱، فتحی‌پور، ۱۳۷۸، امیر معافی، ۱۳۷۹، ایرانی‌پور، ۱۳۸۱، رجبی، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶).

۱–۲ – ۱– ریخت‌شناسی سن گندم

حشره‌ی کامل به طول ۸-۱۲/۸ mm و عرض ۵-۸ mm با یک سپرچه‌ی بزرگ می‌باشد که کل شکم را می‌پوشاند. معمولاً یک علامت M شکل سفید رنگ در قاعده‌ی سپرچه وجود دارد که ممکن است به دو لکه‌ی سیاه و سفید تبدیل گردد. رنگ عمومی بدن قهوه‌ای و زرد خاکی می‌باشد. البته نمونه‌هایی به رنگ‌های سیاه، قرمز مسی و زرد کهربایی نیز وجود دارند. شاخک پنج بندی و پنجه‌ها سه بندی می‌باشند (رجبی، ۱۳۷۹، کریچلی، ۱۹۹۸).

حشرات نر و ماده از روی بخش بیرونی دستگاه تناسلی واقع در انتهای شکم قابل تشخیص هستند. در نرها این قطعه یکپارچه می‌باشد اما در ماده‌ها به شش قطعه‌ی بزرگ و دو قطعه‌ی کوچک تقسیم شده است (شکل ۱-۱) (رجبی، ۱۳۷۹).



شکل۱-۱- قطعه‌ی بیرونی دستگاه تناسلی حشره‌ی کامل نر (بالا) و ماده‌ی (پایین) سن گندم (اقتباس از رجبی، ۱۳۷۹)

از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناختی، سن گندم (*E. integriceps*) شباهت زیادی به سن اروپایی گندم، *E. maura* L. دارد اما با تشریح دستگاه تناسلی حشره‌ی نر، این دو گونه قابل تشخیص هستند. در *E. integriceps*، پارامر دارای چهار زایده‌ی کیتینی و در *E. maura* دارای دو زایده می‌باشد. این زایده‌های ریز و باریک خار مانند زیر بینوکلر قابل رویت می‌باشند (صلواتیان، ۱۳۷۰).

۲- ۲- ۱- زیست‌شناسی سن گندم

مطالعات انجام شده روی زیست‌شناسی سن گندم در سوریه، ایران و ترکیه نشان داده‌اند که این حشره در سال یک نسل دارد. این حشره فقط ۳ – ۲/۵ ماه از سال فعال است و در مزارع از گیاهان تیره‌ی گرامینه تغذیه کرده و تولید مثل می‌نماید این حشره بقیه‌ی سال را در ارتفاعات به حالت استراحت می‌گذراند. دوره‌ی استراحت دارای دو مرحله‌ی تابستان‌گذرانی[1] و زمستان‌گذرانی[2] می‌باشد. سن گندم دارای دیاپوز اجباری بوده و کاهش شدید متابولیسم پایه، کاهش نسبت آب به چربی بدن و توقف ریخت‌زایی از ویژگی‌های دیاپوز این حشره می‌باشند (کریچلی، ۱۹۹۸، عبدالهی،

[1]. Aestivation
[2]. Hibernation

۱۳۸۳). در بهار سن‌های زنده مانده در محل‌های زمستان‌گذرانی، به مزارع پرواز می‌کنند که بسته به ارتفاع منطقه و شرایط آب و هوایی می‌تواند یک ماه یا بیشتر طول بکشد (صلواتیان، ۱۳۷۰ و کریچلی، ۱۹۹۸). سن‌ها بعد از ریزش و استقرار در مزارع شروع به تغذیه از جوانه‌های مرکزی، برگ‌ها و ساقه‌های گیاهان میزبان می‌نمایند (رجبی، ۱۳۷۹). بسته به میزان ذخیره‌ی چربی بدن سن مادر، دوره‌ی تغذیه‌ی قبل از جفت‌گیری می‌تواند از یک تا دو هفته طول بکشد. تخم‌ریزی تقریباً بلافاصله بعد از جفتگیری آغاز می‌شود. تخم‌ها به رنگ سبز روشن به قطر mm ۱ که در دسته‌های ۱۴ تایی (دو ردیف هفت تایی) در پشت یا روی برگ‌ها، روی خوشه‌های جوان، روی ساقه‌ها و گاه روی علف‌های هرز و کلوخه‌ها گذاشته می‌شوند. پوره‌های سن اول بعد از تفریخ، در اطراف دسته تخم تفریخ شده جمع و بعد پخش می‌شوند. سن گندم دارای پنج سن پورگی می‌باشد. بال‌ها از سن چهارم جوانه می‌زنند و در سن پنجم مشخص‌تر می‌شوند. بسته به دمای محیط و در دسترس بودن غذا، کامل شدن چهار سن اول پورگی هر کدام ۷-۴ روز و سن آخر ۱۱-۱۰ روز طول می‌کشد. بنابراین، تکمیل چرخه‌ی زندگی از تخم تا حشره‌ی کامل حداقل ۳۷-۳۵ روز به طول می‌انجامد؛ اما بسته به شرایط محیطی می‌تواند به ۶۰-۵۰ روز افزایش یابد (رجبی، ۱۳۷۹، کریچلی، ۱۹۹۸). پوره‌ها بخش عمده‌ی عمر خود را روی خوشه‌ها سپری می‌کنند. معمولاً سن‌ها روی خوشه‌ها طوری قرار می‌گیرند که مستقیماً تحت تابش نور آفتاب باشند. حشرات کامل نسل جدید بیشترین میزان تغذیه را دارند تا بتوانند دوره‌ی طولانی و سخت تابستان و زمستان را پشت سر بگذارند. این حشرات در آخر فصل، بعد از تکمیل تغذیه مدتی را که معمولاً بیش از یک روز طول می‌کشد داخل شکاف‌های سطح خاک سپری کرده، سپس عازم ارتفاعات می‌شوند. در انتخاب محل تابستان‌گذرانی دو عامل عمده‌ی دما و رطوبت نقش دارند. سن‌ها محلی را برای تابستان‌گذرانی انتخاب می‌کنند که دارای رطوبت نسبی مناسب باشد تا از تبخیر آب بدنشان جلوگیری شود. همچنین محل تابستانگذرانی باید خنک باشد یا حداقل مناسب‌تر از محل تغذیه‌ی سن‌ها (مزارع گندم) باشد. ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰ متری برای این منظور ترجیح داده می‌شوند. معمولاً سن‌های با ذخیره‌ی غذایی بیشتر در نواحی مرتفع‌تر

مستقر می‌شوند. در پاییز با شروع اولین بارندگی‌ها و سرماهای پاییزی سن‌ها از پناهگاه خود خارج شده و برای فرار از سرمای زمستانه‌ی ارتفاعات بالاتر، بدون پرواز به ارتفاعات پایین‌تر سرازیر می‌شوند. این کاهش ارتفاع می‌تواند تا ۲۰۰ متر برسد. سن‌های زمستان‌گذران ممکن است جهت محل استراحت خود را نیز تغییر دهند و از شیب‌های شمالی به شیب‌های جنوبی روی آورند. شیب‌های جنوبی آفتاب‌گیرتر از شیب‌های شمالی هستند، بنابراین در زمستان گرم‌تر می‌باشند. البته جهت شیب تنها عامل تأثیرگذار نمی‌باشد و عوامل دیگری مثل جهت بادهای اصلی منطقه نیز می‌توانند در جابه‌جایی سن‌ها مؤثر باشند (صلواتیان، ۱۳۷۰، رجبی، ۱۳۷۹).

مهم‌ترین گونه‌های گیاهی پناه دهنده‌ی سن در ارتفاعات به ترتیب اهمیت عبارتند از (رجبی، ۱۳۷۹):

گونه‌های مختلف گون *Astragalus* spp. (Fabaceae)

گونه‌های مختلف درمنه *Artemisia* spp. (Asteraceae)

گونه‌های مختلف کلاه میرحسن *Acantholimon* spp. (Plumbaginaceae)

گونه‌های مختلف چوبک *Acanthophyllum* spp. (Caryophyllaceae)

۳– ۲– ۱– نحوه‌ی خسارت سن گندم

سن گندم هم به صورت کمی (عمدتاً توسط سن مادر و مقداری هم توسط پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید) و هم به صورت کیفی (توسط پوره‌های سن ۲ به بعد و سن‌های بالغ نسل جدید) به محصول گندم خسارت می‌زند (رضابیگی و رجبی، ۱۳۸۳). در زمان ریزش سن مادر، بسته به موضع‌نگاری[1] و اقلیم منطقه، آبی یا دیم بودن مزارع، زمان کاشت و رقم گندم و جو، مزرعه‌ی هدف سن می‌تواند در یکی از مراحل پنجه‌زنی، اوایل ساقه رفتن یا زمان تشکیل خوشه باشد. در بیشتر دیم‌کاری‌ها ریزش سن مادر مصادف با مرحله‌ی پنجه‌زنی می‌باشد که در این مرحله جوانه‌ی مرکزی

[1]. Topography

در اثر نیش و تغذیه‌ی سن زرد می‌شود. سن‌های پیشتاز که زودتر به مزارع می‌رسند خطرناک‌تر هستند. اگر جمعیت سن مادر بالا باشد محصول کاملاً نابود می‌شود. در مزارع دیم هر سن مادر به طور متوسط به ۶۱ جوانه‌ی مرکزی و ۱۲/۲ سنبله خسارت می‌زند و بر اساس این بررسی خسارت کمی ناشی از آن نیز حدود ۱۲/۲ کیلوگرم خواهد بود (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۱).

خسارت پوره‌ها و حشرات کامل نسل جدید کمی و کیفی می‌باشد زیرا این حشرات با تغذیه از دانه‌ها موجب کاهش وزن هزاردانه و کیفیت نانوایی آرد حاصل از آن‌ها می‌شوند. تغذیه‌ی پوره‌ها از سن دوم به طور فعال آغاز می‌شود و با بالا رفتن سن پورگی افزایش می‌یابد. سن گندم با تزریق آنزیم شبه تریپسین در دانه‌ی گندم باعث تجزیه‌ی گلوتن دانه شده و از کیفیت نانوایی آن می‌کاهد. حشرات کامل نسل جدید خطرناک‌ترین مرحله از نظر خسارت به دانه‌ها می‌باشند. دانه‌های سن‌زده چروکیده می‌شوند و هر چه تعداد نیش روی آن‌ها بیشتر باشد چروکیدگی دانه هم بیشتر خواهد بود. دانه‌های گندم با بیش از ۲٪ سن‌زدگی برای مصرف مجاز شناخته نمی‌شوند (صلواتیان، ۱۳۷۰، رجبی، ۱۳۷۹).

۴– ۲– ۱– عوامل مؤثر روی پویایی جمعیت سن گندم

متغیرهای متعددی ممکن است با ناهمگنی مکانی مشاهده شده در تراکم جمعیت سن گندم همبستگی داشته باشند. طبق بررسی‌های به عمل آمده، جمعیت‌های سن گندم تحت تأثیر دو گروه عوامل زنده و غیر زنده قرار می‌گیرد. عوامل زنده شامل دشمنان طبیعی این آفت اعم از شکارگرها، انگل‌واره‌ها و بیمارگرها می‌باشند. غذا، عملیات کشاورزی ، اقلیم، دما، بارندگی، رطوبت نسبی، باد و کاربرد آفت‌کش‌ها از جمله عوامل غیر زنده‌ی مؤثر بر پویایی جمعیت سن گندم می‌باشند (جواهری، ۱۹۹۶، رسکا و همکاران، ۱۹۹۶، کریچلی، ۱۹۹۸، ایرانی‌پور، ۱۳۸۱، رجبی، ۱۳۸۶).

در طبیعت شکارگرها و انگل‌های زیادی سن گندم را مورد حمله قرار می‌دهند که در بین آن‌ها کبک، عنکبوت‌ها، سوسک‌های خانواده‌ی Carabidae و مگس‌های خانواده‌ی Tachinidae نقش مهم‌تری دارند. همچنین پارازیتوئیدهای تخم که اغلب از راسته‌ی Hymenoptera و خانواده‌ی

Scelionidae می‌باشند به‌ویژه در سال‌هایی که جمعیت آفت حالت طغیانی ندارد نقش مهمی در کاهش جمعیت سن گندم دارند (صلواتیان، ۱۳۷۰، کریچلی، ۱۹۹۸). رجبی (۱۳۸۶) طی بررسی‌های ۳۰ ساله‌ی خود به این نتیجه رسیده است که غذا عامل کلیدی نوسانات جمعیت و طغیان‌های دوره‌ای سن گندم می‌باشد. توسعه‌ی کشتزارهای گندم و جو، کشت مداوم گندم، یکپارچگی غله‌کاری‌ها در سطح وسیع و عدم رعایت تناوب در افزایش تراکم سن گندم مؤثرند. تخریب مراتع چون زیستگاه‌های طبیعی سن را نابود می‌کند 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 (رجبی، ۱۳۷۹).

۵– ۲– ۱– ردیابی جمعیت سن گندم

به منظور آگاهی از وضعیت سن گندم، ردیابی جمعیت آفت از طریق نمونه‌برداری از مزارع و کانون‌های استراحت ضروری می‌باشد. امیر معافی (۱۳۸۳) و پارکر و همکاران (۲۰۰۲) نمونه‌برداری تصادفی را مقرون به صرفه‌ترین روش نمونه‌برداری از کانون‌ها ذکر نموده‌اند. در این روش نمونه‌برداری، مکان‌های تابستان‌گذرانی و زمستان‌گذرانی سن در منطقه مشخص می‌شوند 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 ۳۰-۵۰ cm به صورت تصادفی انتخاب شده و 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. چهار بار نمونه‌برداری در سال پس از پرواز سن به مکان‌های استراحت در تیر، شهریور، آذر و اسفند ماه برای به دست آوردن اطلاعات لازم در مورد جمعیت سال بعد لازم است.

برای نمونه‌برداری از جمعیت سن در مزارع دو روش نمونه‌برداری مطلق با دقت زیاد و نمونه‌برداری نسبی با دقت کمتر اما سریع‌تر قابل استفاده می‌باشند. روش نمونه‌برداری مطلق برای مطالعه‌ی اساسی زیست‌شناسی آفت و تعیین سطح زیان اقتصادی به کار می‌رود اما تخمین نسبی

برای کلیه‌ی اهداف مدیریت تلفیقی و فرآیند تصمیم‌گیری کافی به نظر می‌رسد. محققین مختلف از جمله ایرانی‌پور (۱۳۸۳) و محیسنی (۱۳۸۶) کارآیی روش‌های مختلف نمونه‌برداری را در برآورد جمعیت سن گندم بررسی نموده‌اند. دو روش تور حشره‌گیری و کادر نمونه‌برداری ۱×۱ m یا m ۰/۵×۰/۵ برای تخمین تراکم جمعیت مراحل مختلف رشدی سن در مزارع به کار رفته‌اند. انداختن ۲۰ عدد کادر ۱×۱ m یا ۵۰ بار تور زدن در قطر مزارع برای تخمین جمعیت پیشنهاد شده است (امیر معافی، ۱۳۸۳).

۶– ۲– ۱– کنترل سن گندم

طبق یک برآورد نظری در صورت عدم کنترل، سن گندم می‌تواند سالانه در سه میلیون هکتار اراضی آلوده‌ی کشور حدود ۹۰ هزار تن خسارت کمی و ۹۰۰ هزار تن خسارت کیفی ایجاد کند (رضابیگی و رجبی، ۱۳۸۳). بنابراین، پژوهشگران مختلف همواره تلاش کرده‌اند راه‌های مؤثری برای کنترل این آفت ارایه دهند. رجبی (۱۳۸۶) نتایج پژوهش‌های ۳۰ ساله‌ی خود را در کتاب "مهار بنیادی سن گندم" به این صورت جمع بندی کرده است که برداشت سریع محصول در کاهش جمعیت سن نقش دارد. برای مهار بنیادی سن گندم سالم‌ترین و در بلند مدت آسان‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه، برداشت هرچه زودتر و سریع‌تر گندم می‌باشد. هراکشت گندم و استفاده از ارقام زودرس نیز همواره به عنوان یک روش کنترلی سالم در منابع توصیه شده است (صلواتیان ۱۳۷۰). اما نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاشت زودتر گندم یا حتی بهره‌گیری از ارقام زودرس نمی‌تواند در کنترل سن نقش داشته باشد چون این حشره قادر است مراحل زیستی خود را با ارقام زودرس گندم و جو کاملاً مطابقت دهد به عبارتی دیگر با کم شدن طول دوره‌ی رشدی گیاه، طول دوره‌ی رشدی سن نیز کاهش می‌یابد و بالعکس (رضابیگی، ۱۳۸۳). به دلیل تأثیر سریع و به‌دست آوردن نتایج کوتاه مدت قابل قبول، در حال حاضر کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی تنها روش کنترل سن در ایران می‌باشد. سطح کنترل شیمیایی این آفت در سال‌های اخیر به موازات افزایش سطح زیر کشت گندم افزایش یافت. به طوری‌که از ۳۸۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۴۷ به بیش از ۱,۷۰۰,۰۰۰هکتار در سال