DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jsb.2013.2939

تهیه گرده‌افشان دیپلوئید مقاوم به بیماری سفیدک سطحی چغندرقند

Development of diploid pollinter for resistance to powdery mildew disease in sugar beet

جهانشاه بساطی[1]*، مهیار شیخ الاسلامی[2]، علی جلیلیان[2]، عادل نعمتی[1] و علی حبیب خدائی[3]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۳۰

ج.ش. بساطی، م. شیخ‌الاسلامی، ع. جلیلیان، ع. نعمتی و ع. حبیب خدائی. ۱۳۹۲. تهیه گرده‌افشان دیپلوئید مقاوم به بیماری سفیدک سطحی چغندرقند. **مجله چغندرقند ۲۹(۱): ۱۳- ۱**

چکیده

به منظورتهیه والد گرده‌افشان مقاوم به سفیدک سطحی از جمعیت نسبتاً مقاوم ۱٤٤٤۲ استفاده گردید. از این جمعیت در سال اول تعداد ۵۰ بوته مقاوم در مزرعه براساس شاخص مقاومت، گزینش شده و سپس بذر هاف سیب (برادر خواهر ناتنی) تهیه گردید. از بین ۵۰ بوته مقاوم تنها ۳۹ بوته بذر کافی تولید کردند. بذور برداشت شده از این ۳۹ بوته هاف‌سیب در شش تکرار یک خطی کشت شده و مجدداً برای بیماری ارزیابی شدند. از بین ۳۹ هاف‌سیب مورد ارزیابی، تعداد سه هاف‌سیب (H.S13، H.S24 و H.S35) که آلودگی کمتری (شاخص آلودگی کمتر از عدد ۲/۵ را نشان دادند) نسبت به بقیه داشتند انتخاب شدند. از هر فامیل گزینش شده فوق تعداد ۵۰ بوته انتخاب و در چادرهای ایزوله کشت شد تا بذر هاف‌سیب جدید تولید شود. این بذور که جمعاً تعداد ۸۸ فامیل جدید بوجود آوردند، هاف‌سیب جدید نامیده شدند. بذر ۸۸ هاف‌سیب جدید در شش تکرار یک خطی کشت و مجدداً برای بیماری ارزیابی شدند. از بین هاف‌سیب‌های جدید، هاف‌سیب شماره ۵ ، ۱۷ و۲۲ از نظر مقاومت به بیماری برتر از سایرین بودند. از هر هاف‌سیب جدید تعداد ۳۵ ریشه و جمعاً تعداد ۱۰۵ ریشه برای تولید s1 انتخاب شدند. هریک از ۱۰۵ ریشه انتخابی به چهار قسمت تقسیم (کلون) و در زیر یک قفس ایزوله کشت شدند تا بذر S1 به‌دست آید. با توجه به مشکلات تهیه بذر S1 در زیر قفس ایزوله از بین ۱۰۵ ریشه گزینش شده تنها تعداد ۱۳ ریشه قادر به تولید بذر کافی با قوه نامیه مناسب گردیدند. بنابراین تعداد ۱۳ بذر خودگشن یا S1 با مقاومت بسیار خوب نسبت به بیماری سفیدک سطحی به‌دست آمد. بذور خودگشن شده یا S1 (ژرم‌پلاسم جدید) مجدداً برای مقاومت به بیماری سفیدک سطحی آزمون شدند. نتایج نشان داد که در هر نسل گزینش مقاومت نسبت به بیماری افزایش یافت و پاسخ به گزینش مثبت بود، به طوری که کمترین میزان آلودگی (۱۲/۹ درصد) در بوته‌های s1 مشاهده شد. جمعیت s1ها نسبت به جمعیت اولیه ۱٤٤٤۲ به میزان ۷۲/٦ درصد پیشرفت سلکسیون نشان داد. با توجه به مقاومت خوب بوته‌های s1 می‌توان از آن‌ها به عنوان گرده‌افشان برای تولید رقم مقاوم به بیماری سفیدک سطحی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: بیماری سفیدک سطحی، چغندرقند، گرده افشان مقاوم

۱- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه- کرمانشاه * - نویسنده مسئول basatij@yahoo.com
۲- استایار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه - کرمانشاه
۳- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات چغندر قند- کرج

مقدمه

اکثر ارقام چغندرقند مورد استفاده در ایران به بیماری سفیدک سطحی حساس بوده و خسارت می‌بینند (Basati 2008, Basati et al. 2003). با توجه به این که اوج آلودگی سفیدک سطحی در زمانی ظهور پیدا می‌کند که چغندرقند تقریباً به انتهای دوره رشد نزدیک شده است (نیمه دوم مردادماه)، لذا بیشتر زارعین اعتقاد بر آن دارند که خسارت این بیماری در این دوره زیاد نبوده و ضرورتی برای کنترل آن نمی‌باشد. از طرفی نتایج تحقیقات نشان داده است که کاهش عملکرد ریشه تا حدود ۲۵ تن و کاهش درصد قند حدود یک درصد ناشی از آلودگی به این بیماری بوده و بسیار قابل توجه و حائز اهمیت است (Basati et al. 2003). با توجه به این که بیماری سفیدک سطحی در تمام نقاط چغندرکاری ایران وجود دارد (Ahmadinejad 1973)، بنابراین تولید ارقام مقاوم به این بیماری امری ضروری است. عامل بیماری سفیدک سطحی قارچ *Erysiphe betae* می‌باشد (Weltezien 1963). خسارت ناشی از این بیماری در مناطق مختلف متفاوت است و کاهش عملکرد ریشه به زمان و شدت آلودگی بستگی دارد. هر چه شدت آلودگی در اوایل دوره رشد بیشتر باشد، کاهش عملکرد ریشه و شکر بیشتر خواهد بود (Ahren and Weltzien 1979,Behdad 1979). آزمایشات انجام شده در کرمانشاه نشان دادکه این بیماری باعث کاهش پنج تا ۲۵ درصدی عملکرد ریشه در ارقام مختلف است (Basati 1998). در انگلستان کاهش عملکردریشه (برای متوسط تولید ۴۵ تن در هکتار) تا سه تن گزارش گردیده است (Asher and Williams 1992). در آمریکا این بیماری در دهه هشتاد به میزان قابل توجهی باعث کاهش عملکرد شکر گردید (Hills et al. 1980). آلودگی در اوایل فصل رشد گیاه، محصول را با شدت بیشتری کاهش می‌دهد و این کاهش تا حدود ۲۰ درصد و یا بیشتر نیز می‌رسد (Asher 1990). یکبار سمپاشی بر علیه بیماری باعث حدود هشت در صد افزایش عملکردریشه گردید (Dewar and Asher 1998). کنترل این بیماری باعث ۳۸ درصد افزایش عملکرد ریشه گردید (Skoyen et al. 1975). با توجه به این که خسارت این بیماری قابل توجه است، لذا استفاده از منابع مقاومت برای تولید رقم مقاوم به بیماری امری ضروری است. مقایسه منابع ژنتیکی چغندرقند و چغندروحشی (*B.maritima*) نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل توجهی در ارتباط با این بیماری در گونه‌های وحشی وجود دارد (Whiteny 1989). بین ژرم‌پلاسم‌های چغندرقند (گونه‌های وحشی و زراعی) بیشترین مقاومت به این بیماری در گونه‌های وحشی گروه Corolinae و گونه *B. Coroliflora* یافت شده است (Whiteny 1989).

مقاومت متوسط برای بیماری شناخته شده و در ارقام تجارتی وارد گردیده است. مقاومت بالا نیز اخیراً در گونه‌های *B. maritima* به دست آمده و با روش

اصلاحی تلاقی برگشتی وارد لاین‌های اصلاحی گردیده است. از این لاین‌های مقاوم برای تعیین توارث ژنتیک مقاومت به بیماری استفاده می‌شود (Lewellen and Schrandt 2001).

تجزیه ژنتیکی نسل‌های در حال تفکیک در آزمایشاتی که در کرمانشاه انجام شد، نشان داد که یک ژن اصلی و چند ژن فرعی در کنترل بیماری نقش دارد (Basati and Mesbah 2002). آزمایشاتی نیز در ایالات متحده انجام شد و نتایج تجزیه ژنتیکی نسل‌های در حال تفکیک نشان داد که بیماری سفیدک سطحی توسط یک ژن اصلی وچند ژن فرعی کنترل می‌گردد. ژن‌های مقاوم از گونه وحشی *B.maritina* گرفته شده و به لاین‌های اصلاحی در امریکا منتقل گردیده است (Lewellen and schrondt 2001). تحقیقات انجام شده نشان داد که مقاومت توسط یک ژن اصلی و تعدادی ژن فرعی کنترل می‌گردد، لذا با توجه به ژنتیک مقاومت به بیماری در چغندرقند، گزینش برای تهیه رقم مقاوم می‌تواند مؤثر باشد. هدف این طرح تهیه والد گرده‌افشان مقاوم به سفیدک سطحی بود تا از آن در تهیه رقم مقاوم به بیماری استفاده شود.

مواد وروش‌ها

در سال اول (سال ۱۳۸۲) بذر توده ۱۴۴۴۲ که در ارزیابی‌های اولیه به عنوان توده نسبتا مقاوم به سفیدک سطحی تشخیص داده شده بود (Shikholeslami and Basati 1998) در قطعه‌ای شامل ۴۰ خط ۱۰ متری کشت گردید. در کنار قطعه کشت شده از توده ۱۴۴۴۲، رقم حساس ۷۲۳۳ نیز کشت گردید میزان آلودگی اندازه‌گیری شده آن در جداول ۱ تا ۳ آمده است. برای تعیین میزان آلودگی در توده ۱۴۴۴۲ و رقم حساس از روش (Paulus et al. 2001) استفاده شد. با آغاز ظهور علایم آلودگی بررسی بر روی بوته‌های کشت شده انجام شد و بوته‌های فاقد علائم بیماری با اتیکت رنگی مشخص شدند.

برای تعیین درصد آلودگی وگزینش بوته‌های سالم از روش (Paulus et al. 2001) استفاده گردید. در این روش به برگ‌های مورد بررسی نمره آلودگی از صفر تا پنج داده می‌شود. نمره صفر برای صفر درصد، یک برای ۱۰ درصد، ۲ برای ۳۵ درصد، ۳ برای ۶۵ درصد، ۴ برای ۹۰ درصد و نمره ۵ برای ۱۰۰ درصد آلودگی سطح برگ در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق برای هر تیمار تعداد ۲۰۰ برگ(۲۰ بوته واز هر بوته ۱۰ برگ) به طور تصادفی انتخاب و نمره آلودگی آن‌ها تعیین شدند. با استفاده از نمره آلودگی عدد K به عنوان شاخص آلودگی محاسبه شد.

$$K = \frac{\Sigma(\text{نمره داده شده} * \text{تعداد برگ‌ها در آن نمره})}{(\text{تعداد کل برگهای مورد ارزیابی})}$$

در یک ژنوتیپ با محاسبه K در تکرارهای مختلف مقدار R به عنوان میانگین تکرارها از رابطه زیر محاسبه شد.

$$R= K1+ K2+K3\ldots+Kn/n$$

پس از محاسبه K وR با استفاده از فرمول زیر درصد آلودگی تعیین گردید. در این رابطه عدد ۱۸ یک ضریب ثابت است.

$$\text{Percent MLAD} = 100[\sin (R*18)]^2$$

MLAD = Mature Leaf Area Disease %

در پایان فصل براساس ارزیابی‌های انجام شده تعداد ۵۰ بوته که مقاوم‌تر (شاخص آلودگی کمتر از ۳ داشتند) از بقیه بودند انتخاب شدند. در این آزمایش از توده ۱۴۴۴۲ به عنوان شاهد مقاوم و از رقم ۷۲۳۳ به عنوان شاهد حساس استفاده شد. ریشه‌های انتخابی در مزرعه باقی مانده و در سال دوم به یک قطعه ایزوله در ایستگاه اسلام‌آباد غرب انتقال و کشت شدند. بوته‌ها با یکدیگر به طور آزاد تلاقی یافته و بذر هر بوته که هاف‌سیب نسل اول (HSF.F1) محسوب می‌شود، جداگانه برداشت شد. از بین این ۵۰ بوته فقط تعداد ۳۹ بوته بذر کافی داشتند. در بهار سال سوم (سال ۸۴) ۳۹ فامیل برادر خواهر ناتنی به دست آمده به همراه دو شاهد حساس و مقاوم برای مقاومت به بیماری سفیدک سطحی در مزرعه ارزیابی شدند. ارزیابی آن‌ها در قالب آزمایش مشاهده‌ای در کرت‌های یک خطی با حداقل ۲۵ بوته و در شش تکرار انجام شد. براساس نتایج به‌دست آمده از یادداشت‌برداری، سه تا از بهترین فامیل‌ها انتخاب و از هر فامیل تعداد ۵۰ ریشه گزینش شد. در بهار سال چهارم (سال۸۵) ۵۰ ریشه از هر فامیل انتخابی در یک قطعه ایزوله در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت کشت شده تا با یکدیگر به‌طور آزاد تلاقی یابند و نسل هاف‌سیب جدید را بوجود آورند. بنابراین از بین تعداد ۱۵۰ ریشه در سه فامیل تنها تعداد ۸۸ هاف‌سیب جدید بذر کافی تولید کردند. در بهار سال پنجم (۸۶) این ۸۸ هاف‌سیب مجدداً برای بیماری سفیدک سطحی ارزیابی و سه تا از بهترین فامیل‌ها انتخاب شدند. از هر فامیل تعداد ۳۵ ریشه برای تولید بذر S1 گزینش شد. در سال ششم (سال ۸۷) تعداد ۱۰۵ ریشه در داخل قفس‌های ایزوله (کیج) برای تولید بذر S1 قرار داده شد. هر کدام از ریشه‌ها به چهار قسمت تقسیم (کلون) و با قارچ‌کش ضدعفونی شدند. بذر به‌دست آمده از این ریشه‌ها بذر S1 نامیده شد. از بین تعداد ۱۰۵ ریشه تعداد ۲۷ بوته در زیر کیج قادر به تولید بذر کافی گردید. در سال ۱۳۹۰ بذور این ۲۷ ژنوتیپ جهت ارزیابی برای بیماری سفیدک سطحی مجدداً و با دو تکرار در مزرعه کشت شد. البته از این تعداد بذر فقط تعداد ۱۳ بذر دارای قوه نامیه کافی بود و قادر به سبز شدن گردید و ارزیابی نیز بر روی این ۱۳ بذر انجام شد.

نتایج

۱) نتایج سال ۱۳۸۲

از بذر توده ۱۴۴۴۲ تعداد ۴۰ خط ۱۰ متری کشت گردید. تعداد بوته‌های مورد ارزیابی حدود ۲۵۰۰ بوته بود. با بررسی خطوط کاشت تعداد ۵۰ بوته که

آلـودگی کمتـری بـرروی آن‌هـا مشـاهده شـد (دارای شاخص آلودگی کمتر از ۳) و وضعیت بهتری نسبت بـه سـایر بوتـه‌هـا داشـتند بـا اتیکـت رنگـی و بـا نـخ علامت‌گذاری شدند. در دهه سوم مردادمـاه کـه شـدت آلودگی به حـداکثر رسـید از بوتـه‌هـای انتخـاب شـده براســـــاس روش (Paulus et al. 2001) یادداشت‌برداری شد و شاخص آلودگی بـرای هـر بوتـه تعیین گردید. میانگین شاخص آلودگی ۵۰ بوته انتخاب شده برابر ۳۹/۴۸ درصد بود. همچنین شاخص آلـودگی توده مقـاوم ۱۴۴۴۲ برابـر ۴۷/۱۲ و شـاخص آلـودگی شـاهد حسـاس برابـر ۸۵/۱۷ درصـد بـود (جـدول۱). بوته‌های انتخابی در زمین باقی ماندند و در بهمن مـاه سال ۱۳۸۲، کشت شدند.

جدول ۱ شاخص و درصد آلودگی ۵۰ بوته انتخابی اولیه در سال ۱۳۸۲

بوته‌های گزینش شده	شاخص آلودگی(۵-۱)	درصد آلودگی	بوته‌های گزینش شده	شاخص آلودگی(۵-۱)	درصد آلودگی
۱	۲/۱۷	۳۹/۷۰	۲۶	۲/۰۰	۳۴/۵۴
۲	۲/۳۰	۴۳/۷۳	۲۷	۱/۵	۲۰/۶
۳	۲/۱۰	۳۷/۵۶	۲۸	۱/۹۰	۳۱/۵
۴	۲/۴۵	۴۸/۴۲	۲۹	۱/۸۹	۳۱/۳
۵	۲/۴۵	۴۸/۴۲	۳۰	۱/۶۸	۲۵/۳۶
۶	۲/۵۹	۵۲/۸۲	۳۱	۱/۸۰	۲۸/۷
۷	۲/۳۸	۴۶/۲۳	۳۲	۱/۸۴	۲۹/۸
۸	۲/۱۲	۳۸/۱۷	۳۳	۲/۳۳	۴۴/۶۶
۹	۲/۱۵	۳۹/۰۹	۳۴	۲/۱۰	۳۷/۵۶
۱۰	۲/۱۳	۳۸/۴۸	۳۵	۲/۱۲	۳۸/۱۷
۱۱	۲/۲۰	۴۰/۶۳	۳۶	۲/۱۱	۳۷/۸۷
۱۲	۲/۰۰	۳۴/۵۴	۳۷	۲/۱۶	۳۹/۳۹
۱۳	۲/۰۰	۳۴/۵۴	۳۸	۲/۲۰	۴۰/۶۳
۱۴	۲/۲۰	۴۰/۶۳	۳۹	۲/۳۵	۴۵/۲۹
۱۵	۲/۲۵	۴۲/۱۷	۴۰	۱/۵۳	۲۱/۳
۱۶	۲/۶۵	۵۴/۷۰	۴۱	۱/۸۷	۳۰/۷
۱۷	۲/۵۹	۵۲/۸۲	۴۲	۱/۹۰	۳۱/۵
۱۸	۱/۸۵	۳۰/۱۴	۴۳	۱/۸۹	۳۱/۳
۱۹	۲/۷۰	۵۶/۲۶	۴۴	۲/۰۰	۳۴/۵
۲۰	۲/۴۵	۴۸/۴۲	۴۵	۲/۱۰	۳۷/۵
۲۱	۲/۷۵	۵۷/۸۲	۴۶	۲/۲۰	۴۰/۶
۲۲	۲/۶۳	۵۴/۰۷	۴۷	۱/۵۶	۲۲/۱۵
۲۳	۲/۳۵	۴۵/۲۹	۴۸	۲/۲	۴۰/۶
۲۴	۲/۰۱	۳۴/۸۴	۴۹	۲/۲۲	۴۱/۲۴
۲۵	۲/۳۰	۴۳/۷۳	۵۰	۲/۶۳	۵۴/۰۷
توده ۱۴۴۴۲ شاهد مقاوم	۲/۴	۴۷/۱۲	رقم ۷۲۳۳ شاهد حساس	۳/۷۴	۸۵/۱۸

۲) نتایج سال ۱۳۸۳

بوته‌های گزینش شده از سال قبل در ایستگاه اسلام‌آباد غرب به صورت آزاد با یکدیگر گـرده‌افشـانی کرده و بذر هاف‌سـیب برداشـت شـد. از بـین ۵۰ بوتـه کاشته شده تعداد ۳۹ بوته بذر کافی تولید کـرده و بـذر آن‌هـا در سـال ۱۳۸۴ مجـدداً بـرای بیمـاری سـفیدک سطحی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳) نتایج سال ۱۳۸٤

تعداد ۳۹ فامیل هاف‌سیب به‌همراه دو شاهد مقاوم ۱۴۴۴۲ و شاهد حساس ۷۲۳۳ در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با شش تکرار، برای مقاومت به بیماری سفیدک سطحی ارزیابی گردیدند. هر کرت شامل یک خط با حد اقل ۲۵ بوته بود. میانگین شاخص آلودگی ۳۹ بوته انتخاب شده (هاف‌سیب‌های دور اول) برابر ۳۱/۶۹ درصد بود. همچنین شاخص آلودگی توده ۱۴۴۴۲ برابر ۴۷/۱۸ و شاخص آلودگی شاهد حساس برابر ۷۹/۹۸ درصد بود. براساس نتایج به‌دست آمده از یادداشت‌برداری، سه تا از بهترین فامیل‌ها، که کمترین آلودگی را داشتند (HSF13، HSF24 و HSF35) انتخاب و برای تولید هاف‌سیب جدید نگه‌داری شدند (جدول۲).

جدول ۲ نتایج ارزیابی تحمل هاف‌سیب‌های دور اول در برابر سفیدک سطحی در سال ۱۳۸۴

شماره هاف‌سیب	شاخص آلودگی	درصد آلودگی	شماره هاف‌سیب	شاخص آلودگی	درصد آلودگی
۱	۱/۷۷	۲۷/۹۹	۲۱	۱/۸۷	۳۰/۹۲
۲	۱/۹۱	۳۲/۰۸	۲۲	۲/۰۴	۳۵/۹۱
۳	۱/۶۸	۲۵/۶۳	۲۳	۲/۲۸	۴۳/۳۶
۴	۱/۹۲	۳۲/۱۸	**► ۲٤**	**۱/۵۱**	**۲۰/۸**
۵	۱/۹۳	۳۲/۷۳	۲۵	۲/۳۶	۴۵/۸۶
۶	۲/۰۲	۳۵/۲۶	۲۶	۱/۹۵	۳۳/۰۷
۷	۱/۸۹	۳۱/۳۱	۲۷	۲/۳۶	۴۵/۶۱
۸	۱/۸۶	۳۰/۵۶	۲۸	۲/۱۶	۳۹/۶۲
۹	۱/۸۸	۳۱/۱۶	۲۹	۲/۲۹	۴۳/۵۵
۱۰	۱/۷۲	۲۶/۶۳	۳۰	۲/۲۴	۴۱/۹۵
۱۱	۱/۷۰	۲۶/۱۵	۳۱	۲/۰۴	۳۵/۹۸
۱۲	۱/۵۶	۲۲/۴۰	۳۲	۱/۹۱	۳۲/۱۰
► ۱۳	**۱/٤۹**	**۲۰/۵۸**	۳۳	۲/۲۵	۴۲/۳۶
۱۴	۲/۱۹	۴۰/۳۵	۳۴	۱/۹	۳۱/۶۶
۱۵	۱/۹۵	۳۳/۲۹	**► ۳۵**	**۱/۵۵**	**۲۱/۹**
۱۶	۱/۹۴	۳۲/۹۱	۳۶	۱/۹	۳۱/۶۸
۱۷	۲/۰۱	۳۵/۱۳	۳۷	۱/۵۷	۲۲/۴
۱۸	۱/۷۹	۲۸/۴۳	۳۸	۲/۳۲	۴۴/۴۲
۱۹	۲/۱۳	۳۸/۷۸	۳۹	۲/۱	۳۷/۷۲
۲۰	۱/۷۹	۲۸/۵۸	–	–	–
۴۰ (۱۴۴۴۲ شاهد مقاوم)	۲/۴۱	۴۷/۱۸	۴۱(۷۲۳۳ شاهد حساس)	۳/۵۲	۷۹/۹۸

٤) نتایج سال ۱۳۸۵

همان‌طور که در نتایج سال ۸۴ در جدول ۲ مشاهده می شود، هاف‌سیب‌های شماره ۱۳، ۲۴ و ۳۵

گزینش شدند. از هر هاف‌سیب تعداد ۵۰ ریشه انتخاب شد تا در تولید هاف‌سیب جدید از آن در سال ۸۵ استفاده شود. هریک از این هاف‌سیب‌ها که شامل ۵۰ ریشه بود در بهار سال ۸۵ در داخل یک قفس ایزوله کشت شد. در نهایت تعداد ۸۸ هاف‌سیب جدید تولید شد (از هاف‌سیب شماره ۱۳ تعداد ۳۰، از هاف‌سیب شماره ۲۴ تعداد ۳۱ و از هاف‌سیب شماره ۳۵ تعداد ۲۷ هاف‌سیب جدید تولید شد). هاف‌سیب‌های جدید در سال ۱۳۸۶ ارزیابی شدند.

۵) نتایج سال ۱۳۸٦

در بهارسال ۱۳۸۶ هریک از هاف‌سیب‌های جدید (هاف‌سیب‌های دور دوم) در شش تکرار یک خطی کشت شد و برای بیماری سفیدک سطحی مورد ارزیابی قرار گرفت.

از بین فامیل شماره ۱۳، هاف‌سیب جدید شماره ۵ از نظر میزان آلودگی با ۱/۱، کمترین شاخص را به خود اختصاص داد و میزان آلودگی آن ۱۱/۴ درصد بود. بین فامیل شماره ۲۴ ، هاف‌سیب جدید شماره ۱۷ با شاخص ۱/۲ در رتبه بعدی بود و درصد آلودگی آن ۱۳/۵ درصد بود و در نهایت بین فامیل شماره ۳۵ ، هاف‌سیب جدید شماره ۲۲ با شاخص آلودگی ۱/۳ کمترین درصد آلودگی یعنی ۱۵/۷ درصد را دارا بود. میانگین شاخص هاف‌سیب‌های جدید برابر ۱/۵۳ و میانگین درصد آلودگی این جمعیت حدود ۲۱/۵ درصد بود. شاهد حساس دارای شاخص آلودگی ۳/۳۳ میزان آلودگی ۷۵ درصد بود. شاهد مقاوم ۱۴۴۴۲ باشاخص ۲/۲۶، آلودگی ۴۲/۵ درصدی را نشان داد. بنابراین ملاحظه می‌گرددکه هاف‌سیب‌های جدید HSF13-5 (هاف سیب جدید شماره ۵ از فامیل شماره ۱۳)، HSF24-17 (هاف‌سیب جدید شماره ۱۷ از فامیل شماره ۲۴) ، HSF35-22 (هاف‌سیب جدید شماره ۲۲ از فامیل شماره۳۵) برتر از سایر هاف‌سیب‌های جدید بوده و برای تولید بذر S1 در سال بعد گزینش شدند(جدول ۳).

جدول۳ میانگین شاخص آلودگی و درصد آلودگی هاف‌سیب‌های جدید در سال ۱۳۸۶

شماره هاف‌سیب‌های جدید	HSF.13		HSF.24		HSF.35	
	شاخص آلودگی(بدون واحد)	آلودگی (درصد)	شاخص آلودگی(بدون واحد)	آلودگی (درصد)	شاخص آلودگی(بدون واحد)	آلودگی (درصد)
NHSF.1	۱/۳	۱۵/۷	۱/۶	۲۳/۲	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.2	۱/۸	۲۸/۷	۱/۵	۲۰/۶	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.3	۱/۳	۱۵/۷	۱/۸	۲۸/۷	۱/۴	۱۸/۱
NHSF.4	۱/۳	۱۵/۷	۱/۶	۲۳/۲	۱/۹	۳۱/۵
NHSF.5	**►۱/۱**	**۱۱/٤**	۱/۵	۲۰/۶	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.6	۱/۴	۱۸/۱	۱/۳	۱۵/۷	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.7	۱/۲	۱۳/۵	۱/۴	۱۸/۱	۱/۷	۲۵/۹
NHSF.8	۱/۳	۱۵/۷	۱/۵	۲۰/۶	۱/۸	۲۸/۷
NHSF.9	۱/۶	۲۳/۲	۱/۸	۲۸/۷	۱/۴	۱۸/۱
NHSF.10	۱/۷	۲۵/۹	۱/۶	۲۳/۲	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.11	۱/۹	۳۱/۵	۱/۷	۲۵/۹	۱/۴	۱۸/۱
NHSF.12	۱/۲	۱۳/۵	۱/۵	۲۰/۶	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.13	۱/۷	۲۵/۹	۱/۵	۲۰/۶	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.14	۱/۵	۲۰/۶	۱/۵	۲۰/۶	۱/۸	۲۸/۷
NHSF.15	۱/۳	۱۵/۷	۱/۴	۱۸/۱	۱/۸	۲۸/۷
NHSF.16	۱/۵	۲۰/۶	۱/۴	۱۸/۱	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.17	۱/۹	۳۱/۵	**►۱/۲**	**۱۳/۵**	۱/۸	۲۸/۷
NHSF.18	۱/۸	۲۸/۷	۱/۹	۳۱/۵	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.19	۱/۲	۱۳/۵	۱/۶	۲۳/۲	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.20	۱/۳	۱۵/۷	۱/۳	۱۵/۷	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.21	۱/۴	۱۸/۱	۱/۷	۲۵/۹	۱/۴	۱۸/۱
NHSF.22	۱/۵	۲۰/۶	۱/۸	۲۸/۷	**►۱/۳**	**۱۵/۷**
NHSF.23	۱/۵	۲۰/۶	۱/۴	۱۸/۱	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.24	۱/۳	۱۵/۷	۱/۶	۲۳/۲	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.25	۱/۷	۲۵/۹	۱/۶	۲۳/۲	۱/۴	۱۸/۱
NHSF.26	۱/۸	۲۸/۷	۱/۷	۲۵/۹	۱/۶	۲۳/۲
NHSF.27	۱/۸	۲۸/۷	۱/۵	۲۰/۶	۱/۵	۲۰/۶
NHSF.28	۱/۹	۳۱/۵	۱/۹	۳۱/۵	–	–
NHSF.29	۱/۸	۲۸/۷	۱/۳	۱۵/۷	–	–
NHSF.30	۱/۴	۱۸/۱	۱/۵	۲۰/۶	–	–
NHSF.31	–	–	۱/۵	۲۰/۶	–	–
میانگین	۱/۴۹	۲۰/۳۵	۱/۵۵	۲۱/۸۹	۱/۵۶	۲۲/۱۵
شاهد مقاوم	۲/۲۶	۴۲/۵	–	شاهدحساس	۳/۳۳	۷۵

چون در هر تکرار فقط یک خط کشت شده بود و هدف اصلی ارزیابی برای بیماری بود، لذا عملکرد وکیفیت ریشه اندازه‌گیری نشد. در زمستان ۱۳۸۶ از هرکدام از هاف‌سیب‌های گزینش شده تعداد ۳۵ ریشه جدا و پس از تقسیم به چهار قسمت در داخل کیج کشت شدند. از ۱۰۵ ریشه کشت شده در زیر کیج تنها ۱۳ ریشه قادر به تولید بذرکافی و با قوه نامیه مناسب

بود، بنابراین در بهار سال ۱۳۸۷ فقط ۱۳ عدد بـذر S1 تولید گردید.

در بهار سال ۱۳۸۸ به کاشـت بـذور S1 اقـدام شد. در اواخر مرداد مـاه پـس از ایـن کـه آلـودگی بـه حداکثر رسید یادداشت‌برداری صورت پذیرفت به S1هـا نمره آلودگی داده و درصد آلودگی برای هریک از آن‌ها محاسبه گردید(جدول۴).

جدول٤ میانگین شاخص آلودگی و درصد آلودگی s1ها در سال ۱۳۸۸

ردیف	ژنوتیپ	درصد آلودگی	میانگین شاخص آلودگی در ۴ تکرار
۱	HSF13-NHSF5.S1.5*	۱۰	۱
۲	HSF13-NHSF5.S1.10	۱۰	۱
۳	HSF13-NHSF5.S1.12	۱۰	۱
۴	HSF13-NHSF5.S1.15	۱۰	۱
۵	HSF13-NHSF5.S1.16	۱۰	۱
۶	HSF13-NHSF5.S1.32	۲۸/۷	۱/۸
۷	HSF24-NHSF17.S1.2	۱۸	۱/۴
۸	HSF24-NHSF17.S1.25	۱۰	۱
۹	HSF24-NHSF17.S1.29	۱۸	۱/۴
۱۰	HSF24-NHSF17.S1.30	۱۸	۱/۴
۱۱	HSF35-NHSF22.S1.1	۱۱/۵	۱/۱
۱۲	HSF35-NHSF22.S1.17	۱۵/۷	۱/۳
۱۳	HSF35-NHSF22.S1.20	۲۶	۱/۷
	میانگین	۱۵/۰۷	۱/۲۴
	شاهدحساس(۷۲۳۳)	**۵۹**	**۲/۸**

* فامیل شماره ۱۳ دارای ۳۰ فامیل جدید بود که از بین این ۳۰ فامیل جدید ، فامیل جدید شماره ۵ انتخاب شد و از بین ۳۵ بوته فامیل جدید شماره ۵، S1 از بوته شماره ۵ این فامیل تهیه شده است

بحث

توده ۱۴۴۴۲ طی چندین سال مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینش تک بوته بر روی آن انجام شده اسـت (Kolivand 1990). پس از گزینش تک بوته مجـدداً اجازه داده شده تا برای تولید توده جدید تمام بوته‌هـای گزینش شده با یکدیگر تلاقی تصادفی داشته باشـند و بذر برداشت شده از روی این بوته‌ها مجدداً بـا یکـدیگر مخلوط گردیده است. لذا در توده اولیه ۱۴۴۴۲ علی‌رغم گزینش تک بوته طی چندین سـال، پیشـرفت چنـدانی برای مقاومت به بیماری حاصـل نشـده بـود (Basati 2002; 2008). اما در این آزمایش پس از گزینش تک بوته، تلاقی تصادفی بین بوته‌های گزینش شده صورت گرفته و سپس از هر بوته به‌طور جداگانه بـذرگیری بـه عمل آمده است. بـه عبـارت بهتـر در ایـن آزمـایش از جمعیت هاف‌سیب (برادر–خواهر ناتنی) برای رسیدن به بوتـه‌هـای بـا مقاومـت بـالا اسـتفاده شـد. اسـتفاده از هاف‌سیب باعث می‌گردد که گیاهان با صفات نامطلوب چندان ظاهر نشوند، به‌علاوه پایه ژنتیکی گیاهـان نیـز وسیع است. با استفاده از این روش و با گزینش گیاهان مطلوب، علاوه بر این که به سمت خلوص برای صـفت

مورد نظر پیش می‌رویم بلکه تنوع ژنتیکی نیز در گیاهان وجود دارد و به احتمال زیاد صفات مهمی مانند عملکردریشه و درصد قند کمترکاهش می‌یابد. در حالی که اگر خودگشنی انجام شود به سرعت و پس از سه نسل به خلوص رسیده، اما گیاهانی ضعیف و با صفات نامطلوب ظاهر می‌گردد که برای اصلاح این گیاهان سال‌ها وقت لازم است. در این آزمایش دو دوره از گیاهان هاف‌سیب استفاده شده است و برای این که با این روش به خلوص برسیم باید ۱۰ نسل هاف‌سیب تهیه شود بنابراین استفاده از دونسل هاف‌سیب چندان پایه ژنتیکی گیاه را ضعیف نمی‌کند. استفاده از روش تهیه هاف‌سیب نه تنها تنوع ژنتیکی گیاهان انتخاب شده حفظ می‌گردد، بلکه صفت مقاومت به بیماری نیز در هر دوره از هاف‌سیب تثبیت می‌شود (Ehdaee 1994).

میانگین میزان آلودگی در بوته‌های دور اول گزینش برابر ۳۹/۴۸ درصد بود که تقریباً اندکی کمتر از توده اولیه مقاوم یعنی ۴۷/۱۲ درصد بود. در این مرحله میزان آلودگی شاهد حساس(رقم ۷۲۳۳) حدود ۸۵/۱۸ درصد بود. آلودگی کمتر توده اولیه وبوته‌های گزینش شده نسبت به شاهد نشان دهنده صحت مقاومت توده اولیه نسبت به بیماری سفیدک سطحی می‌باشد. داشتن میزان آلودگی زیر ۵۰ درصد نشان دهنده آن است که گیاه نسبت به بیماری مقاومت نشان می‌دهد و گزینش‌ها نیز براین اساس انجام شده است. توده‌ها و یا ارقامی که میزان آلودگی بالاتر از۵۰ درصد را داشته باشند، جزو منابع حساس محسوب می‌شوند، زیرا توده و یا رقمی که شاخص بالاتر از عدد ۲/۵ (شاخص آلودگی از ۵-۱ است و اگر ژنوتیپی کمتر از ۲/۵ را دریافت کند جزو مقاوم‌ها به حساب می‌آید) را نشان دهد بیان‌گر آن است که آلودگی بالاتر از ۵۰ درصد را دارد. میزان آلودگی در مزرعه به شدت به شرایط محیطی بستگی دارد (Asher and Dewar 2001; Asher and Williams 1991;1992) و به همین دلیل میزان آلودگی در سال‌های مختلف کاملاً متفاوت بوده ، اما توجه به این موضوع بسیار مهم است که میزان آلودگی در شاهد در تمام سال‌ها علی‌رغم بالا و پائین بودن شدت آلودگی در محیط، همچنان بالاتر از ۵۰ درصد بوده است(به ترتیب از سال ۸۲ تا سال ۸۸ به میزان ۸۵/۱۸، ۷۹/۹۸، ۷۵ و ۵۹ درصد). در حالی که در توده مقاوم با این که میزان آلودگی در سال‌های مختلف با هم تفاوت داشت، اما میزان آلودگی در توده ۱۴۴۴۲ تقریباً ثابت بوده ودر حدود ۴۷ درصد باقی ماند، اما در لاین‌های گزینش شده این میزان آلودگی علی‌رغم وجود اینوکولوم کافی برای ایجاد آلودگی بالاتر از ۵۰ درصد در شاهد حساس، ملاحظه می‌گردد که همچنان در حال کاهش است. بنابراین وقتی که اینوکولوم قارچ هر ساله و در طی اجرای آزمایش به اندازه‌ای بوده که شاهد حساس آلودگی بالاتر از ۵۰ درصد را دریافت کرده و توده نسبتاً مقاوم ۱۴۴۴۲ نیز در یک محدوده ثابت ۴۷ درصدی باقی مانده است، می‌توان ادعا کرد که کاهش آلودگی در لاین‌های گزینش شده (به ترتیب از سال ۸۲ تا سال ۸۸ به میزان ۳۹/۴۸، ۳۱/۶۹، ۲۱/۵ و ۱۵/۰۷ درصد) مربوط به اثر انتخاب بوده و نه ناشی

از اثرات کاهش اینوکولوم قارچ در محیط و لذا هر ساله با گزینش لاین‌های کمتر آلوده، میزان آلـودگی در هـر نسل گزینش، کاهش یافته است.

وقتی که از توده اولیه، تعدادی بوته انتخاب شد و از آن‌ها بذرگیری به عمل آمد و بذور حاصـل مجـدداً برای بیماری مورد ارزیابی قرار گرفتند، میانگین آلودگی در هاف‌سیب‌ها (برادرخواهرهـای نـاتنی) حـدود ۳۱/۶۹ درصد گردید. بنـابراین میـانگین میـزان آلـودگی بـذور هاف‌سیب حدود ۷/۷۹ درصد کمتر از بذور انتخاب شـده اولیه بود. لذا پاسخ به گزینش بـرای بیمـاری سـفیدک سطحی در این آزمایش و در این توده مثبت بوده است. هنگامی که بین هاف‌سیب‌ها نیز گزینش صورت گرفت و از بوته‌هـای انتخـاب شـده بـرای هـاف‌سـیب جدیـد استفاده شد، نتایج نشان داد که هاف‌سیب جدید نسـبت به هاف‌سیب اولیه وضعیت بهتری داشته است. میانگین آلودگی در جمعیت هاف‌سیب جدید حدود ۲۱/۵ درصـد بود که حدود ۱۰/۱۹ درصد کمتـر از هـاف‌سـیب اولیـه بوده است(جدول۴). لذا ملاحظه می‌گردد که پاسـخ بـه سلکسیون مثبت بوده ودر هـر نسـل نیـز قابـل توجـه می‌باشد. در ۵۰ بوته انتخاب شده اولیه نسبت بـه تـوده ۱۴۴۴۲ حدود ۱۶/۳درصد، در هـاف‌سـیب اولیـه حـدود ۳۲/۸ درصد، در جمعیت هاف‌سیب جدیـد حـدود ۵۴/۴ درصد و در جمعیت S1هـا حـدود ۷۲/۶ درصـد تفـاوت سلکسیون مشاهده گردید(جدول۵). ایـن نتـایج نشـان می‌دهد که سلکسیون تک بوته برای بیمـاری سـفیدک سطحی کاملاً مؤثر بوده است. با توجه به بررسـی‌هـای انجـام شـده (Lewellen and schrondt 2001, Basati and Mesbah 2002) مشخص گردیده است که تعداد ژن‌های کنترل کننده بیماری سفیدک سطحی کم بوده ویک ژن اصلی در کنترل بیماری نقش زیادی داشته است. هرچه تعداد ژن‌های کنترل کننده بیمـاری کمتر باشد پاسخ به سلکسیون بهتر اسـت، لـذا در ایـن آزمایش کـارایی سلکسـیون بـالا بـوده و قابـل توجـه می‌باشد.

جدول۵ پیشرفت سلکسیون در جوامع گزینش شده نسبت به جمعیت اولیه ۱۴۴۴۲

جمعیت	میانگین درصد آلودگی	تفاوت آلودگی هر جمعیت نسبت به جمعیت قبل	تفاوت آلودگی در جمعیت‌ها نسبت به توده ۱۴۴۴۲	درصد پیشرفت نسبت به توده اولیه
توده اولیه ۱۴۴۴۲	۴۷/۱۸	–	–	–
۵۰ بوته انتخاب شده برای تولید هاف‌سیب اولیه	۳۹/۴۸	۷/۷	۷/۷	۱۶/۳
جمعیت هاف‌سیب اولیه	۳۱/۶۹	۷/۷۹	۱۵/۴۹	۳۲/۸
جمعیت هاف‌سیب جدید	۲۱/۵	۱۰/۱۹	۲۵/۶۸	۵۴/۴
جمعیت S1ها	۱۲/۹	۸/۶	۳۴/۲۸	۷۲/۶

تشکر و قدردانی

از آقایان علی‌اصغر عزیزی و خلیل روشنی تکنسین‌های بخش تحقیقات چغندرقند کرمانشاه و همچنین آقای ایرج مسکینی کارگر مزرعه که همواره در اجرای این آزمایش و یادداشت برداری‌های آن تلاش بی‌وقفه داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

References: منابع مورد استفاده:

Ahmadinejad A. Study of powdery mildew in sugar beet. Plant disease.1973; 25(4):20-25.

Ahrens W, Weltzien HC. Investigation on the infection yield loss relations for sugarbeet powdery mildew, *Erysiphe betae* . (Vanha) weltzien. Medelingen Van De Facuulteit Landbouwwetenschappen Rijkesuniversiteit Gent.1979; 44 : 401-40.

Asher M. Forecastig powdery mildew. British Sugar Beet Review, 1990;58: 35-37.

Asher M, Williams G. Forecasting the national incidence of sugar beet powdery mildew from weather data in Britain. British Sugar Beet Review.1991; 40: 100-107.

Asher M, Williams G. Controlling leaf disease: powdery mildew. British Sugar Beet Review. 1992; 60: 35-37.

Asher M, Dewar A. Pest and disease in sugar beet. British Sugar Beet Reiew.2001; 69 : 21-26.

Basati J. Study of powdery mildew resistance in beta vulgaris and effect on root yield and quality (MD thesis). University of tarbiat modares; 1998.

Basati J, Mesbah M. investigation of genetic resistance to powdery mildew disease and obtining relationship molecular marker and resistance genes report. Kermanshah Agricutural Research Center(Iran); 2002. 25 p. Report. No. 83/212

Basati J. Evaluation of comercial variety for powdery mildew resistance report. Kermanshah Agricutural Research Center (Iran); 2002. 22-27 p. (in Persian)

Basati J, Zarabi M, Fazli H. Investigation of comercial variety for powdery mildew tolerance . sugar beet.2003.19(2):97-107. (In persian, abstract in english)

Basati J. Evaluation of comercial variety for powdery mildew resistance report. Kermanshah Agricutural Research Center (Iran); 2008 . 19-27 p. (in Persian)

Behdad A. Principle of plant disease. Neshat publisher, Esfehan, 1979; pp484 .(In persian)

Dewar PA, Asher M. Pest and disease in sugar beet. British Sugar Beet Review.1998; 66: 32-3.

Ehdaee B. Plant breeding. Barsava Publisher, Mashhad, 1994; pp 456.

Hills FJ, Chiarappa L, Geng S. Powdery mildew of sugar beet: disease and crop loos assessment. Phytopathology. 1980; 70: 680-682.

Kolivand M. Evaluation of gynotype for powdery mildew resistance report. Kermanshah Agricutural Research Center(iran); 1990. 9-22 p. (in Persian)

Lewellen RT, Schrondt JK. USDA –ARS, U.S. Agricultural Research Station, 1636 E. Alisalst, Salinas, CA 93905. Plant Dis. Lande. 2001.

Paulus AO, Harvey OA, Nelson J, Meek V. Fungicides and timing for control of sugar beet powdery mildew. Plant Disease Reporter. 2001; 59: 516-517.

Shikholeslami M, Basati J. Priliminary investigation in *Beta vulgaris* for powdery mildew resistance report. Kermanshah Agricutural Research Center (Iran); 1998. 28-45 p. (in Persian)

Skoyen I. Lewellen ORT, McFarline JS. Effect of powdery mildew on sugar beet production in the Salinas valley of California. Plant Disease Reporter. 1975; 59: 506-510 .

Weltzien HC. *Erysiphe betae* (Vanha), the powdery mildew of beets. Phytopathology. 1963; 47: 123-123 .

Whitney ED.1989. *Beta maritima* as a source of powdery mildew resistance in sugar beet. Plant Disease.1989; 73: 487-489.