

دستنامه فنی:

# مدیریت گندم سن زده از مزرعه تا سفره

گروه مؤلفان



AERI

بسم الله الرحمن الرحيم  
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی:  
مدیریت گندم سن زده از مزرعه تا سفره

تهیه و تدوین:  
گروه مؤلفان

سال انتشار:  
۱۴۰۴



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: دستنامه فنی

عنوان نوشتار: مدیریت گندم سن زده از مزرعه تا سفره

نگارندگان: مهدی کریمی، ابوالفضل گلشن تفتی، شهرام شاهرخي

خانقاه، زهرا شيخ الاسلامی، علیرضا فلاح نصرت آباد، حسین دهقانی

سانیچ، فریبا نقی پور، فرهاد مشیری و ندا زاهدی فرد

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه آرا: شبنم جباری

طراح جلد: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۴



مسئولیت صحت مطالب با نگارندگان است.

شماره ثبت ۶۷۱۱۵ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۴/۰۱/۱۸

## فهرست مطالب

| عنوان                                                                            | صفحه |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>فصل اول</b> .....                                                             | ۱    |
| ۱- کلیات.....                                                                    | ۱    |
| ۱-۱- مقدمه.....                                                                  | ۱    |
| ۱-۲- اصول بهزرایی و بهنژادی به منظور مدیریت و ایجاد مقاومت در برابر سن زدگی..... | ۳    |
| ۱-۳- ویژگی های شناختی.....                                                       | ۷    |
| <b>فصل دوم</b> .....                                                             | ۱۵   |
| ۲- مدیریت مبارزه با سن گندم در مزرعه.....                                        | ۱۵   |
| ۲-۱- پیش آگاهی.....                                                              | ۱۵   |
| ۲-۲- نمونه برداری.....                                                           | ۱۶   |
| ۲-۳- نرم مبارزه.....                                                             | ۱۹   |
| ۲-۴- کنترل شیمیایی.....                                                          | ۲۰   |
| ۲-۵- افزایش تنوع ژنتیکی ارقام گندم.....                                          | ۲۱   |
| ۲-۶- کنترل بیولوژیک سن گندم.....                                                 | ۲۲   |
| ۲-۷- حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی سن گندم.....                                  | ۲۹   |
| <b>فصل سوم</b> .....                                                             | ۳۳   |
| ۳- مدیریت تغذیه و آبیاری گندم.....                                               | ۳۳   |
| ۳-۱- مدیریت نیتروژن، فسفر و پتاسیم.....                                          | ۳۵   |
| ۳-۲- آبیاری گندم.....                                                            | ۳۸   |
| <b>فصل چهارم</b> .....                                                           | ۴۱   |
| ۴- روش های جداسازی گندم سن زده از گندم سالم.....                                 | ۴۱   |
| ۴-۱- نقش برداشت زودهنگام گندم.....                                               | ۴۱   |



|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| ۴-۲- ابزار و ماشین‌های جداسازی گندم سن‌زده از گندم سالم | ۴۲ |
| ۴-۳- فناوری تصویربرداری                                 | ۴۳ |
| <b>فصل پنجم</b>                                         | ۴۷ |
| ۵- مدیریت پس از برداشت گندم سن‌زده                      | ۴۷ |
| ۵-۱- تفکیک گندم سن‌زده                                  | ۴۷ |
| ۵-۲- شرایط نگهداری گندم سن‌زده                          | ۴۸ |
| <b>فصل ششم</b>                                          | ۵۱ |
| ۶- مدیریت آسیابانی و تولید محصولات حاصل از گندم سن‌زده  | ۵۱ |
| ۶-۱- مشخصات پروتئیناز سن‌گندم                           | ۵۱ |
| ۶-۲- تأثیر آنزیم پروتئاز سن بر پروتئین‌های گندم         | ۵۲ |
| ۶-۳- کیفیت محصولات به‌دست‌آمده از گندم سن‌زده           | ۵۳ |
| ۶-۴- بهبود کیفیت محصولات حاصل از گندم سن‌زده            | ۵۶ |
| ۶-۵- مدیریت مصرف آرد گندم‌های سن‌زده                    | ۶۲ |
| <b>جمع‌بندی</b>                                         | ۶۵ |
| <b>منابع</b>                                            | ۶۷ |

## فصل اول

### ۱- کلیات

#### ۱-۱- مقدمه

گندم محصول غذایی مهمی است که بیش از ۴۰ درصد از سرانه کالری و پروتئین مردم را از طریق رژیم غذایی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه تأمین می‌کند. تولید گندم نقش مهمی در امنیت غذایی و اقتصاد جهانی دارد. پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ میلادی با افزایش جمعیت جهان به ۹/۶ میلیارد نفر، تقاضا برای گندم ۶۰ درصد افزایش یابد.

سن گندم یکی از عمده‌ترین محدودیت‌های تولید گندم در آسیای مرکزی و غربی، اروپای شرقی و آفریقای شمالی است. تأثیر اقتصادی سن گندم سالانه حدود ۴۲ میلیون دلار برای کشورهای منطقه است و این فقط هزینه مواد شیمیایی (راهکار اصلی) مورد استفاده برای مدیریت آن است. سن گندم یکی از خسارت‌زاترین آفات در غلات است که در تمامی مراحل رشد غلات (از کاشت تا برداشت) احتمال حمله و خسارت آن وجود دارد و باعث کاهش

عملکرد و پایین آوردن کیفیت گندم و جو می شود. خاصیت ویسکوالاستیک گلوتن گندم، تحت تأثیر عوامل مختلفی ممکن است دستخوش تغییرات نامطلوب شود که موجب تولید نان بی کیفیت می شود. از بین این عوامل برهم زننده ساختمان گلوتن، آسیب دیدن گندم با آفات و به ویژه حشره سن قابل توجه است (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۴۰۱). گونه های سن از دو جنس *Eurygaster* و *Aelia* با تغذیه از گندم سبب خسارت کمی به آن می شوند. سن گندم به همراه بزاق خود آنزیم پروتئولیتیکی وارد گندم می کند که باعث تخریب پروتئین و شبکه گلوتنی گندم می شود (ایوری و همکاران، ۲۰۰۵). چنانچه بیش از ۲ درصد دانه های گندم سن زده باشد، از آن خمیری شل و بی قوام به دست می آید که مقاومت کمی در برابر مخلوط شدن دارد و به سختی قابل حمل و نقل است و نهایتاً نان حاصل، حجم کمتر و خواص حسی (بافت، رنگ، رایحه و مزه) ضعیف دارد و از نظر شکل غیرعادی است (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۴۰۱). روش هایی برای بهبود و اصلاح خسارت حاصل از سن گندم پیشنهاد شده که عموماً مبنی بر جداسازی گندم های آسیب دیده از گندم های سالم است. راهکار دیگر ایجاد و احیای پیوندهای دی سولفیدی جدید در گندم های آسیب دیده، بازیافت قدرت شبکه گلوتنی و متعاقباً بهبود خواص نانوائی گندم های آسیب دیده، پس از کاربرد مواد

بهبوددهنده است. در این دستنامه، راهکارهایی برای کاهش خسارت سن گندم و استفاده از گندم سن زده برای تولید فرآورده های نانوائی و بهبود کیفیت محصولات به دست آمده از گندم سن زده ارائه شده است که همه این ها منجر به کاهش ضایعات گندم می شود.

### ۱-۲- اصول بهزرایی و بهنژادی به منظور مدیریت و

#### ایجاد مقاومت در برابر سن زدگی

آفات یکی از مهم ترین محدودیت های هستند که عملکرد و کیفیت نانوائی گندم را کاهش می دهند و در این میان، حشره سن اهمیت بسزایی دارد. در سال های اخیر، سطح مبارزه شیمیایی با این آفت در مزارع گندم آبی و دیم افزایش یافته است. در همین راستا، پروژه تحقیقاتی با عنوان "بررسی اثر درصدهای مختلف سن زدگی بر کیفیت نانوائی گندم" به سفارش معاونت امور تولیدات گیاهی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۱ در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و هم زمان مرکز پژوهش های غلات اجرا شد. در این پروژه تحقیقاتی، ده رقم گندم تجاری کشور از استان های تهران، همدان، یزد و آذربایجان شرقی انتخاب و در هشت سطح (صفر تا ۵ درصد) به گندم سن زده آلوده شدند. با بررسی نتایج کیفی مشخص شد اثر متقابلی در رقم و حداکثر میزان سن زدگی (۵ درصد وزنی) وجود ندارد و در کیفیت نانوائی نیز تغییرات قابل توجه

و معنی داری مشاهده نگردید. در واقع، بین ارقام مختلف گندم اختلاف معنی داری در سطوح مختلف سن زدگی تا ۵ درصد وزنی مشاهده نشد (نجفی میرک و همکاران، ۱۳۹۱). علاوه براین، بیش از ده سال است که کیفیت نانوایی گندم های تولید داخل کشور (مشمتمل بر ویژگی های فیزیکی از جمله میزان سن زدگی) در تمامی استان ها و به سفارش معاونت امور تولیدات گیاهی وزرات جهاد کشاورزی پایش می شود. برای مثال، در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، تعداد ۲۰۲۲ نمونه گندم مورد ارزیابی گردید و میانگین سن زدگی در این نمونه ها، ۰/۶۵ درصد گزارش شد. بیشترین میزان سن زدگی (۰/۸۹ درصد) در استان اردبیل و کمترین میزان آن (۰/۵۰ درصد) در استان های خراسان شمالی و سمنان گزارش شد (نقی پور و همکاران، ۱۳۹۸). شایان ذکر است که مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۴ (غلات و فرآورده های آن - گندم - ویژگی ها و روش های آزمون)، میزان سن زدگی نباید بیش از ۲ درصد وزنی باشد (بی نام، ۱۳۹۱). مطابق با دستورالعمل کیفی خرید گندم داخلی که هر ساله توسط شرکت مادر تخصصی بازرگانی دولتی ایران تدوین و به مراکز خرید ابلاغ می شود، گندم با سن زدگی تا ۲ درصد وزنی بدون کسر بها از کشاورز خریداری می گردد و این آفت، جزء افت مفید و حشره زدگی محسوب نمی شود.



## فصل اول

مازاد بر این مقدار، از بهای خرید گندم کسر می‌شود (بی‌نام، ۱۴۰۲)

در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱، یادداشت‌برداری‌ها در بازدید میدانی و مشاهده خسارت سن‌گندم در مزارع کشاورزان و آزمون‌های تحقیقاتی گندم در ستاد مؤسسه تحقیقات دیم کشور (مراغه)، نشان داد که از بین صدها لاین و رقم گندم مورد مطالعه در مزرعه تحقیقاتی گندم ستاد مؤسسه، فقط ۱۸-۲۰ لاین نسبت به خسارت سن‌گندم (اواخر پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی) مقاومت نشان دادند و در بقیه لاین‌ها خسارت سن‌گندم به نسبت‌های متفاوت یادداشت شد (روستایی، ۱۳۹۱) (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- خشک‌شدن جوانه مرکزی ساقه‌های گندم در اثر تغذیه سن مادر

برای ارزیابی مقاومت لاین‌هایی که در مرحله اول از سن‌گندم خسارت نداشتند، تله‌های مصنوعی برای آزادسازی پوره سن‌ها روی لاین‌های مقاوم نصب شد، به‌طوری‌که یک مترمربع از لاین مقاوم به‌علاوه یک مترمربع از ۲ لاین

مجاور که خسارت سن ۱ مادر را داشتند در داخل یک تله توری قرار داده شدند و پوره سن ها از مزارع آلوده جمع آوری و در داخل تله های توری، رهاسازی شدند (شکل ۱-۲). در داخل هر تله توری (۳/۴ مترمربع) از ۱۵ تا ۲۰ پوره سن رها شدند تا میزان مقاومت لاین ها در موقع برداشت ارزیابی شود. هشت لاین خسارتی نداشتند و در بقیه لاین های دیگر نیز خسارت کمتر از یک درصد بود (روستایی، ۱۳۹۱). در سال ۱۳۹۲ هشت رقم گندم مقاوم به سن از ایکاردا به همراه ژنوتیپ های متحمل در مؤسسه تحقیقات دیم کشور در یکی از مناطق کوهستانی شهرستان مراغه (روستای مندل بسر)، که همه ساله سن گندم خسارت زیادی به بار می آورد، کشت شد و در شرایط طبیعی ارزیابی گردید. سه رقم گندم از ارقام ایکاردا و ۴ ژنوتیپ این مؤسسه هیچ خسارتی نداشتند ولی در بقیه ارقام و لاین ها درصدهایی از خسارت یادداشت شد (روستایی، ۱۳۹۲).



شکل ۱-۲- رهاسازی پوره سن ها در داخل تله های توری برای ارزیابی میزان مقاومت لاین های گندم

### ۱-۳- ویژگی‌های شناختی

#### ۱-۳-۱- سن معمولی گندم ( *Eurygaster*

#### *integriceps*. (Hemiptera Scutelleridae)

مزارع گندم طیف وسیعی از آفات از راسته‌های گوناگون حشرات دارند مانند: سن معمولی گندم، شته‌ها، تریپس گندم، سوسک سیاه گندم، سوسک برگ‌خوار غلات، سوسک‌های قهوه‌ای گندم و زنبور ساقه‌خوار غلات. در میان آفات گندم، سن معمولی گندم آفت کلیدی این محصول به شمار می‌رود که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم عملکرد و کیفیت محصول را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. سن‌های غلات (Sunn pests) یا سن‌های حقیقی وابسته به زیرراسته Heteroptera هستند که عمده‌ترین گونه‌های آن متعلق به دو جنس *Eurygaster* و *Aelia* است. جنس‌های *Eurygaster integriceps* و *Aelia* در اروپا و خاورمیانه و شمال آفریقا و نیوزیس (Nysius) در نیوزیلند پراکندگی بیشتری دارند. در ایران و سایر کشورهای سن‌خیز منطقه، مهم‌ترین گونه از نظر خسارت اقتصادی و پراکنش جنس *E. integriceps* Put. است.

#### ۱-۳-۲- شکل‌شناسی

طول بدن حشره سن کامل  $12/2 - 11/7$  و عرض آن  $6/6 - 7$  میلی‌متر است. این حشره در مناطق سن‌خیز ایران دارای دو شکل بیولوژیک است. جمعیتی که در زیستگاه‌های طبیعی واقع در ارتفاعات زندگی می‌کنند،

ضمن تغذیه از گیاهان مرتعی و زراعی و به ویژه علف‌های هرز تیره Poaceae، بدون پرواز و جابه‌جایی قابل توجه، به زاد و ولد در زیستگاه‌های طبیعی می‌پردازند. افراد این گروه، کوچک و طول و عرض بدن آن‌ها به ترتیب ۵/۸-۸ و ۶/۸-۵ میلی‌متر است. گروه دوم از این حشره که از مزارع گندم (به ویژه مزارع آبی) تغذیه می‌کنند، بزرگ‌ترند. رنگ بدن سن‌گندم از زرد خاکستری تا قهوه‌ای مایل به سیاه متغیر است و گاهی به رنگ سیاه دیده می‌شود. سر این آفت، مثلثی شکل و در وسط آن شیار باریکی وجود دارد. نزدیک خط فاصل بین سر و سینه دو چشم ساده و در دو گوشه جانبی سر دو چشم مرکب دیده می‌شود. شاخک‌ها نخی و در جلو سر قرار دارند. سینه اول بزرگ و دوزنقه‌ای است. سپرچه، طویل و برجسته است و تمام طول بدن و قسمتی از بال‌های رویی را می‌پوشاند و از طرفین آن فقط کنار بال‌ها و حاشیه، پنج حلقه آخر شکم نمایان است. سن‌های نر و ماده را می‌توان با توجه به قطعات بیرونی دستگاه تناسلی، که در انتهای قسمت زیرین شکم واقع است (حلقه‌های تناسلی)، از یکدیگر تشخیص داد. در سن‌های نر، حلقه ششم شکم دوزنقه‌ای شکل و لبه عقبی آن منحنی است و سوراخ‌های تناسلی را می‌پوشاند. در سن‌های ماده، حلقه ششم شکم مدور است و از هفت قسمت کیتینی تشکیل می‌شود که در حال استراحت حشره، این قسمت‌ها

## فصل اول

کاملاً به یکدیگر چسبیده‌اند و روی این حلقه در جهت طول، یک شکاف به وضوح نمایان است.

تخم حشره کروی و قطر آن حدود  $0.7$  میلی‌متر است. رنگ تخم تازه سبز روشن است و بسته به شرایط محیطی پس از ۲-۳ روز در سطح آن نقاط ریز تیره‌رنگی ظاهر می‌شود. سن گندم دارای پنج مرحله پورگی است. پوره‌های سن اول به طول  $1/2$  میلی‌متر و تقریباً گرد هستند و رنگ آن‌ها بلافاصله بعد از خروج از تخم، سبز بسیار روشن است که پس از چند ساعت متمایل به سیاه می‌شود. پوره‌های سنین بعدی بزرگ‌تر هستند و به تدریج جوانه‌ی بال و نیز سپرچه آن‌ها رشد می‌کند. رنگ پوره‌ها در سنین ابتدایی، سیاه و در سنین بعدی قرمز آجری است.



شکل ۱-۳- سن معمولی گندم ( *Eurygaster integriceps* )  
(Put.

### ۱-۳-۳- پراکنش

سن گندم در اکثر مناطق کشت گندم در ایران انتشار دارد. از عوامل مؤثر در طغیان سن گندم در ایران می توان به فراوانی گیاهان میزبان و گندم در مناطق مناسب برای زمستان گذرانی، شرایط اقلیمی مناسب برای فعالیت آفت (وقوع خشکسالی)، تخریب مداوم مراتع به دلیل چرای بی رویه و کاشت غلات دیم در مراتع، برداشت دیر محصول و مرگ و میر دشمنان طبیعی در اثر سم پاشی های بی رویه اشاره کرد.

### ۱-۳-۴- زیست شناسی

سن گندم به صورت حشره کامل و معمولاً در ارتفاعات، زیر بوته های گیاهان مختلف و به ویژه گونه های مختلف *Artemisia spp.* و *Astragalus spp.* زمستان گذرانی می کند. مهاجرت سن های زمستان گذران به مزارع (ریزش سن) در اواخر زمستان یا اوایل بهار، بسته به شرایط آب و هوایی مناطق مختلف، صورت می گیرد. زودترین زمان ریزش در مناطقی از استان های سیستان و بلوچستان، کرمان و فارس در بهمن یا اسفند ماه و دیرترین زمان ریزش در مناطق نسبتاً سرد مانند استان اردبیل در اردیبهشت ماه اتفاق می افتد. سن مادر پس از استقرار در مزرعه، به مدت یک تا دو هفته تغذیه می کند و پس از جفت گیری، تخم گذاری می کند. تخم ها به صورت دسته ای روی برگ، خوشه و حتی روی کلوخه ها گذاشته می شوند.

میانگین تعداد تخم گذاشته شده توسط هر سن ماده با تغذیه از دانه گندم و آب، ۱۸۳ عدد گزارش شده است. پوره های سن، پس از حدود یک یا دو هفته از تخم، خارج و بدون تغذیه به حالت دسته جمعی در کنار دسته تخم ها مشاهده می شوند. تغذیه از سن دوم پورگی شروع می شود و با افزایش سن پورگی به میزان تغذیه افزوده می شود. سن گندم می تواند مراحل رشدی خود را با فنولوژی گیاه میزبان تطبیق دهد، به طوری که در زمان برداشت محصول، تغذیه حشره از گیاه کامل می شود و سن ها با ذخیره کافی به پناهگاه تابستانه مهاجرت می کنند. سن گندم سرتاسر تابستان، پاییز و زمستان (حدود ۹ ماه از سال) را در پناهگاه های تابستانه و زمستانه سپری می کند. تلفات سن ها در محل های تابستان گذرانی و زمستان گذرانی به میزان موادچربی ذخیره شده در بدن بستگی دارد و درصد تلفات در مناطق تابستان گذرانی خیلی کم و در مناطق زمستان گذرانی دارای یخبندان، خیلی بالا ست. این آفت یک نسل در سال دارد.

### ۱-۳-۵- خسارت

سن گندم علاوه بر گندم از چاودار، یولاف و علف های هرز تیره Poaceae تغذیه می کند. این آفت در حال حاضر با بیشترین سطح سمپاشی نسبت به دیگر آفات، بزرگ ترین معضل گیاه پزشکی کشور است. سطح کنترل شیمیایی سن

گندم در مزارع گندم کشور در سال‌های گذشته روند فزاینده‌ای داشته و به گزارش سازمان حفظ نباتات کشور، در حال حاضر به بیش از دو میلیون هکتار رسیده است.

سن گندم به دو روش کمی و کیفی خسارت وارد می‌کند. خسارت کمی (کاهش عملکرد در واحد سطح) توسط حشرات کامل زمستان‌گذرانی که به مزرعه مهاجرت می‌کنند (سن مادر) اتفاق می‌افتد. سن مادر در بیشتر مواقع در زمان پنجه‌زنی وارد مزرعه می‌شود و با تغذیه از شیرۀ ساقه و برگ‌ها و جوانه‌های مرکزی باعث ضعف بوته، پیچش، زردی و خشک‌شدن برگ و پژمردگی بوته می‌شود. تغذیه سن از خوشه‌های نارس باعث سفیدشدن خوشه از محل نیش حشره تا انتهای آن می‌شود. خسارت کیفی (سن زدگی دانه‌ها) مهم‌ترین خسارت سن گندم است. اگر میزان سن زدگی بیش از ۲ درصد باشد، این گندم برای تولید نان مناسب نیست و سیلوها از خرید آن امتناع می‌کنند. سن زدگی دانه عمدتاً توسط پوره‌های سنین مختلف (به غیر از پوره سن یک) و حشرات کامل نسل جدید، ایجاد می‌شود و به لاغری و چروکیدگی و کاهش میزان گلوتن دانه‌ها می‌انجامد. در محل نیش حشره روی دانه، یک نقطه کوچک سیاه با هاله‌ای روشن به دور آن دیده می‌شود. میزان خسارت کیفی حشرات کامل نسل جدید بیشتر از پوره سن پنج و خسارت کیفی پوره سن پنج بیشتر از پوره



## فصل اول

سنّ چهار است. سن گندم، در صورت تأخیر در برداشت گندم، ممکن است دانه‌ها را پوک کند. بنابراین، لازم است محصول هرچه سریع‌تر برداشت شود. نشانه‌های شاخص تغذیه سن از دانه‌های گندم شامل وجود هاله رنگ‌پریده (سفید) دایره‌شکل در اطراف محل تغذیه و وجود نقطه سیاه‌رنگ در وسط هاله رنگ‌پریده است (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- نشانه‌های تغذیه سن از دانه‌های گندم

## فصل دوم

### ۲- مدیریت مبارزه با سن گندم در مزرعه

سن گندم مهم‌ترین و زیان‌بارترین آفت گندم و جو در خاورمیانه، آسیای مرکزی، قفقاز و اروپای شرقی است. با عنایت به سطح زیرکشت گندم و جو در کشور که بیش از هفت و نیم میلیون هکتار برآورد شده است، رعایت اصول کنترل سن گندم بر مبنای پیش‌آگاهی، نمونه‌برداری، پایش و نُرْم‌گیری از جمعیت آن، به شرح زیر توصیه می‌شود:

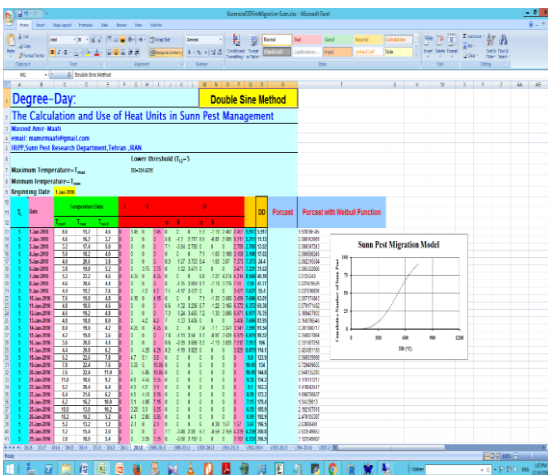
#### ۲-۱- پیش‌آگاهی

به منظور پیش‌بینی زمان ریزش سن مادر از محل‌های زمستان‌گذرانی به مزارع باید کمینه و بیشینه دما را از یازدهم دی‌ماه در صفحه گسترده در نرم‌افزار اکسل وارد کنیم. بدین منظور، صفحه گسترده‌ای مطابق شکل ۲-۱، طراحی شده است که با وارد کردن کمینه و بیشینه دما در آن می‌توان زمان ریزش اولیه و نیز هنگام استقرار ۵۰ درصد جمعیت سن زمستان‌گذرانی را تخمین زد. این عمل با صفحه گسترده یادشده و به صورت خودکار محاسبه و منحنی مربوطه رسم می‌شود. پس از استقرار ۵۰ درصد ریزش سن مادر که در منحنی مذکور مشخص می‌شود، باید

عملیات پایش و نمونه برداری برای تخمین انبوهی جمعیت آغاز شود.

## ۲-۲- نمونه برداری

روش اول، نمونه برداری بر اساس شمارش تعداد سن گندم سطح بیشتر مزارع کشاورزان حدود ۳ هکتار است. بنابراین، بهترین روش نمونه برداری برای یک مزرعه ۳ هکتاری، در نظر داشتن ۵ خط طولی با فاصله برابر در طول مزرعه است (مطابق شکل ۲-۲).

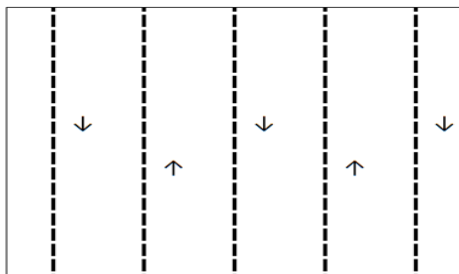


شکل ۲-۱- صفحه گسترده پیش بینی ریزش سن گندم به مزارع

در مزارع بزرگتر نیز می توان حدود ۳ هکتار را برای نمونه برداری انتخاب کرد. از هر خط طولی باید ۵ نمونه به طور تصادفی برداشته شود، به طوری که در کل ۲۵ نمونه

## فصل دوم

به دست آید. از حاشیه‌های مزرعه نباید نمونه‌گیری شود. برای نمونه‌برداری، از کادر (یک مترمربعی) یا تور حشره‌گیری استفاده می‌شود. از تور حشره‌گیری با حلقه ۳۵ سانتی‌متری، عمق پارچه توری ۵۵ سانتی‌متری و دسته ۱۱۰ سانتی‌متری باید استفاده کرد. هر ۵ تور معادل یک-مترع در نظر گرفته شود. محتویات ۵ عدد تور یک طرفه به عنوان یک نمونه محسوب می‌شود. بهترین زمان تورزنی، صبح‌ها از ساعت ۱۰ تا ظهر و بعد از ظهرها از ساعت ۵ تا نزدیک غروب آفتاب است. بدیهی است میانگین ۲۵ عدد کادر یک مترمربعی یا ۲۵ سری پنج‌تایی تورزنی در یک مزرعه ۳ هکتاری، میانگین جمعیت سن در آن مزرعه محسوب می‌شود. برای تخمین جمعیت سن مادر در اوایل ریزش سن به مزارع، اگر ارتفاع بوته‌ها کوتاه باشد، باید فقط از روش کادراندازی استفاده کرد.



شکل ۲-۲- خطوط نمونه‌برداری در مزرعه (۵ خط طولی  
نقطه‌چین که از هر یک، ۵ دفعه باید نمونه‌برداری کرد، جمعاً ۲۵  
نمونه)

روش دوم: نمونه برداری سریع از جمعیت سن گندم  
(بدون نیاز به شمارش تعداد آفت)

برای سهولت کار و تسریع در تصمیم گیری مبارزه با سن - گندم از روش سریع پایش جمعیت سن گندم استفاده می شود. در سال های گذشته روش های نمونه برداری از سن گندم در استان های سن خیز کشور به طور گسترده بررسی شده است و بر این اساس، مدل نمونه برداری بینومیال (حضور - عدم حضور) در سطح دقت مدیریت تلفیقی آفات برای نمونه برداری از حشرات کامل و پوره های سنین دوم و سوم سن گندم تهیه شده است. این مدل فقط بر مبنای مشاهده است و نیازی به شمارش تعداد سن گندم، که بسیار زمان بر است، نخواهد بود. بنابراین، استفاده از مدل بینومیال باعث صرفه جویی قابل توجه در هزینه نمونه برداری و زمان می شود. در استفاده از این مدل نیز مانند روش قبل و مطابق با شکل ۲-۲ با حرکت در ۵ خط طولی مزرعه، در هر خط طولی، ۵ نمونه و در مجموع ۲۵ نمونه به دست می آید. در این روش نیازی به شمارش تعداد سن گندم در نمونه ها نیست. به عبارت دیگر، در ۲۵ قسمت فرضی از مزرعه، نمونه برداری صورت می گیرد و در هر قسمت، در یک محدوده حدود یک مترمربعی، مشاهده یا عدم مشاهده سن گندم ثبت می شود. مطابق فرم نمونه برداری، تراکم سن گندم با توجه به تعداد قسمت های خالی، مشخص می -

شود و می‌توان در خصوص مبارزه‌کردن یا مبارزه‌نکردن با سن‌گندم تصمیم‌گیری کرد.

### ۲-۳- نُرم مبارزه

پس از نمونه‌گیری که در بالا گفته شد، اگر میانگین تعداد سن زمستانگذران (سن مادر) در مزارع گندم به مقادیر زیر رسید، مبارزه را می‌توان آغاز کرد:

#### ۲-۳-۱- نُرم مبارزه با سن مادر

در مزارع گندم آبی با پیش‌بینی عملکرد بیشتر از سه تن در هکتار: ۴ عدد در مترمربع

در مزارع گندم آبی با پیش‌بینی عملکرد کمتر از سه تن در هکتار: ۳ عدد در مترمربع

در مزارع گندم دیم با پیش‌بینی عملکرد بیشتر از دو تن در هکتار: ۲ عدد در مترمربع

در مزارع گندم دیم با پیش‌بینی عملکرد کمتر از دو تن در هکتار: ۱ عدد در مترمربع

#### ۲-۳-۲- نُرم مبارزه با پوره‌های سن

اگر میانگین تعداد پوره‌ها در مزارع گندم به مقادیر زیر رسید، کنترل آفت ضروری است:

در مزارع گندم آبی با پیش‌بینی عملکرد بیشتر از سه تن در هکتار: ۶ عدد در مترمربع

در مزارع گندم آبی با پیش‌بینی عملکرد کمتر از سه تن در هکتار: ۵ عدد در مترمربع

در مزارع گندم دیم با پیش‌بینی عملکرد بیشتر از دو تن در هکتار: ۴ عدد در مترمربع

در مزارع گندم دیم با پیش‌بینی عملکرد کمتر از دو تن در هکتار: ۳ عدد در مترمربع

توجه: هنگامی که بیشتر پوره‌ها در سنین ۲ و ۳ هستند، بهترین زمان مبارزه با آن‌هاست.

#### ۲-۴- کنترل شیمیایی

با توجه به وضعیت رویشی گیاه و نوع سمپاش، ابتدا باید میزان آب مصرفی در هکتار را به‌دست آورد کالیبراسیون) و پس از آن از حشره‌کش‌های زیر با نسبت‌های گفته شده استفاده کرد:

فنتروتیون امولسیون (۵۰٪ EC): یک لیتر در هکتار  
دلتامترین امولسیون (۲/۵٪ EC): ۱۸۰ میلی‌لیتر در هکتار

دلتامترین سوسپانسیون (۲/۵٪ SC): ۱۸۰ میلی‌لیتر در هکتار

دلتامترین امولسیون (۱۰٪ EC): ۴۵ میلی‌لیتر در هکتار  
دلتامترین امولسیون (۵٪ EC): ۹۰ میلی‌لیتر در هکتار  
لامبداسای‌هالوترین میکروکپسول (۴/۹٪ CS) یا سوسپانسیون (۵٪ SC): ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار

لامبداسای‌هالوترین میکروکپسول (۱۰٪ CS) : ۷۵ میلی‌لیتر در هکتار

حفاظت از مراتع و خودداری از کشت در مراتع و اراضی شیب‌دار

تخریب مراتع و توسعهٔ دیم‌زارها از مهم‌ترین دلایل گسترش مناطق انتشار و طغیان سن‌گندم در سال‌های اخیر بوده است. این موضوع در افزایش وزن و باروری و تبدیل سن‌های ساکن مراتع به سن‌های مهاجر، مؤثر بوده است. احیای مراتع با جلوگیری از چرای بی‌رویهٔ دام و جلوگیری از کشت گندم در مراتع و زمین‌های شیب‌دار در کاهش جمعیت این آفت مؤثر است. کاشت در زمین‌های شیب‌دار و مراتع که دارای خاک فقیر هستند، توأم با پدیده خشکسالی که در سال‌های اخیر اتفاق افتاده، باعث شده رشد اولیهٔ گندم ضعیف شود و کشاورزان مزرعه را در بسیاری از موارد به دلیل بازده کم رها کنند. این مزارع رها شده منبع مناسبی برای تغذیه تکمیلی پوره‌های سنین آخر و حشرات کامل نسل جدید عمل می‌کنند و سن‌گندم به اندازه کافی چربی ذخیره می‌کند و خود را برای زمستان آماده خواهد کرد. بنابراین، لازم است از کاشت گندم در اراضی فقیر و مراتع شیب‌دار توسط کشاورزان جلوگیری شود.

### ۲-۵- افزایش تنوع ژنتیکی ارقام گندم

یکی از دلایل طغیان سن‌گندم، کشت ارقام حساس گندم در سطح وسیع است. کشت این ارقام باعث افزایش سطح سم‌پاشی علیه این آفت در مزارع گندم می‌شود. اکثر



ارقام گندم دیم، خصوصاً رقم سرداری که در سطوح وسیعی از دیمزارهای غرب کشور کشت می‌شوند، نسبت به سن گندم حساس هستند و باعث افزایش جمعیت این آفت می‌شوند. رقم فلات به عنوان رقم مقاوم و رقم قفقاز به عنوان رقم حساس گزارش شده است. گندم دوروم کرخه، D-82-1, D-82-6 و تریتیکاله با داشتن بالاترین تراکم حشرات کامل سن‌های نسل جدید و درصد سن‌زدگی دانه به عنوان ارقام و ژنوتیپ‌های بسیار حساس به پوره‌های سن گندم معرفی شده‌اند. برای کاهش خسارت سن گندم پیشنهاد می‌شود ارقام مختلف با دامنه‌ای از تحمل به این آفت در مناطق آلوده کشت گردد تا از ایجاد خسارت بیشتر جلوگیری شود.

## ۲-۶- کنترل بیولوژیک سن گندم

### ۲-۶-۱- عوامل کنترل بیولوژیک سن گندم

سن گندم دشمنان طبیعی فراوانی دارد که در بین آن‌ها زنبورهای پارازیتوئید تخم، مگس‌های پارازیتوئید سن گندم و قارچ‌های بیماری‌زا مانند قارچ *Beauveria basiana* از نظر کاهش جمعیت این آفت اهمیت بیشتری دارند.

### ۲-۶-۱-۱- زنبورهای پارازیتوئید تخم سن

میزان پارازیتیسم تخم سن گندم توسط زنبورهای پارازیتوئید از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است و در اکثر مناطق کشور این زنبورها یکی از عوامل کلیدی کاهش جمعیت سن گندم به‌شمار می‌آیند. این زنبورها در شرایط

## فصل دوم

مناسب، حدود ۹۰ درصد تخم‌های سن‌گندم را پارازیته می‌کنند، ولی به‌طور معمول، میزان پارازیتیسم آن‌ها در مزارع آبی ۳۰-۱۵ درصد و در مزارع دیم ۱۰-۳ درصد گزارش شده‌است. میزان پارازیتیسم زنبورهای پارازیتیسم تخم سن‌گندم در مزارع نمونه استان‌های قزوین و همدان در سال ۱۳۷۶ به‌ترتیب، ۴۵/۶۸ و ۴۵/۲ درصد و در استان‌های کرمانشاه و چهارمحال و بختیاری به‌ترتیب ۹/۲ و ۸/۹۲ درصد به‌دست آمده‌است.



شکل ۲-۳- زنبورهای پارازیتوئید *Trissolcus basalis* در حال تخم‌ریزی روی تخم سن

۲-۱-۶-۲- مگس‌های پارازیتوئید سن‌گندم  
مگس‌های پارازیتوئید سن‌گندم (شکل ۲-۴) به تیره Tachinidae تعلق دارند. این مگس‌ها پارازیتوئید داخلی هستند و پوره و حشرات کامل سن‌گندم را پارازیته می‌کنند.

سن گندم در منطقه کرج مورد حمله چهار گونه از این مگس ها قرار می گیرد (*Phasis subcoleoprata* L.)، *Helomyia lateralis*، *Ectophasia crassipennis* F. و Meig. (*Heliozetahelluo* F.)، که همگی از در زیرتیره Phasiinae قرار می گیرند. میزان پارازیتسم سن های زمستان گذران در سال های ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹ در مناطق مختلف منطقه کرج ۱۱/۵۸ - ۵/۱۲ درصد گزارش شده است و دیده شد میزان پارازیتسم در بهار پس از ریزش سن گندم به مزارع افزایش یافته و در سال ۱۳۶۹ در مناطق سعیدآباد و فشند به ترتیب ۶۴/۷۲ و ۶۲/۵۹ درصد برآورد شده است. پرورش انبوه مگس های پارازیتوئید سن گندم با توجه به اینکه در شرایط آزمایشگاه به سختی روی بدن سن گندم تخم ریزی می کنند، امکان پذیر نیست. ولی برنامه ریزی برای حفاظت و حمایت از این مگس ها به دلیل نقش آن ها در کاهش جمعیت سن گندم ضروری است.



شکل ۲-۴- مگس پارازیتوئید سن گندم (*Heliozeta belluo* F.)

#### ۲-۶-۱-۳- قارچ‌های بیماری‌زا

از دیگر دشمنان طبیعی سن گندم می‌توان به قارچ‌های بیماری‌زا اشاره کرد. بیش از ۱۰۰ جدایه از قارچ بیماری‌زای *Beauveria bassiana* Vuill. از مناطق زمستان‌گذران سن گندم جمع‌آوری شده و در بخش تحقیقات سن گندم نگهداری می‌شود (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵- قارچ بیماری زای سن گندم (*Beauveria bassiana*)  
مقایسه کارایی جدایه‌ها و امکان استفاده از جدایه‌های  
امیدبخش در کنترل بیولوژیک سن گندم، در بخش تحقیقات  
سن گندم مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور در دست  
بررسی است.

۲-۶-۱-۴- پرورش انبوه و رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید  
کنترل بیولوژیک سن گندم با استفاده از پرورش انبوه  
زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم (شکل ۲-۶) در  
سال‌های ۴۳-۱۳۲۵ در ورامین و اصفهان صورت گرفته  
است. کنترل بیولوژیک سن گندم با استفاده از این عوامل  
به دلیل ناممکن بودن پرورش انبوه سن گندم برای تکثیر  
زنبورها، نداشتن اطلاع دقیق از بیواکولوژی زنبورهای  
پارازیتوئید و مهم‌تر از همه، به دلیل توسعه استفاده از  
حشره‌کش‌های شیمیایی (به دلیل سهولت کاربرد و اطلاع  
کم از آثار جانبی مصرف این سموم)، متوقف شد. از آن

## فصل دوم

زمان تاکنون پژوهشگران در خصوص زنبورهای پارازیتوئید سن گندم تحقیقات وسیعی کرده‌اند. بیواکولوژی این زنبورها و پرورش انبوه آن‌ها توسط صفوی (۱۳۵۲)، رجبی و امیرنظری (۱۳۶۷)، تقدسی (۱۳۷۷) و ایرانی‌پور (۱۳۷۵) بررسی شده و حق‌شناس (۱۳۸۳)، سیستم میزبان پارازیتوئید بین زنبور *Trissolcus grandis* و سن گندم را مطالعه کرده است.



شکل ۲-۶- زنبور پارازیتوئید تخم سن گندم

((Thomson) *Trissolcus grandis*)

در زمینه پرورش انبوه این زنبورها با استفاده از تخم‌های سن *Graphosoma lineatum* L. به‌عنوان میزبان واسط آزمایشگاهی، بررسی‌هایی توسط عسگری (۱۳۷۴)، مهرآور (۱۳۷۹) و حق‌شناس (۱۳۸۳) صورت گرفته است. با استفاده از مجموع اطلاعات به‌دست آمده در خصوص این زنبورها، می‌توان پرورش انبوه و رهاسازی

آن ها را به عنوان یکی از روش های مبارزه در برنامه مدیریت تلفیقی سن گندم به کار گرفت. پنج گونه *Trissolcus* *T. basalis*, *T. semistriatus*, *T. vassilievi*, *T. grandis* و *T. simoni* از مهم ترین پارازیتوئیدهای تخم سن گندم هستند و می توان از این عوامل برای کنترل بیولوژیک سن گندم استفاده کرد. به دلیل تفاوت های بین گونه ای و درون گونه ای زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم بهتر است از جمعیت های برتر با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه استفاده شود. برای پرورش این زنبورها می توان از تخم سن های *Graphosoma lineatum* استفاده کرد که برای پرورش این سن از دانه های خشک رازیانه و آب استفاده می شود. شرایط مناسب برای پرورش سن گر/فوزوما دمای ۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی گزارش شده است. در صورت استفاده از سن گندم، شرایط مناسب پرورش با استفاده از دانه های گندم و آب، دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی است. شرایط فیزیکی مناسب برای پرورش انبوه زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم، دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ درصد است. نسبت بهینه تخم میزبان به هر فرد ماده پاراتیزوئید در سیستم پرورش، روزانه دو دسته تخم (حدود ۲۸ عدد) به ازای هر فرد ماده

پارازیتویید و زمان بهینه حذف کلنی و ایجاد کلنی جدید، حدود ۱۰ روز پس از ظهور حشرات مادهٔ پارازیتویید گزارش شده است. برای کنترل بیولوژیک سن گندم، بهتر است مراحل مختلف رشدی از زنبورهای پارازیتویید تخم رها شود. در صورتی که کنترل بیولوژیک تلقیحی (Inoculative) مدنظر باشد، استراتژی مناسب عبارت است از یک بار رهاسازی چند گونه از زنبورها به نسبت ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ زنبور در هر هکتار. در کنترل بیولوژیک اشباعی (Inundative) بهتر است گونهٔ غالب رهاسازی شود و رهاسازی ۴ تا ۶ بار در بازه زمانی دورهٔ تخم‌ریزی سن گندم به فاصلهٔ ۴ روز در میان و هر بار به نسبت ۱۰۰۰۰ زنبور در هر هکتار باشد.

### ۲-۷- حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی سن گندم

نخستین گام برای حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی سن گندم، تلاش برای کاهش تلفات آن‌ها با حشره‌کش‌ها است. در این ارتباط، قطع سمپاشی‌های بی‌رویه، انتخاب حشره‌کش مناسب، کاهش دز مصرفی حشره‌کش‌ها و تغییر زمان سمپاشی راهکارهایی مهم هستند. لازم است سمپاشی علیه سن مادر متوقف و مبارزهٔ شیمیایی روی پوره‌ها متمرکز شود. حشره‌کش‌های دلتامترین و لامبداسای هالوترین بیشتر از حشره‌کش فنیتروتیون برای پوره‌های سن گندم سمی هستند و در عین حال روی دشمنان طبیعی سن، اثر



منفی کمتری دارند. حشره کش های پایرتروئید مانند دلتامترین برای زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم دورکننده اند و از این نظر بهتر از فنیتروتیون هستند. با افزودن ۵/۰ در هزار روغن مایونز یا سیتوویت به دو حشره کش دلتامترین و فنیتروتیون، می توان ضمن کنترل مطلوب حشرات کامل و پوره های سن گندم، دز مصرفی فنیتروتیون را از ۱۰۰۰ به ۸۰۰ میلی لیتر در هکتار و دز مصرفی دلتامترین را از ۳۰۰ به ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار کاهش داد. برای کنترل سن گندم با استفاده از دلتامترین می توان به جای ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار از دز ۱۸۰ میلی لیتر در هکتار استفاده کرد. برای بهینه سازی کنترل شیمیایی و تنوع بخشی به حشره کش های مورد استفاده برای کنترل سن گندم، حشره کش لاندا سای هالوترین برای کنترل سن مادر و پوره های سن گندم معرفی شده است.

قدم بعدی در حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی سن گندم، ایجاد تنوع در اکوسیستم های زراعی از طریق ایجاد باغ یا کاشت درختانی مثل بید و بادام در کنار نهادهای حاشیه مزارع است. زیرا زنبورهای پارازیتوئید زیر پوست درختان زمستان گذرانی می کنند. حشرات کامل مگس های پارازیتوئید سن گندم از شهد گل علف های هرز مانند از مک تغذیه می کنند و لازم است این موضوع در مدیریت

علف‌های هرز مورد توجه قرار گیرد. برای کاهش جمعیت سن‌گندم، موارد زیر نیز پیشنهاد می‌شود:

- ممنوع کردن شکار پرندگان از جمله کبک در پاییز و زمستان که از سن‌ها تغذیه می‌کنند.

- تکثیر و آزادسازی حشرات و پرندگانی که از سن‌گندم تغذیه می‌کنند (مبارزه بیولوژیکی).

- رعایت تناوب‌های زراعی و کشت حبوبات و جو در مناطق آلوده.

- جلوگیری از تخریب مراتع به منظور تامین غذای سن‌مادر.

- افزایش تنوع ژنتیکی از ارقام متحمل گندم در مناطقی که اکثر سال‌ها خسارت سن گزارش می‌شود.

## فصل سوم

### ۳- مدیریت تغذیه و آبیاری گندم

تغذیه گیاه و کوددهی بر جمعیت آفات و میزان خسارت محصولات مختلف تأثیر بسزایی دارد. در میان عناصر پرمصرف و کم مصرف، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، روی و گوگرد موجب افزایش مقاومت گیاه به آفات می شوند. اگر تعادل تغذیه ای به خصوص در مورد نیتروژن رعایت نشود، گیاه در برابر آفات حساس تر می شود. اگر گیاه کود دریافت نکند و تحت تنش قرار گیرد، برای حمله آفات و بیماری ها آسیب پذیرتر می شود. مصرف کود نیتروژن دار یا اوره به تنهایی و بی آنکه تعادل تغذیه ای رعایت شود، موجب افزایش جمعیت آفات در گیاه گندم می شود (اکویل و لیشر، ۲۰۱۱؛ وگان و همکاران، ۲۰۱۵). کاربرد متعادل کودهای نیتروژن دار، فسفردار و پتاسیم دار موجب کاهش جمعیت آفات می کند. تعادل تغذیه ای در کودهای نیتروژن دار و فسفردار بسیار مهم تر از کاربرد پتاسیم برای کنترل جمعیت آفت است (فهیم و همکاران، ۲۰۱۵). از

طرفی، آفت سن گندم موجب کاهش جذب نیتروژن و فسفر به ترتیب در مراحل پنجه زنی و ساقه دهی می شود.

علاوه بر عناصر تغذیه ای، عوامل دیگری مانند تنش خشکی بر میزان خسارت آفات تاثیرگذار است. بر طبق نتایج یک پژوهش، مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اضافی در زمین های آبی با آبیاری کافی موجب شده است جمعیت شته کمتر شود و کاربرد همین مقدار نیتروژن در زمانی که میزان آبیاری کاهش یافته است، موجب افزایش جمعیت شته در بیشترین میزان خود شده است. خشکی به همراه مصرف بالای نیتروژن موجب افزایش خسارت و جمعیت شته در مزارع گندم می شود (موسی و همکاران، ۲۰۱۹).

عنصر سیلیسیم مقاومت گیاه را نسبت به آفات و بیماری ها افزایش می دهد. سیلیسیم با ایجاد محافظ مکانیکی و فیزیکی در مقابل حشرات، مانع نفوذ حشرات به بافت گیاه می شود. سیلیسیم همچنین نقش مفیدی در فیزیولوژی گیاه، تنظیم آنزیم های دفاعی و هورمون های گیاهی دارد (الهوساری و گرگر، ۲۰۱۸). در پژوهشی این نتیجه به دست آمد که کاربرد محلول یک درصد سیلیکات سدیم موجب افزایش مقاومت گندم به شته و دیگر آفات می شود (سکر، ۲۰۱۷). به دلیل نقش عنصر سیلیسیم در استحکام دیواره سلولی در گیاهان، به ویژه غلات، تأثیر

مصرف آن بر کاهش خسارت آفات مکنده از جمله سن گندم محتمل است. کودهای حاوی سیلیسیم از جمله سالیسیک اسید و پتاسیم سیلیکات را می توان همراه آب آبیاری و محلول پاشی استفاده کرد. مصرف کود سیلیسیومی تا ۲۰ کیلوگرم همراه آب آبیاری یا ۵ کیلوگرم به صورت محلول پاشی در مرحله پنجه زنی و ساقه روی توصیه می شود.

### ۳-۱- مدیریت نیتروژن، فسفر و پتاسیم

برای تغذیه متعادل با نیتروژن باید به شرایط مزرعه و منطقه، میزان آب قابل دسترس، آزمون خاک و گیاه توجه کرد. منابع مطالعاتی نشان می دهند که مصرف زیاد و کم نیتروژن موجب آسیب پذیری گیاه گندم به آفات مکنده مانند سن گندم و شته می شود. مصرف بی رویه نیتروژن در مرحله رشد رویشی موجب ورس و آسیب پذیری به آفات و بیماری ها می شود. تقسیط نیتروژن یکی از راهکارهای کاهش هدررفت آن در محیط و کاهش تجمع آن در گیاه است. در جدول ۳-۱ توصیه عمومی مقدار مصرف کودهای اوره برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار در اقلیم های مختلف ارائه شده است. کودهای نیتروژن دار باید در تعادل با دیگر عناصر تغذیه ای مصرف شوند (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

## مدیریت گندم سن زده از مزرعه تا سفره

جدول ۳-۱- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی (کیلوگرم در هکتار) (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

| اقلیم       | عملکرد پتانسیل (تن در هکتار) |     |     |     |     |
|-------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|             | ۳                            | ۴   | ۵   | ۶   | ≥۷  |
| گرم و مرطوب | ۲۲۰                          | ۲۷۰ | ۳۲۰ | ۳۶۰ | ۴۰۰ |
| گرم و خشک   | ۲۴۰                          | ۲۹۰ | ۳۴۰ | ۳۸۰ | ۴۱۰ |
| معتدل       | ۲۲۰                          | ۲۷۰ | ۳۲۰ | ۳۶۰ | ۴۰۰ |
| سرد         | ۱۹۰                          | ۲۴۰ | ۲۹۰ | ۳۳۰ | ۳۷۰ |

جدول ۳-۲ توصیه مصرف کودهای فسفردار در اقلیم‌های مختلف و در زمین‌های با کمبود فسفر قابل استفاده را نشان می‌دهد. بررسی‌ها حاکی از کاهش خسارت آفات با مصرف فسفر است. با توجه به آهکی بودن خاک‌های زراعی ایران، فسفر در خاک تثبیت می‌شود. برای رفع کمبود فسفر، از روش کوددهی نواری و توصیه کودی، با توجه به آزمون خاک و گیاه، باید استفاده شود.

جدول ۳-۲- توصیه مصرف کود سوپرفسفات تریپل یا فسفات آمونیوم برای خاک‌هایی با فسفر قابل استفاده کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم (به روش اولسن) با توجه به عملکرد موردانتظار و نوع اقلیم در خاک‌های ایران (کیلوگرم در هکتار) (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

| اقلیم       | عملکرد پتانسیل (تن در هکتار) |     |     |     |     |
|-------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|             | ۳                            | ۴   | ۵   | ۶   | ≥۷  |
| گرم و مرطوب | ۲۰۰                          | ۲۳۰ | ۲۶۰ | ۲۹۰ | ۳۱۰ |
| گرم و خشک   | ۱۸۵                          | ۲۱۵ | ۲۴۵ | ۲۷۵ | ۲۹۵ |
| معتدل       | ۲۰۰                          | ۲۳۰ | ۲۶۰ | ۲۹۰ | ۳۱۰ |
| سرد         | ۲۲۰                          | ۲۵۰ | ۲۸۰ | ۳۱۰ | ۳۳۰ |

آمار نشان می‌دهد ۲۱ درصد زمین‌های کشاورزی کشور دارای پتاسیم زیر حد بحرانی هستند. در بیشتر مزارع گندم، ذخیره پتاسیم در دانه زیر حد بحرانی ۲۵۰ تا ۳۰۰ پی پی ام است. عواملی مانند رطوبت محیط ریشه، رقابت با عناصری مانند سدیم، کلسیم و منیزیم موجب کاهش پتاسیم در دانه می‌شوند. پتاسیم عنصر تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده به شمار می‌رود. پتاسیم میزان کربوهیدرات گیاه و خسارت آفت به گیاه را کاهش می‌دهد. مصرف و توصیه پتاسیم باید برحسب آزمون خاک و نوع بافت خاک باشد. جدول ۳-۳ توصیه مصرف کود پتاسیمی در اقلیم‌های مختلف و در اراضی با کمبود پتاسیم را ارائه می‌دهد.

جدول ۳-۳- توصیه مصرف سولفات پتاسیم برای خاک‌های حاوی صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار) (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

| اقلیم       | عملکرد پتانسیل (تن) |     |     |     |     |
|-------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|
|             | ۳                   | ۴   | ۵   | ۶   | ≥۷  |
| گرم و مرطوب | ۲۲۰                 | ۲۴۰ | ۲۶۰ | ۲۸۰ | ۳۰۰ |
| گرم و خشک   | ۲۱۰                 | ۲۳۰ | ۲۵۰ | ۲۷۰ | ۲۹۰ |
| معتدل       | ۲۲۰                 | ۲۴۰ | ۲۶۰ | ۲۸۰ | ۳۰۰ |
| سرد         | ۲۳۰                 | ۲۵۰ | ۲۷۰ | ۲۹۰ | ۳۱۰ |

نتایج آماری مزارع کشور نشان می‌دهد که ۴۹ درصد مزارع گندم کشور دارای غلظت روی کمتر از ۲۵ میلی‌گرم

در کیلوگرم دانه هستند و ۵۶ درصد زمین ها دارای روی کمتر از ۰/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم دانه هستند. از عوامل مهم کمبود عنصر روی، اسیدیته بالا و آهکی بودن خاک ها است.

به منظور رفع کمبود روی باید کود با توجه به آزمون خاک به صورت محلول پاشی با غلظت ۳ تا ۴ در هزار در مراحل پنجه زنی، اوایل ساقه دهی و حتی در مرحله گلدهی و یا مصرف خاکی در غلظت ۲۵ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردد. کودهای حاوی عناصر کم مصرف در صورت کاربرد در خاک باید قبل از کاشت و همراه با شخم زدن مصرف شوند (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

### ۳-۲- آبیاری گندم

روش آبیاری که به تقویت گلوتنین گندم کمک کند، شامل استفاده از آبیاری بهینه و مناسب، تنظیم مناسب فاصله بین آبیاری ها و استفاده از مواد آلی و نیتروژن است. استفاده از آبیاری بهینه و مناسب برای گندم به این معناست که آبیاری باید در زمان هایی صورت گیرد که نیاز آبی گیاه بیشترین مقدار را دارد. برای گندم، مهم ترین زمان آبیاری در دوره رشد و فزونی است. اجرای آبیاری بهینه بر اساس نیاز آبی گندم در هر فاز رشدی و استفاده از روش های مدیریت آبیاری مانند آبیاری قسمتی (موضعی) با استفاده از



روش‌های پیشرفته مانند آبیاری قطره‌ای، می‌تواند به تقویت گلوتنین گندم کمک کند. فاصله‌های مناسب بین آبیاری‌ها نیز برای تقویت گلوتنین گندم بسیار بااهمیت است. آبیاری زیاد می‌تواند به کاهش سطح گلوتنین در گندم منجر شود. بنابراین، باید فاصله‌های مناسب بین آبیاری‌ها را رعایت کرد. منابع نشان می‌دهند که آبیاری در فاصله‌های زمانی ۷ تا ۱۰ روزه در دوره رشد و فزونی گندم منجر به تولید گندم با سطح گلوتنین بالاتر می‌شود.

استفاده از مواد آلی و نیتروژن نیز می‌تواند به تقویت گلوتنین گندم کمک کند. کاربرد مواد آلی و نیتروژن از طریق دیگر، مانند مصرف کود آلی، می‌تواند به رشد و تغذیه مناسب گندم کمک کند و به تقویت گلوتنین در گندم منجر شود.

## فصل چهارم

### ۴- روش‌های جداسازی گندم سن‌زده از گندم سالم

درصد سن‌زدگی گندم را می‌توان با روش‌های مختلفی مانند مدیریت کاشت و برداشت، ابزارها و ماشین‌های جداسازی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته کاهش داد که در این فصل به آنها پرداخته شده است.

### ۴-۱- نقش برداشت زود هنگام گندم

با کشت انواع گندم زودرس یا برداشت گندم یک یا دو هفته زودتر از موقع معمول می‌توان درصد سن‌زدگی محصول را کاهش داد. گندم هر اندازه زودتر و سریع‌تر برداشت شود، آسیب بیشتری بر جمعیت سن‌گندم وارد خواهد شد. با این عمل، تعدادی از پوره‌های آفت برجای می‌مانند که در این حالت محکوم به نابودی هستند. سن‌های کامل نسل جدید با تغذیه‌های ناکافی به طرف محل‌های زمستانی حرکت می‌کنند که این خود آسیب جبران‌ناپذیری بر آفت وارد خواهد کرد. بدین معنی که سن‌ها از سرمای زمستان، آسیب بیشتری می‌بینند و تعداد زیادی از این سن‌ها به علت تغذیه ناکافی در سال آینده

قادر نخواهند بود که به طرف مزارع حرکت کنند و از این رو در همان ارتفاعات می مانند. سن هایی که خود را به مزارع می رسانند، از آنجایی که در سال قبل تغذیه ناکافی داشته اند، مدت مدیدی را صرف تغذیه و جبران تغذیه ناکافی سال قبل می کنند و از این رو تخم ریزی آن ها دیرتر و در زمان طولانی تری رخ می دهد.

#### ۴-۲- ابزار و ماشین های جداسازی گندم سن زده از گندم سالم

ابزارهای دستی: با استفاده از ابزارهای دستی می توان شاخه های گندم سنگین و نیمه خم شده را از سطح زمین جدا کرد (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- برداشت و جداسازی گندم به روش سنتی با استفاده از ابزار

## فصل چهارم

ماشین‌های برداشت: ماشین‌های برداشت گندم می‌توانند گندم سالم را از گندم‌های سنگین و سن‌زده جدا کنند. این ماشین‌ها با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و ابزارهای خاصی که به آن‌ها اضافه شده، به‌صورت خودکار این دو نوع گندم را جدا می‌کنند (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- برداشت و جداسازی گندم سالم و سن‌زده با استفاده از ماشین‌آلات

### ۴-۳- فناوری تصویربرداری

یکی از روش‌های نوین جداسازی گندم سن‌زده از گندم سالم، استفاده از تجهیزات الکترونیکی و تصویربرداری است. در این روش، از سیستم‌های الکترونیکی هوشمند برای تشخیص گندم سن‌زده و جداسازی آن استفاده می‌شود. با استفاده از فناوری تصویربرداری می‌توان گندم‌های سنگین و سن‌زده را از گندم سالم جدا کرد. دوربین‌های مخصوص و نرم‌افزارهای تصویربرداری، گندم

سنگین و سن زده را بر اساس وزن، رنگ یا ویژگی‌های دیگر تشخیص می‌دهند و جدا می‌کنند. سیستم‌های الکترونیکی هوشمند در تشخیص و جداسازی گندم سن زده و گندم سالم از طریق تکنیک‌های تصویربرداری و پردازش تصویر عمل می‌کنند. این سیستم‌ها معمولاً شامل یک دستگاه تصویربرداری، سنسورهای نوری، الگوریتم‌های پردازش تصویر و یک سامانه کنترل هوشمند هستند. ابتدا گندم‌ها تصویربرداری می‌شوند تا تصاویر آن‌ها به دست آید. در این مرحله، از دوربین‌های با کیفیت بالا استفاده می‌شود تا تصاویر دقیق از دانه‌ها گرفته شوند. پس از آن با استفاده از سنسورهای نوری و اندازه‌گیری پارامترهایی مانند شدت نور، رنگ و شکل دانه‌ها، تفاوت‌های بین گندم سن زده و گندم سالم تشخیص داده می‌شود. این اطلاعات به وسیله الگوریتم‌های پیچیده پردازش تصویر و یادگیری ماشینی تحلیل و تفسیر می‌شوند. در نهایت، سامانه کنترل هوشمند براساس نتایج به دست آمده گندم‌های سن زده را از گندم‌های سالم جداسازی می‌کند. برای مثال، با استفاده از جابه‌جایی مکانیکی یا هوا می‌توان گندم‌های سن زده را از گندم‌های سالم جدا کرد. این سیستم‌ها دقت و سرعت بالا و عملکرد قابل اعتمادی دارند و به کشاورزان کمک می‌کنند تا به طور مؤثرتری گندم را جدا کنند و از کاهش هدررفت و افزایش کیفیت محصول بهره‌برداری کنند. برای تشخیص و

جداسازی گندم سن زده و سالم در سیستم الکترونیکی هوشمند، از ویژگی‌های مختلف تصاویر گندم استفاده می‌شود. برخی از ویژگی‌های مهم عبارت‌اند از:

۱- رنگ: تحلیل رنگ تصاویر گندم می‌تواند برای تشخیص گندم سن زده و سالم مفید باشد. برای مثال، تغییرات رنگی در پوسته گندم در حین سن زدگی رخ می‌دهد که با تحلیل رنگ می‌توان بر اساس ریزترین تغییرات رنگی تشخیص داد که گندم سالم است یا سن زده.

۲- شکل و اندازه: تحلیل شکل و اندازه گندم می‌تواند ویژگی مهمی برای تشخیص گندم سالم و سن زده باشد. گندم سن زده ممکن است حجم کمتری داشته باشد و شکل یا نرمی آن تغییر کند.

۳- قطر و طول: تحلیل قطر و طول دانه‌های گندم می‌تواند به عنوان ویژگی ارزیابی شود. گندم سن زده معمولاً قطر و طول کمتر و ناهمواری‌های زیادتری دارد.

این ویژگی‌ها و بسیاری از ویژگی‌های دیگر می‌توانند توسط الگوریتم‌ها و شبکه‌های عصبی مصنوعی در فرآیند پردازش تصویر، استخراج و بررسی شوند تا بتوانند گندم سالم را از گندم سن زده جدا کنند.

## فصل پنجم

### ۵- مدیریت پس از برداشت گندم سن زده

گندم سن زده را پس از برداشت باید از گندم سالم جدا کرد. استفاده از دستگاه‌های جداکننده و مدیریت انبارداری گندم سن زده ملاحظات زیادی دارد که در این فصل به آن‌ها پرداخته شده است.

#### ۵-۱- تفکیک گندم سن زده

یکی از روش‌های جداسازی گندم سالم از گندم سن زده پس از برداشت آن، استفاده از دستگاه‌های جداکنندهٔ ثقلی است که براساس چگالی دانه‌ها آن‌ها را از یکدیگر جدا می‌کند. این دستگاه دارای میز مشبک با حرکت نوسانی است که در آن جریان هوا از کف به طرف بالا دمیده می‌شود. دو نیروی حاصل از حرکت نوسانی و جریان هوا به همراه نیروی ثقل، مسیر حرکت دانه‌های گندم سن زده و سالم را جدا و از روی میز خارج می‌کنند (شکل ۵-۱). چگالی گندم سالم بیشتر از چگالی گندم سن زده است. بنابراین، گندم‌های سن زده با جریان هوا خارج می‌شوند.



شکل ۵-۱- دستگاه جداکنندهٔ ثقیلی گندم

## ۵-۲- شرایط نگهداری گندم سن زده

شرایط نگهداری گندم سن زده در انبار باید منطبق با استانداردهای معتبر باشد تا از حفظ کیفیت و سلامت محصول اطمینان حاصل شود. برخی از شرایط کلی مورد نیاز برای نگهداری گندم سن زده در انبار، طبق استاندارد مؤسسه ملی گندم و جو آمریکا، عبارتند از:

۱- خشک کردن: گندم سن زده باید قبل از انبارداری با استفاده از خشک کن های تخصصی خشک شود. اگر خشک کن موجود نباشد می توان از تخته های خشک کننده استفاده کرد.

۲- تهویه: گندم سن زده در دورهٔ انبارداری نیاز به تهویه مناسب دارد. برای تهویهٔ انبار می توان از سیستم های تهویهٔ پنهان یا تهویه با استفاده از فن ها استفاده کرد.



۳- حفظ دما و رطوبت نسبی محیط نگهداری: دما و رطوبت مناسب برای انبارداری گندم سن زده بسیار مهم است. بهترین دما برای انبارداری گندم سن زده، دمای ۱۵-۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۴-۱۶ درصد است.

۴- بررسی منظم: برای جلوگیری از انتشار عفونت و تخمیر زودرس، باید گندم سن زده به طور منظم بررسی شود و هر نشانه‌ای از عفونت به سرعت شناسایی شود و اقدامات لازم صورت گیرد.

۵- استفاده از عوامل ضد عفونی: عوامل ضد عفونی (سوربیک اسید، سیتریک اسید) می‌تواند به کاهش خطر عفونت و تخمیر زودرس کمک کند.

## فصل ششم

### ۶- مدیریت آسیابانی و تولید محصولات حاصل از

#### گندم سن زده

گندم سن زده و آرد حاصل از آن به دلیل آلودگی با بزاق سن و آنزیم پروتئاز موجود در آن دارای شرایط ویژه‌ای است که بر پروتئین گندم و کیفیت محصولات حاصل از آن تأثیر دارد. در این فصل به مشخصات این آنزیم و روش‌های بهبود کیفیت محصولات حاصل از گندم سن زده پرداخته شده است.

#### ۶-۱- مشخصات پروتئیناز سن گندم

آنزیم موجود در بزاق سن گندم یک پروتئیناز بسیار اختصاصی است که سن هنگام تغذیه از دانه گندم این آنزیم را همراه با بزاق خود وارد دانه می‌کند. این آنزیم شبه تریپسین است که باعث هیدرولیز زیرواحدهای گلوتمین با وزن مولکولی بالا می‌شود. مطالعات روی آنزیم استخراج شده از گندم آسیب دیده نشان می‌دهد این آنزیم با آب قابل استخراج است و یک پروتئیناز قلیایی است که در pHهای قلیایی و به خصوص pH برابر ۹ فعالیت بهینه خود را نشان

می دهد. دمای بهینه برای فعالیت این آنزیم ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس است. این آنزیم در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه فعال است. این آنزیم توسط (EDTA) یا N اتیل مالیماید غیرفعال نمی شود، اما توسط یون های فلزات غیرفعال می شود (ایوری، ۱۹۹۳).

## ۶-۲- تأثیر آنزیم پروتئناز سن بر پروتئین های گندم

آنزیم های پروتئولیتیکی که همراه بزاق سن وارد دانه های گندم می شوند، در آرد و خمیر هم باقی می مانند و اثرهای نامطلوب خود را در حین مخلوط کردن و تخمیر بر جای می گذارند. آنزیم پروتئولیتیک بزاق سن می تواند پروتئین ها را تخریب، شبکه گلوتنی را هیدرولیز، و پپتیدهایی با وزن مولکولی پایین تولید کند. این آنزیم ها با تجزیه پیوندهای عرضی S-S در شبکه گلوتنی، موجب تخریب این شبکه می شوند. تأثیر آنزیم های پروتئولیتیک سن گندم بر پروتئین های گلوتن در تحقیقات متعددی بررسی شده است. پروتئین های گلیادین به آنزیم سن مقاوم تر هستند تا گلوتنین ها. آزمایش های الکتروفورز نشان داده است گلوتنین و گلیادین، هر دو، تحت تأثیر این آنزیم ها قرار می گیرند و با افزایش زمان گرمخانه گذاری، تأثیر در تخریب پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید شدیدتر است. گلوتنین های با وزن مولکولی بالا (HMW) با شدت بیشتری تحت تأثیر آنزیم قرار می گیرند در حالی که گلوتنین های با وزن مولکولی پایین (LMW) با شدت کمتری تحت تأثیر

هستند و حتی پس از زمان طولانی گرمخانه‌گذاری تجزیه نمی‌شوند. ارقام گندم نیز در میزان حساسیت و مقاومت بخش‌های مختلف گلوتن به این آنزیم مؤثر هستند. با افزایش درصد سن‌زدگی گندم، میزان گلوتن و شاخص گلوتن، کاهش بیشتری پیدا می‌کند، اگرچه درصد پروتئین تفاوت چندانی نشان نمی‌دهد. ارقام مختلف گندم مقاومت‌های متفاوتی نسبت به سن‌زدگی نشان می‌دهند. پروتئاز سن‌گندم باعث تجزیه گلوتهین پلی‌مری و تخریب شبکه گلوتهینی و تولید خمیر سست می‌شود.

**۶-۳- کیفیت محصولات به‌دست آمده از گندم سن‌زده**

خواص فرآوری منحصر به فرد آرد گندم شدیداً وابسته به ساختمان و میزان گلوتن آن است. از آنجا که گونه‌های مختلف سن گلوتن را مورد حمله قرار می‌دهند و تجزیه می‌کنند، می‌توان انتظار داشت که خمیر شل و بی‌قوام و فاقد خواص رئولوژیکی مطلوب و در نتیجه، نان با کیفیت پایین تولید شود. همچنین به‌دلیل کاهش میزان گلوتن و شاخص گلوتن در گندم‌های سن‌زده، خمیر و نان تولیدی حاصل کیفیت مطلوب را ندارند. اگر بیش از ۵ درصد دانه‌های گندم سن‌زده باشد، از آن خمیری شل و بی‌قوام به‌دست می‌آید. خمیر حاصل دارای زمان استراحت کوتاه و متعاقباً نان حاصل حجم کم و بافت ضعیفی دارد. گلوتهین انحلال‌ناپذیر که مهم‌ترین بخش پروتئین در گندم است و بر کیفیت نانوائی آن تأثیر مستقیم دارد، بیشتر از دیگر

بخش‌ها تحت تأثیر سن و پروتئاز آن قرار دارد. این فعالیت مخرب آنزیم‌ها در آردهای سن زده دلیلی برای تغییرات خواص فیزیکی خمیر و خواص پخت نان است. این تغییرات با ضعیف شدن شبکه گلوتهی آغاز می شود و خمیری ضعیف، چسبنده با قابلیت پایین برای جابه جایی و شکل پذیری تولید می کند (شکل ۶-۱). این خمیر به دلیل کاهش در قابلیت نگهداری، قوام پایین دارد و ضریب تحمل آن نیز پایین است و نان تهیه شده از آن حجم بسیار کم، مغز با کیفیت پایین، خواص حسی (بافت، رنگ، عطر و طعم) بسیار ضعیف و شکل غیر مشخص دارد.



شکل ۶-۱- شبکه گلوتهی سالم (بالا) و آسیب دیده (پایین)  
(شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

کیفیت پخت نان‌های مسطح در مقابل مقادیر سن‌زدگی، کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد و دستخوش تغییر نمی‌شود. اما وقتی سن‌زدگی به ۱۰ درصد یا بیشتر برسد تأثیر نامطلوب در کیفیت نان نشان می‌دهد و اگر آسیب سن‌زدگی به ۲۰ درصد برسد، تولید و پخت نان ناممکن است (شکل ۶-۲).

همان‌طور که اشاره شد، آنزیم‌های پروتئولیتیکی که همراه بزاق سن وارد دانه‌های گندم می‌شوند، از نظر کیفی خساراتی را به دانه گندم و در نهایت آرد، خمیر و نان حاصل وارد می‌کنند. برای استفاده مناسب و سودمند از خمیر حاصل از گندم سن‌زده می‌توان با روش‌هایی کیفیت آن را افزایش داد که در زیر به آن اشاره شده است (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۴۰۱).





شکل ۶-۲- نان های حاصل از گندم سن زده بدون افزودنی  
(شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

#### ۶-۴- بهبود کیفیت محصولات حاصل از گندم سن زده

- بخار دادن دانه های آسیب دیده گندم به مدت چند ثانیه برای غیرفعال کردن آنزیم ها، که در نزدیکی قسمت خارجی دانه قرار گرفته اند، مفید است.
- برای بهبود خواص پخت گندم سن زده می توان اسیدیته خمیر را افزایش داد، زیرا pH مطلوب آنزیم پروتئولیتیک موجود در بزاق سن حدود ۹-۸/۵ است. آنزیم های پروتئولیتیک نسبت به آنزیم های آمیلازی (نشاسته را با فرآیند هیدرولیز به قند ساده مالتوز تبدیل می کنند) در دمای پایین تر غیرفعال می شوند و حرارت دادن آرد راه علاجي در مقابل فعالیت بیش از حد آنزیم های پروتئولیتیک در آرد گندم سن زده است. اما

غیرفعال کردن آنزیم‌ها با حرارت، بدون اینکه در حین این عمل آسیبی به پروتئین‌های گلوتن برسد، کار مشکلی است.

- استفاده از مواد افزودنی برای تقویت شبکه گلوتنی مانند پتاسیم برومات و آسکوربیک اسید. این ترکیبات که به‌طور گسترده برای بهبود خواص نانوائی به کار می‌روند، باعث اکسیدشدن گروه‌های تیول به بازهای دی‌سولفیدی می‌شوند. پتاسیم برومات، به دلیل تأثیر کمتر بر آردهای حاصل از گندم سن‌زده، کاربرد کمتری دارد. افزودن صمغ‌ها به آردهای حاوی گلوتن کم یا ضعیف، این ضعف را جبران می‌کند. نان و رول‌هایی که از خمیر حاوی این مواد تهیه می‌شوند خواص مناسب‌تری دارند (شکل ۶-۳). آنزیم‌ها هم منبع خوبی برای بهبود و اصلاح خواص پروتئین‌های گندم هستند که بین زنجیره‌های پروتئین، پیوندهای جدید تولید می‌کنند. البته استفاده از آنزیم هنوز در حد تجاری مرسوم نیست.





شکل ۶-۳- بهبود کیفیت انواع نان حاصل از آرد سن زده با افزودنی های نانوائی (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

### صمغ گوار

گیاه گوار از خانواده "لگومینوزه" است که امروزه به آن Fabaceae می گویند و خاستگاه آن به شبه قاره هند برمی گردد. گیاه گوار مقاوم به خشکی شدید است و به خوبی

در مناطق نسبتاً کم‌آب رشد می‌کند و به آب و هوای گرم نیاز دارد. روش‌های مکانیکی خاصی برای جداسازی پوسته و جوانه از پروتئین آندوسپرم دانه توسعه یافته است. از گوار برای بهبود خواص شبکه گلوآنی استفاده می‌شود و هرچا گلوآن آسیب‌دیده باشد و پروتئین‌های آن حل شوند، صمغ گوار این اثر را جبران می‌کند (شکل ۶-۴) (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۶-۴- صمغ گوار و صمغ‌های بومی مورد استفاده در صنعت نانواپی

### مواد افزودنی

بهبوددهنده‌های خمیر اغلب برای بهبود خواص کشسانی و پخت به خمیر اضافه می‌شوند. اکسیدکننده‌ها مانند آسکوربیک اسید و آزودی‌کربن آمید، قدرت خمیر و

الاستیستیه آن را با اکسید کردن گروه های سولفیدریل به دی سولفیدی بهبود می بخشند. بهبوددهنده های شیمیایی خواص فیزیکی گلوتن را در خلال تخمیر اصلاح می کنند. این مواد علاوه بر اثر بهبوددهنده ای که دارند، به واسطه تأثیرات مفیدی که بر بافت نان می گذارند، ظاهر نان را نیز سفیدتر می کنند و تولید دی اکسید کربن را در خمیر بالا نمی برند. بهبوددهنده ها به واسطه تقویت حالت کشسانی در خمیر، قدرت نگهداری گاز را نیز در خمیر بالا می برند و در اثر آن حجم نان افزایش می یابد. با توجه به نحوه خسارت سن گندم، استفاده از اکسیدکننده ها برای بهبود خواص خمیر و نان توصیه می شود. با توجه به خواص گوار و آسکوربیک اسید، از این دو ماده می توان برای بهبود خواص نانوائی آرد گندم سن زده حتی با ۱۰ درصد سن زدگی نیز استفاده کرد. اگر در تهیه نان های مسطح و حجیم ایرانی از ۵/۰ درصد صمغ گوار (به نسبت وزن خشک آرد) و ۲۰۰ پی پی ام (قسمت در میلیون) آسکوربیک اسید استفاده شود، خمیر از حالت چسبندگی خارج و حالت کشسانی و الاستیک خود را باز خواهد یافت. بنابراین، در حمل و نقل و فرآیند خمیر اشکالی به وجود نمی آید و تولید نان از این خمیر ممکن خواهد بود. نان حاصل نیز دارای بافت، ظاهر، حجم (در نان های حجیم)، رنگ و عطر و بوی قابل رقابت با نان تهیه شده از آرد سالم است. در شکل ۶-۵، انواع نان حاصل از گندم سن زده نشان داده شده است. با درصدهای بالاتر صمغ

گوار در بعضی صفات خمیر می‌توان به نتیجه مطلوب‌تری رسید. اما در اغلب صفات، افزایش گوار از ۰/۵ درصد به بالا نتیجه معکوس دارد (شکل ۶-۶).



شکل ۶-۵- نان های لواش، بربری و حجیم  
با گندم سن زده و صمغ (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۶-۶- مقایسه حجم در نان بدون گوار (بالا) و، نمونه‌های با درصد مختلف گوار (پائین) (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

## ۶-۵- مدیریت مصرف آرد گندم‌های سن زده

بر اثر حملهٔ سن گندم، آرد تولیدی مرغوب نخواهد بود، خاصیت نانوائی ندارد و موجب ضایعات شدید فرآورده‌های

تولیدی از آن می‌شود. سن‌های بالغ با فرو بردن خرطوم خود و ترشح بزاق حاوی آنزیم پروتئاز، موجب تجزیه پروتئین گلوتن می‌شوند. این اثر هیچ‌گونه ضرر تغذیه‌ای و بهداشتی برای انسان ندارد و فقط خواص نانوائی به‌ویژه خاصیت کشسانی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. اختلاط آرد محموله‌های حاوی گندم سن‌زده با آرد گندم‌های سالم از دلایل اصلی ضایعات این دسته از فرآورده‌ها در ایران به شمار می‌رود.

از آرد گندم سن‌زده می‌توان در تهیه محصولات مختلف (بیسکوئیت، کلوچه، وافل) استفاده کرد. بیسکوئیت و کلوچه از مهم‌ترین فرآورده‌های غله‌ای هستند که به‌دلیل سهولت تهیه و نگهداری، رواج زیادی دارند. با افزایش جایگزینی آرد گندم سالم با آرد سن‌زده، رنگ بیسکوئیت و کلوچه تیره‌تر می‌شود. استفاده از آرد گندم سن‌زده و افزایش میزان آن در فرمولاسیون بیسکوئیت و کلوچه به‌ترتیب منجر به افزایش و کاهش حجم این محصولات می‌شود (شکل ۶-۷). نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد آرد گندم سن‌زده از ویژگی‌های حسی مطلوب‌تر و امتیاز پذیرش کلی بیشتری برخوردار هستند. به‌طور کلی، جایگزینی ۱۰ درصد آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون بیسکوئیت و کلوچه قابل توصیه است. وافل محصول دیگری است که می‌توان از آرد گندم سن‌زده تهیه کرد. وافل نان ترد و شیرینی است که از ترکیب تخم‌مرغ، شکر و

چربی تهیه می شود. آرد با میزان پروتئین بالا به دلیل جذب آب بیشتر و در نتیجه، الاستیسیته نامناسب، سبب تولید وافل با کیفیت پایین می شود. از آرد گندم سن زده (۵/۰ درصد) حاوی ۰/۰۳ درصد آنزیم پروتئاز میکروبی می توان وافل با کیفیت مناسب تولید کرد (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۴۰۱).



شکل ۶-۷- بیسکویت (تصویر بالا) و کلوچه (تصویر پایین)  
تهیه شده از آرد گندم سن زده (شیخ الاسلامی و همکاران،  
۱۴۰۱).

## جمع بندی

سن گندم یکی از آفات مهم و خسارت‌زا در غلات و به‌ویژه گندم است که باعث کاهش عملکرد و خسارت کیفی گندم می‌شود. مهم‌ترین گونه سن گندم در ایران از نظر خسارت اقتصادی و پراکنش، *E. integriceps* Put. است. بیشترین سطح سمپاشی در کشور نیز مربوط به این آفت است. دانه‌های گندم سن‌زده، لاغر و چروکیده هستند و خمیر حاصل از آرد گندم‌های سن‌زده به دلیل تجزیه گلوتن گندم توسط آنزیم‌های بزاق سن، سست و فاقد خواص رئولوژیکی مطلوب است و نان به‌دست آمده کیفیتی پایین دارد. با جلوگیری از کشت گندم در مراتع و اراضی شیب‌دار، کشت ارقام گندم مقاوم به سن، رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی، کنترل به‌موقع شیمیایی و رعایت اصول کنترل سن گندم بر مبنای پیش‌آگاهی، نمونه‌برداری، پایش و نُرْم‌گیری از جمعیت آن، حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی سن گندم، آبیاری بهینه و مناسب و تنظیم مناسب فاصله بین آبیاری‌ها، مدیریت مناسب تغذیه گندم و برداشت به‌موقع و سریع گندم می‌توان میزان خسارت



سن گندم را کاهش داد. علاوه بر این، با اصلاح روش های آرد سازی و تنظیم اندازه ذرات و نیز با استفاده از مواد بهبود دهنده و افزودنی های مناسب می توان در فرمولاسیون نان حاوی آرد گندم سن زده اصلاح و بهبود کیفیت را انتظار داشت. علاوه بر این، می توان با رعایت نکات ذکر شده در این دستنامه در تهیه برخی فرآورده های آردی مانند بیسکویت، کلوچه، وافل و موارد مشابه از درصدی از آرد گندم سن زده به صورت اختلاط استفاده کرد.

## منابع

- ایرانی پور، ش. ۱۳۷۵. بررسی تغییرات فصلی جمعیت زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم (*Eurygaster integriceps* put.) در کرج، کمال آباد و فشنند. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- بی‌نام. ۱۳۹۱. غلات و فرآورده‌های آن - گندم - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. سازمان ملی استاندارد، نشریه شماره ۱۰۴.
- بی‌نام. ۱۴۰۲. دستورالعمل کیفی خرید گندم داخلی ۱۴۰۲. شرکت مادر تخصصی بازرگانی دولتی ایران، مرکز پژوهش‌های غلات.
- تقدسی، م.، رجبی، غ.ر. ۱۳۷۷. زنبورهای تخم‌خوار سن گندم در زنجان. صفحه‌ی ۱۰ خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، جلد ۱. آموزشکده کشاورزی کرج.
- حق‌شناس، ع. ۱۳۸۳. حفظ و حمایت از زنبورهای پارازیتوئید سن گندم (*Eurygaster integriceps* put.) در استان چهارمحال و بختیاری. صفحه‌ی ۵ خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، جلد ۱ - آفات. دانشگاه تبریز.

رجبی، غ.، و امیرنظری، م. ۱۳۶۷. بررسی زنبورهای پارازیت تخم سن گندم در بخش مرکزی فلات ایران. آفات و بیماری های گیاهی، جلد ۵۶، صفحه ۱۲-۱.

روستایی، م. ۱۳۹۱. نتایج تحقیقات به نژادی گندم دیم. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

روستایی، م. ۱۳۹۲. نتایج تحقیقات به نژادی گندم دیم. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

شیخ الاسلامی، ز. ۱۴۰۱. تاثیر جایگزینی بخشی از آرد گندم سالم با سن زده بر بافت و ویژگی های حسی بیسکوئیت و کلوچه. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۲۴-۴۳-۱۴-۵۲-۰۵۶۰-۹۹۰۸۶۰. ۹۷ صفحه.

شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۶. مقایسه صمغ های بومی (کتیرا، بالنگو و شاهی) با گوار بر بهبود ویژگی های رئولوژیک و کیفی نان تهیه شده از آرد گندم سن زده. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۴۳-۱۴-۹۴۱۲۹-۲. ۶۶ صفحه.

صفوی، م. ۱۳۵۲. بررسی بیواکولوژی زنبورهای پارازیتوئید تخم سن در ایران. نشریه ی انستیتوی بررسی آفات و بیماری های گیاهی، تهران.

عسگری، ش. ۱۳۷۴. بررسی امکان تکثیر انبوه زنبورهای پارازیتوئید تخم سن (*Trissolcus* (Him., Scelionidae) spp. روی میزبان آزمایشگاهی *Graphosoma lineatum* (Het., Pentatomidae). پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

مشیری، ف.، خادمی، ز.، سعادت، س.، رشیدی، ن.، سدری، م.ح.، غیبی، م.ن.، سماوات، س.، اسدی رحمانی، ه.، طهرانی، م.م.، فیضی اصل، و.، خوگر، ز.، کشاورز، پ. و شهابی، ع.ا. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم. دستورالعمل فنی ترویجی، تهران: مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

مهرآور، م.، رجبی، غ.، شجاعی، م. ۱۳۷۹. معرفی گونه‌های پازاریتوئید تخم سن‌گندم در منطقه‌ی اصفهان. صفحه‌ی ۲۲۰ خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، جلد ۱-آفات. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

نجفی میرک، ت.، نجفیان، گ.، شرفی، گ.، خرسندی، ه.، معین نمینی، س.، مرتضی قلی، م.، شفیع‌پور، م.ت.، مصلحی، ع.ا. و بابایی گلی، ا. ۱۳۹۱. بررسی اثر درصدهای مختلف سن‌زدگی دانه بر کیفیت نانویی گندم. کرج: مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، گزارش نهایی، شماره ثبت ۹۱/۴۲۲۳۲.

نقی‌پور، ف.، نجفیان، گ.، نجفی‌میرک، ت.، اسماعیل‌زاده مقدم، م.، سنجانی، س.، جاسمی، س.ش.، خرسندی، ه.، مرتضی قلی، م.، بابایی گلی، ا.، شاعری افشار، س. و رشید، م. ۱۳۹۸. بررسی کیفیت گندم‌های تولیدی زارعین مناطق مختلف کشور از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲. پروژه تحقیقاتی در دست اجراء، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

Alhousari, F. and M. Greger. 2018. Silicon and mechanisms of plant resistance to insect pests. *Plants*, 7 (2):33.

Aqueel, M.A. and S.R. Leather. 2011. Effect of nitrogen fertilizer on the growth and survival of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) on different wheat cultivars. *Crop Protection*, 30 (2): 216-221.

Every, D. 1993. Purification and characterization of a glutenin hydrolyzing proteinase from wheat damaged by the New Zealand wheat bug, *Nysius huttoni*. *Journal of Cereal Science*, 18:239-250.

Faheem, M., A. Sajjad and R.M. Shafique. 2015. Balanced use of fertilizers can reduce aphid infestation and improve yield in wheat crop. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 3 (1): 50-55.

Mousa, K., A.A. Gawad, D.M. Shower and M.M. Kamara. 2019. Drought stress and nitrogen fertilization affect cereal aphid populations in wheat fields. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 10 (12): 613-619.

Sakr, N. 2017. The role of silicon (Si) in increasing plant resistance against insect pests. Review article. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 52 (2): 185-203.

Wagan, T., R. Brohi, C. Hamada, S.K. Tunio and Z.A. Wagan. 2015. Effect of different nitrogen fertilizer levels on aphid population and its natural enemies in winter grown wheat. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, 4 (4): 061-065.