

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۸، شماره ۳، سال ۱۳۹۱

واکنش اکوتیپ‌های سردسیری یونجه به *Peronospora trifoliorum* de Bary، قارچ عامل بیماری سفیدک کرکی

Response of Cold Region Alfalfa Ecotypes to *Peronospora trifoliorum* de Bary, the Causal Fungus of Downy Mildew

وحید رهجو^۱، محمدتقی فیض‌بخش^۲، مجید زمانی^۱ و ویدا قطبی^۳

۱ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۱۳

چکیده

رهجو، و.، فیض‌بخش، م. ت.، زمانی، م. و قطبی، و. ۱۳۹۱. واکنش اکوتیپ‌های سردسیری یونجه به *Peronospora trifoliorum* de Bary، قارچ عامل بیماری سفیدک کرکی. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۸: ۴۴۴ - ۴۲۹.

به منظور ارزیابی واکنش اکوتیپ‌های سردسیری یونجه نسبت به بیماری سفیدک کرکی، پانزده اکوتیپ شامل سیزده اکوتیپ مختلف سردسیری به همراه دو رقم نیمه حساس (یزدی) و نیمه مقاوم (نیک‌شهری) به عنوان شاهد، در سال ۱۳۸۷ در یک آزمایش مزرعه‌ای در سه منطقه گرگان، همدان و زنجان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در یک آزمایش گلخانه‌ای در کرج مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شدت بیماری اکوتیپ‌ها در سه منطقه، اکوتیپ‌های یزدی و همدانی با میانگین شدت بیماری ۶۷/۴٪ و ۵۵/۳٪ حساس، اکوتیپ نیک‌شهری با میانگین شدت بیماری ۱۸/۴٪ مقاوم و اکوتیپ‌های ملک‌کندی و قارقلوق با میانگین شدت بیماری ۲۶/۸٪ و ۲۶/۳٪ نیمه مقاوم ارزیابی شدند. سایر اکوتیپ‌ها حالت بینابین داشتند. نتایج آزمایش گلخانه‌ای مشابه نتایج آزمایش مزرعه‌ای بود. در آزمایش گلخانه‌ای نیز اکوتیپ‌های یزدی و همدانی حساس و اکوتیپ‌های نیک‌شهری، رامندی و قارقلوق مقاوم شناسایی شدند. با توجه به این نتایج اکوتیپ‌هایی چون ملک‌کندی، قارقلوق و رامندی به جهت دارا بودن عملکرد و صفات زراعی مناسب و مقاومت به بیماری سفیدک کرکی برای تحقیقات بعدی در جهت معرفی رقم انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: یونجه، اکوتیپ، سفیدک کرکی، شدت بیماری، مقاومت.

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات علوفه‌ای در جهان به شمار می‌رود (Stuteville and Erwin, 1990). در ایران نیز یونجه بهترین محصول علوفه‌ای محسوب می‌شود و به دلیل نیاز روزافزون کشور به مواد غذایی و علوفه برای دامداری‌ها و مرغداری‌ها و ضرورت افزایش تولید آن اجتناب‌ناپذیر است. یکی از عوامل کاهش عملکرد این محصول بیماری سفیدک کرکی یونجه است که در شرایط مساعد بالاخص در فصل بهار و چین اول یونجه گسترش یافته و به صورت اپیدمی درمی‌آید و باعث زرد شدن، خشکیدن و ریزش برگ‌ها می‌شود. این بیماری از اغلب مناطق کشت یونجه در جهان گزارش و با اهمیت شمرده شده است. در ایران اولین بار قارچ عامل بیماری توسط Magnus در سال ۱۳۷۸ در منطقه اهـر شناسایی (Behdad, 1990) و از آن به بعد در بیشتر مناطق یونجه‌خیز کشور گزارش شده است. این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های شایع در مزارع یونجه استان همدان در سال‌های پـر باران است (Arjmandian and Hedjaroude, 1998).

با توجه به مسئله تغذیه دام‌ها از یونجه و نهایتاً مصرف گوشت و شیر توسط انسان، استفاده از سموم قارچ‌کش در این محصول بایستی با دقت و حساسیت فراوان انجام شود. لذا کشت ارقام مقاوم به این بیماری اهمیت

فراوان داشته و لازم است ارقام مناسب کشت در هر منطقه از نظر حساسیت به قارچ عامل بیماری‌هایی از جمله سفیدک کرکی مورد ارزیابی قرار گیرند. عامل بیماری سفیدک کرکی یونجه قارچ *Peronospora trifoliorum* de Bary است. قارچ زمستان را به صورت آسپور روی نسوج مرده و یا روی جوانه‌های طوقه یونجه به سر می‌برد (Stuteville, 1984). قارچ *P. trifoliorum* دارای تعداد زیادی فرم مخصوص از نظر میزبان‌هایش است. استوتوایل (Stuteville, 1977) توانست با استفاده از کنیدی‌های جدایه‌های مختلف، اختصاصی بودن بیماریزایی قارچ عامل بیماری را به اثبات رساند و نشان داد که مقاومت ارقام مختلف به این بیماری بستگی به جدایه قارچ مایه‌زنی شده دارد. اسکینر و استوتوایل (Skinner and Stuteville, 1992) با مایه‌زنی ارقام و ژنوتیپ‌های یونجه جمع‌آوری شده از پنجاه کشور با دو جدایه قارچ عامل بیماری نشان دادند که میزان مقاومت اختصاصی ارقام مختلف نسبت به یک جدایه قارچ ظاهراً با مناطق جغرافیایی منشاء ژنوتیپ آن‌ها در ارتباط نیست. تفاوت ژنتیکی و بیماریزایی جدایه‌های مختلف عامل بیماری توسط این محققین در سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۸۸ به اثبات رسید ولی هیچ‌گونه نژاد مشخصی از این قارچ تاکنون معرفی نشده است (Stuteville, 1988)؛ (Skinner and Stuteville, 1985). استوتوایل (Stuteville, 1984) عقیده دارد

اغلب ارقام یونجه دارای مقاومت اندکی نسبت به سفیدک کرکی یونجه هستند که می‌توان این مقاومت را در آن‌ها افزایش داد. از طرف دیگر هیچ رقم مقاوم یونجه وجود ندارد که تمامی گیاهان آن به سفیدک کرکی مقاوم باشند بلکه سطوح مختلفی از مقاومت با نسبت‌های متفاوت در این گیاهان قابل ملاحظه است، لذا محققین معمولاً برای مشخص کردن سطوح مقاومت آلودگی گیاهان، کلاس‌ها یا تیپ‌های مختلفی را به صورت قراردادی تعیین کرده‌اند. باسیس و همکاران (Busbice *et al.*, 1972) مراحل مختلف اصلاح ارقام یونجه را برای تهیه ارقام مقاوم شرح داده‌اند. آن‌ها معتقدند که برای گزینش سریع و افزایش مقاومت که نیاز به غربال شدید گیاهان دارد بایستی به طور مصنوعی اپیدمی را در آزمایشگاه به وجود آورد زیرا اپیدمی‌های طبیعی در اغلب نقاط غیر قابل پیش‌بینی هستند و به ندرت به میزان کافی شدید می‌شوند که بتوان گیاهان حساس و مقاوم را تشخیص داد. برای مثال در طی یک اپیدمی شدید طبیعی در مینه سوتا در آمریکا ارزیابی ۳۶ رقم یونجه نشان داد که در بیشتر ارقام حدود ۵۵ درصد بوته‌ها و در رقم Saranac بیش از ۹۰ درصد بوته‌ها عاری از بیماری بودند (Kehr *et al.*, 1978) در صورتی که در شرایط آزمایشگاهی و انجام مراحل آلوده‌سازی گیاهچه‌ها تنها در حدود ۱۶ درصد بوته‌ها فاقد علائم بیماری بودند و برخی ارقام کمتر از یک درصد نسبت به

بیماری مقاومت نشان می‌دادند. امروزه تحقیقات زیادی در مورد مقاومت یونجه به قارچ عامل بیماری سفیدک کرکی انجام شده و توده‌های مقاوم متعددی گزارش شده است. به عنوان مثال، توده KS224 در سال ۱۹۹۴ به عنوان رقم مقاوم نسبت به بسیاری از آفات و بیماری‌های یونجه به ویژه سفیدک کرکی ثبت شده است. این رقم در مقابل جدایه‌های شماره ۷ و ۸ سفیدک کرکی به ترتیب ۸۴ و ۹۰ درصد مقاومت نشان داده است در حالی که مقاومت ارقام شاهد به ترتیب ۱۵٪ و ۵۱٪ (در رقم Saranac) و ۳٪ و ۰٪ (در رقم Kanza) نسبت به دو جدایه فوق بود (Sorensen *et al.*, 1994). در ایران تحقیقات زیادی در مورد مقاومت ارقام یونجه به بیماری سفیدک کرکی انجام نشده است ولی در تحقیقی که در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ در همدان انجام شد، حساسیت ۱۵ رقم یونجه ایرانی و خارجی بر اساس روش‌های استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت. به طور کلی نتایج حاصل از بررسی‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی حاکی از آن بود که ارقام 2122 و Kisverdai بیشترین سطح مقاومت و ارقام همدانی و یزدی دارای بیشترین سطح حساسیت به قارچ عامل بیماری را داشتند و سایر ارقام بین این دو گروه قرار گرفتند (Arjmandian *et al.*, 1998). نتایج پژوهشی که در همدان و گرگان (آزمایش‌های مزرعه‌ای) و کرج (آزمایش‌های گلخانه‌ای) در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ بر روی ده رقم خارجی و داخلی انجام شد نشان داد

مناسب جهت توصیه برای معرفی رقم و کشت در مناطق مورد نظر بود.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی واکنش اکوتیپ‌های یونجه نسبت به بیماری سفیدک کرکی در مزرعه، در شهریور ماه سال ۱۳۸۶ در ایستگاه‌های اکباتان واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، عراقی محله واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و ایستگاه خیرآباد واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی زنجان اکوتیپ‌های مختلف سردسیری یونجه در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کاشته شدند و از سیستم آبیاری مطابق با سیستم رایج منطقه (آبیاری نشتی) استفاده شد. تیمارها شامل ۱۳ اکوتیپ مختلف سردسیری یونجه بود. این اکوتیپ‌ها پس از جمع‌آوری از مناطق مختلف به ویژه استان‌های همدان، آذربایجان و لرستان، از نظر عملکرد علوفه و سازگاری به مدت چهار سال در قالب پروژه‌ای جداگانه در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مورد ارزیابی قرار گرفته بودند. دو اکوتیپ نیمه حساس (یزدی) و نیمه مقاوم (نیک‌شهری) به بیماری سفیدک کرکی که حساسیت و مقاومت نسبی آن‌ها پیش‌تر در آزمونی جداگانه به اثبات رسیده بود (Rahjoo *et al.*, 2004) به عنوان شاهد در آزمایش منظور شدند. به منظور افزایش آلودگی بین هر دو اکوتیپ به جای دو ردیف نکاشت، دو ردیف از اکوتیپ یونجه همدانی

که ارقام نیک‌شهری و کیسوردای (Kiseverdai) بیشترین مقاومت نسبی به بیماری سفیدک کرکی و ارقام همدانی و یزدی دارای بیشترین حساسیت نسبی به بیماری بودند (Rahjoo *et al.*, 2004).

در خصوص نحوه مقاومت میزبان در برابر سفیدک کرکی یونجه اطلاعات کمی در دسترس است. نتایج تحقیقات متعددی نشان داده که ساپونین‌ها (Saponins) که از گلوکزیدهای موجود در برخی گیاهان از جمله یونجه هستند نیز ممکن است در ایجاد مقاومت به سفیدک کرکی یونجه موثر باشند (Stuteville and Skinner, 1987; Berkenkamp, *et al.*, 1978; Leath *et al.*, 1972). بر اساس مشاهدات زیادی که از نظر تفاوت تولید گاز اتیلن از بافت میزبان در ارقام حساس و مقاوم به برخی بیماری‌ها وجود دارد، آزمایش‌هایی انجام شده است که در آن تصاعد گاز اتان و اتیلن در گیاهان حساس و مقاوم به بیماری سفیدک کرکی را پس از آلوده کردن مصنوعی گیاهچه‌های یونجه مقایسه و نتیجه گرفته اند که مقدار گاز اتیلن آزاد شده از گیاهان حساس ۲ تا ۶ برابر گیاهان مقاوم است (Johnson *et al.*, 1980).

هدف از انجام این تحقیق بررسی واکنش اکوتیپ‌های سردسیری یونجه به بیماری سفیدک کرکی که در اکثر مناطق سردسیر و معتدل در برخی فصول سال شایع است، و همچنین تعیین اکوتیپ‌هایی با مقاومت نسبی

۱۰۰ درصد (خیلی حساس) در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از ارقام مورد آزمایش در مزرعه پس از وقوع بارندگی و وجود شرایط مساعد بیماری در بهار و هنگام اوج شدت بیماری در چین اول روی رقم حساس انجام شد. پس از یادداشت‌برداری از شدت آلودگی اکوتیپ‌ها، با استفاده از روش تایر و همکاران (۱۹۷۸) واکنش آن‌ها تعیین شد.

در آزمایش‌های مزرعه‌ای سایر صفات نظیر عملکرد علوفه تر و خشک نیز در هر چین‌برداری در هر سه منطقه اندازه‌گیری و ثبت شدند تا با بررسی این صفات به همراه میزان حساسیت به بیماری سفیدک کرکی اکوتیپ‌های برتر از نظر مقاومت به بیماری و عملکرد برای آزمایش‌های بعدی معرفی رقم گزینش شوند. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر در زمان برداشت از دو خط وسط با حذف یک متر از ابتدا و انتهای خط (اثر حاشیه‌ای) علوفه برداشت و توزین شد و عملکرد علوفه در هر پلات (۴ متر مربع) مشخص و این مقدار به عملکرد به واحد تن در هکتار تبدیل شد. برای اندازه‌گیری علوفه خشک از یک متر مربع از دو خط وسط هر کرت یک نمونه علوفه تر به طور تصادفی جدا کرده و درون پاکت‌های مجزا در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا خشک شوند. سپس این مقدار علوفه خشک توزین و به صورت تن در هکتار تبدیل شد. در انتهای فصل زراعی میانگین داده‌های مربوط به کل چین‌ها و چین اول که با

که حساس به بیماری شناخته شده است (Arjmandian *et al.*, 1998) به عنوان پخش‌کننده بیماری (Spreader) کاشته شد. بذر مورد نیاز از بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج دریافت شد.

در بازدیدهای متوالی از تیمارهای آزمایش در سال ۱۳۸۷، پس از مشاهده علائم و آلودگی شدید بیماری سفیدک کرکی در کرت‌های آزمایش بر روی بوته‌های رقم حساس یا پخش‌کننده بیماری (اکوتیپ همدانی) در طول فصل زراعی نمونه‌برداری از دو خط وسط هر یک از تیمارهای آزمایش انجام شد و ده ساقه به صورت تصادفی از هر خط چیده و در مجموع ۲۰ ساقه برداشت شده از هر کرت در داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. میزان آلودگی ارقام براساس صفت شدت بیماری (Disease severity) روی برگ‌ها تعیین و تیپ آلودگی آن‌ها مطابق با روش تایر و همکاران (Thyr *et al.*, 1978) بر مبنای درصد آلودگی برگ‌ها، در پنج کلاس مختلف ۰ تا ۴ تعیین شد به طوری که کلاس صفر معرف عدم هرگونه علائم بیماری در برگ‌ها (مصون)، کلاس یک معرف وجود آلودگی بین ۰ تا ۲۵ درصد (مقاوم)، کلاس دو معرف وجود آلودگی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد (نیمه حساس یا نیمه مقاوم)، کلاس سه معرف وجود آلودگی ۵۰ تا ۷۵ درصد (حساس)، کلاس چهار معرف وجود آلودگی بین ۷۵ تا

بیماری همراه بود نیز جهت بررسی تاثیر بیماری به طور جداگانه در جدول‌های مربوطه ثبت شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شدند و مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن به دست آمد.

ارزیابی واکنش اکوتیپ‌های یونجه نسبت به بیماری در گلخانه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و براساس روش استوتوویل (Stuteville, 1984) انجام شد. در این بررسی گلخانه‌ای از ۱۵ اکوتیپ یونجه در چهار تکرار استفاده شد و در هر تکرار ده بوته برای هر رقم در نظر گرفته شد. پس از کاشت بذر اکوتیپ‌های یونجه در عمق ۰/۸ سانتی متری خاک پاستوریزه، گلدان‌های پلاستیکی در گلخانه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰-۸۵٪ رطوبت نسبی در معرض نور فلورسنت با شدت ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰ لوکس و فتوپریودی ۱۶ - ۱۲ ساعت نگهداری شدند. گلدان‌ها روزی ۱ الی ۲ مرتبه آبیاری شدند. برای تهیه سوسپانسیون اسپور از برگ‌های دارای اسپور جدایه‌های مختلف منطقه زنجان که تازه از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شده بودند استفاده شد بدین ترتیب که برگ‌های اسپوردار در ظرف محتوی آب مقطر استریل و آنتی‌بیوتیک تتراسیکلین (۱۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) منتقل و ظرف به شدت تکان داده شد تا اسپورها جدا شوند. سوسپانسیون اسپور پس از تنظیم غلظت به میزان 10^5 کنیدی در هر

میلی‌لیتر آب مقطر استریل به کمک لام هماسیتومتر، روی گیاهچه‌های یونجه هفت روزه مه‌پاشی شدند (اسپورپاشی گیاهچه‌ها به گونه‌ای بود که یک قطره سوسپانسیون در بین کوتیلودون‌ها تجمع یابد). برای ایجاد آلودگی، گیاهچه‌ها با پلاستیک پوشانده و ۱۶ ساعت در تاریکی قرار گرفتند و سپس پلاستیک‌ها را برداشته و جهت اسپورزائی قارچ، گلدان‌ها در فتوپریود ۸ ساعت و دمای ۱۶ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گذشت پنج روز روی گلدان‌ها را مجدداً با پلاستیک پوشانده و چراغ‌ها به مدت ۱۶ ساعت خاموش شدند. پس از ظهور علائم بیماری بر روی گیاهچه‌ها ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ها در ارقام مورد آزمون با تعیین درصد گیاهان فاقد آلودگی (Symptomless) مطابق با روش استوتوویل (Stuteville, 1984) انجام شد.

نتایج و بحث

در بررسی‌های مزرعه‌ای با مشاهده اولین علائم بیماری در مناطق، با مطالعه علائم ماکروسکوپی روی برگ‌ها و ساقه‌ها در مزرعه و بررسی میکروسکوپی و مشاهده کنیدی‌ها و کنیدیوفورها، قارچ *Peronospora trifoliorum* به عنوان عامل بیماری سفیدک کرکی یونجه در مناطق مورد بررسی شناسائی شد. پس از بررسی دقیق برگ‌های مربوط به ساقه‌های چیده شده، شدت بیماری برای هر اکوتیپ مشخص شد که

خلاصه تجزیه واریانس داده‌های در جدول ۱ و بیماری و واکنش آن‌ها در شرایط مزرعه در هر یک از مناطق در جدول ۳ نشان داده شده است. مقایسه میانگین تیمارها از نظر شدت

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده شدت بیماری اکوتیپ‌های یونجه آلوده به سفیدک کرکی در آزمایش مزرعه‌ای در مناطق مختلف

Table 1. Analysis of variance for disease severity on alfalfa ecotypes infected with downy mildew in field experiments in different locations

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS		
			زنجان Zanjan	همدان Hamedan	گرگان Gorgan
Replication	تکرار	3	251.53	642.78	382.50
Ecotype	اکوتیپ	14	378.09**	1094.46**	798.16**
Error	خطا	42	82.78	75.81	66.22
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		25.93	19.14	21.81

** : Significant at 1% probability level.

** : اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب شدت بیماری در اکوتیپ‌های یونجه آلوده به سفیدک کرکی در آزمایش مزرعه‌ای در سه منطقه زنجان، همدان و گرگان

Table 2. Analysis of variance for disease severity on alfalfa ecotypes infected with downy mildew in field experiments in Zanjan, Hamadan and Gorgan

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Location (L)	مکان	2	1804.62*
R (L)	تکرار درون مکان	9	425.60
Ecotype (A)	اکوتیپ	14	1780.84**
L×A	مکان × اکوتیپ	28	244.94**
Error	خطا	126	74.94
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		22.03

** و * : به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

** and * : Significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

وجود داشت (جدول ۱) در مجموع اکوتیپ‌های یزدی و همدانی به ترتیب با میانگین شدت بیماری ۵۰٪ و ۴۶/۳٪ به عنوان

نتایج حاصل از ارزیابی‌های مزرعه‌ای در زنجان نشان داد که بین تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی داری از نظر میزان شدت بیماری

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک کرکی اکوتیپ‌های مختلف یونجه در ارزیابی مزرعه‌ای

Table 3. Mean comparison for disease severity of downy mildew on different alfalfa ecotypes in field

Ecotype	اکوتیپ	زنجان Zanjan	همدان Hamedan	گرگان Gorgan	میانگین کل Mean	واکنش Response
Chaleshtor	چالشتر	25.0cd	27.5d	32.0bcde	28.2def	MS
Kozareh	کوزره	31.3bcd	37.5cd	38.0bcd	35.6cde	MS
Sadaghian	صدقیان	21.9cd	38.8cd	40.8bc	33.8cde	MS
Famanein	فامنین	27.5cd	43.8bcd	48.0ab	39.8bcd	MS
Ghargoloogh	قارقلوق	23.1cd	35.0cd	22.3def	26.8ef	MR
Ghahavand	قهاوند	25.0cd	60.0b	36.3bcde	40.4bc	MS
Malek Kandi	ملک کندی	20.6cd	38.8cd	19.5ef	26.3ef	MR
Mohajeran	مهاجران	33.1bc	51.3bc	37.5bcd	40.6bc	MS
Hamedani	همدانی	46.3ab	61.3b	58.3a	55.3ab	S
Yazdi	یزدی	50.0a	88.8a	63.5a	67.4a	S
Nikshahri	نیک شهری	16.3d	28.8d	10.0f	18.4f	R
Ramandi	رامندی	31.9bc	28.8d	40.0bc	33.6cde	MS
Khankhodi	خانخودی	31.9bc	43.8bcd	49.5ab	41.7abc	MS
Azarshahri	آذر شهری	27.5cd	37.5cd	29.5cde	31.5de	MS
Siahe Lorestan	سیاه بومی لرستان	35.7bc	61.3b	34.8bcde	43.9abc	MS

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن)

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (Duncan's multiple range test).

R: مقاوم؛ MR: نیمه مقاوم؛ MS: نیمه حساس؛ S: حساس.

R: Resistant; MR: Moderately resistant; MS: Moderately susceptible; S: Susceptible.

(جدول ۳).

نتایج حاصل از ارزیابی‌های مزرعه‌ای مقایسه شدت آلودگی اکوتیپ‌ها در همدان بیانگر آن بود که بین تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از نظر شدت بیماری وجود داشت (جدول ۱). اکوتیپ چالشتر کمترین شدت آلودگی در بین اکوتیپ‌های مورد آزمون را داشت و اکوتیپ‌های نیک شهری و رامندی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. اکوتیپ‌های کوزره، صدقیان، قارقلوق و

اکوتیپ‌های حساس و اکوتیپ‌های نیک شهری، ملک کندی و صدقیان به ترتیب با میانگین شدت بیماری ۱۶/۳٪، ۲۰/۷٪ و ۲۱/۹٪ به عنوان اکوتیپ‌های مقاوم تعیین شدند (جدول ۳)، بنابراین به غیر از اکوتیپ نیک شهری که یک اکوتیپ گرمسیری بوده و به عنوان شاهد مقاوم به بیماری استفاده شد، اکوتیپ‌های ملک کندی و صدقیان به عنوان اکوتیپ‌های برتر از نظر مقاومت به بیماری سفیدک کرکی در منطقه زنجان تعیین شدند

ملک‌کندی نیز دارای مقاومت نسبی قابل قبولی به قارچ عامل بیماری بودند ولی اکوتیپ‌های یزدی (تیپ آلودگی ۴)، سیاه بومی لرستان، همدانی و قهاوند (تیپ آلودگی ۳) حساسیت نسبتاً زیادی به قارچ عامل بیماری نشان دادند. سایر اکوتیپ‌ها بین دو گروه فوق قرار گرفتند. نتایج به دست آمده در این آزمایش در ارتباط با برخی اکوتیپ‌ها که در آزمون‌های پیشین مورد استفاده قرار گرفته بودند مؤید نتایج به دست آمده در تحقیقات قبلی (Arjmandian and Hedjaroude, 1998)؛ (Rahjoo *et al.*, 2004) با تغییرات اندکی در رتبه‌بندی تیپ آلودگی آن‌ها بود. تفاوت‌های موجود بین نتایج این تحقیق و تحقیقات پیشین را می‌توان مرتبط به تنوع جدایه‌هائی دانست که بیماری را در زمان ارزیابی هر آزمون موجب شده‌اند.

نتایج به دست آمده در گرگان بیانگر آن بود که بین تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از نظر شدت بیماری وجود داشت (جدول ۱). اکوتیپ‌های یزدی و همدانی به ترتیب با ۶۳/۵٪ و ۵۳/۸٪ میانگین شدت آلودگی حساس‌ترین اکوتیپ‌ها شناخته شدند. اکوتیپ‌های خانخودی و فامنین نیز اگرچه در کلاس ۲ از نظر آلودگی به بیماری قرار گرفتند ولی با توجه به میانگین درصد آلودگی برگ‌ها (شدت بیماری) می‌توان به حساسیت نسبتاً بالا در این اکوتیپ‌ها پی برد. در مقابل اکوتیپ‌های نیک‌شهری، ملک‌کندی و قارقلوق به ترتیب با ۱۰٪، ۱۹/۵٪ و ۲۲/۳٪ از

مقاومت بالائی نسبت به بیماری برخوردار بودند. نتایج به دست آمده در این مورد به غیر از اکوتیپ گرمسیری نیک‌شهری که به عنوان شاهد مقاوم مورد استفاده قرار گرفته بود، با نتایج به دست آمده از آزمایش همدان مطابقت زیادی نداشت ولی اکوتیپ ملک‌کندی که در زنجان مقاوم به بیماری نشان داده بود در گرگان نیز از مقاومت نسبی مناسبی برخوردار بود. علی‌رغم تفاوت در رتبه‌بندی، اکثر اکوتیپ‌ها در دو آزمایش همدان و گرگان تقریباً درصدهای مشابهی از آلودگی نشان دادند ولی تنها تفاوت بارز مربوط به اکوتیپ‌های قهاوند و سیاه بومی لرستان بود که هر دو در همدان حساسیت نسبتاً بالاتری نسبت به گرگان نشان دادند که این تفاوت می‌تواند از تفاوت بیماریزائی جدایه گرگان با همدان و یا تفاوت در شرایط محیطی تاثیرگذار بر بیماری ناشی شود.

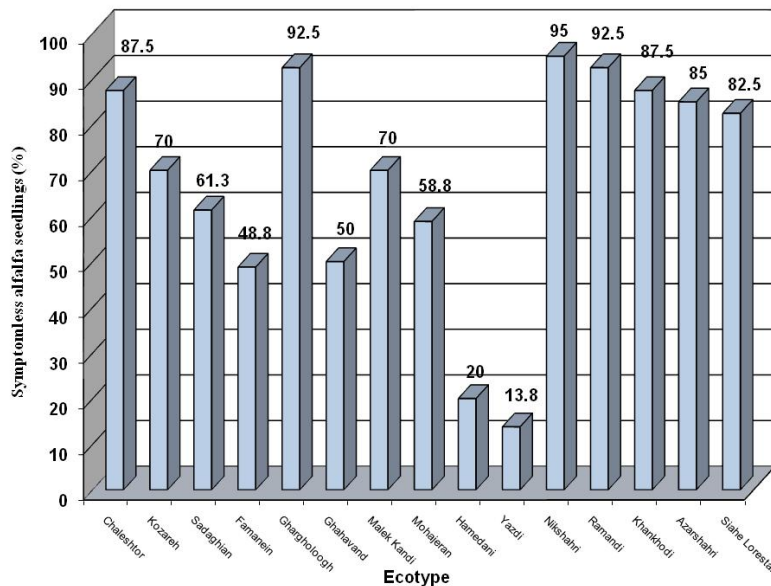
از آن‌جا که همگن بودن واریانس تیمارها با استفاده از آزمون لیون (Leven's Test) به کمک نرم‌افزار Minitab ver. 14 اثبات شده بود، می‌توان با مقایسه میانگین شدت بیماری برای هر اکوتیپ در سه منطقه همدان، گرگان و زنجان (جدول ۳) نتیجه گرفت که در اکثر اکوتیپ‌ها میزان ابتلا به بیماری و شدت بیماری مشاهده شده بر مبنای درصد آلودگی برگ‌ها به جز چند مورد مشابهت وجود داشته اگرچه رتبه‌بندی اکوتیپ‌ها در هر منطقه اندکی متفاوت با مناطق دیگر بود که این تفاوت‌ها طبیعی به نظر رسیده و می‌تواند در اثر عوامل

مختلفی چون تفاوت در بیماریزائی جدایه‌های قارچ عامل بیماری در سه منطقه، تفاوت در فشار اپیدمیولوژیکی هر منطقه و شرایط محیطی حاکم در زمان گسترش بیماری و دیگر عوامل دخیل در پیشرفت بیماری ایجاد شود. در این میان اکوتیپ‌های سیاه بومی لرستان و قهوند با بروز حساسیت بیشتر به ترتیب با شدت آلودگی ۶۱/۳٪ و ۶۰٪ در منطقه همدان تفاوت بارزتری نسبت به میزان شدت بیماری در دو منطقه دیگر نشان دادند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) داده‌های مربوط به میانگین شدت بیماری اکوتیپ‌ها در سه منطقه آزمایشی مشخص کرد که بین تیمارهای آزمون یعنی اکوتیپ‌ها با احتمال بیش از ۹۹٪ تفاوت معنی‌دار از نظر واکنش به بیماری وجود دارد ولی تفاوت معنی‌داری بین مناطق آزمایش از این نظر مشاهده نشد. به عبارت دیگر در هر سه منطقه شرایط مناسب برای بررسی واکنش اکوتیپ‌ها نسبت به بیماری وجود داشته و بررسی بیماری در هر یک از مناطق یاد شده امکان‌پذیر است. بدیهی است جهت حصول نتایج کامل‌تر در این زمینه نیاز به تکرار ارزیابی‌ها در تحقیقات تکمیلی که منجر به معرفی رقم می‌شوند است تا با در دست داشتن داده‌های بیشتر ارزیابی مطمئن‌تر و بهتری در این زمینه ارائه شود. نتایج بررسی و مقایسه میانگین داده‌های مربوط به شدت بیماری اکوتیپ‌ها در سه منطقه آزمایشی (جدول ۳) نشان داد که در مجموع از میان ۱۵ اکوتیپ تحت بررسی، اکوتیپ‌های یزدی،

همدانی و سیاه بومی لرستان به ترتیب با میانگین شدت بیماری ۶۷/۴٪، ۵۵/۳٪ و ۴۳/۹٪ بیشترین حساسیت به بیماری و اکوتیپ‌های نیک‌شهری، ملک‌کندی و قارقلوق به ترتیب با ۱۸/۴٪، ۲۶/۸٪ و ۲۶/۳٪ بیشترین مقاومت را به بیماری داشتند و سایر اکوتیپ‌ها از حساسیت یا مقاومت نسبی بین مقادیر ذکر شده فوق برخوردار بودند.

نتایج بررسی آلودگی اکوتیپ‌های یونجه در آزمون گلخانه‌ای پس از مشاهده علائم و تعیین درصد گیاهچه‌های فاقد آلودگی برای هر اکوتیپ در شکل ۱ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که در آزمون گلخانه‌ای اکوتیپ‌های یزدی، همدانی با دارا بودن کمترین درصد گیاهچه‌های فاقد علائم بیماری (به ترتیب با ۱۳/۸ و ۲۰ درصد) حساسیت بالاتری نسبت به بیماری در مقایسه با سایر اکوتیپ‌ها نشان داده و اکوتیپ‌های نیک‌شهری، قارقلوق و رامندی با کمترین بروز علائم بیماری و یا به عبارتی با دارا بودن بیشترین درصد گیاهچه‌های فاقد علائم (به ترتیب با ۹۵، ۹۲/۵ و ۹۲/۵ درصد) مقاومت خوبی را نسبت به بیماری در شرایط گلخانه‌ای نشان دادند. بقیه ارقام نیز حساسیت نسبی به بیماری نشان دادند. نتایج آزمون گلخانه‌ای (با جدایه زنجان) تا اندازه‌ای با نتایج حاصل از آزمایش مزرعه‌ای در زنجان (به جز اکوتیپ رامندی که حساسیت نسبی در مزرعه نشان داد) مشابهت نشان داد به طوری که میزان همبستگی مثبت و نسبتاً بالائی بین این دو



شکل ۱- مقایسه در صد گیاهچه‌های فاقد علائم در اکوتیپ‌های مختلف یونجه پس از آلودگی مصنوعی به بیماری سفیدک کرکی در آزمون گلخانه‌ای

Fig. 1. Comparison of symptomless seedlings percentage of different alfalfa ecotypes after artificial inoculation with downy mildew disease in greenhouse test

جدول‌های ۴ و ۵، و نتایج مقایسه میانگین صفات فوق در چین اول و مجموع چین‌ها برای کل مناطق در جدول ۶ درج شده است. در مجموع با مراجعه به جدول ۴ که خلاصه تجزیه واریانس مرکب صفات زراعی اکوتیپ‌ها در هر سه منطقه است و با مشاهده و مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۶ چنین نتیجه گرفته می‌شود بین تیمارها از نظر صفات فوق تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود داشت. در مجموع در کل مناطق مورد بررسی از نظر عملکرد تر، اکوتیپ‌های مهاجران و ملک‌کندی به ترتیب با ۱۹/۲ و ۱۹/۱ تن در هکتار در چین اول و اکوتیپ‌های مهاجران، همدانی و ملک‌کندی به ترتیب با ۵۵/۶، ۵۴/۳ و ۵۳/۷ تن در هکتار در مجموع عملکرد اکوتیپ‌های برتر بودند (جدول ۶). در این میان اکوتیپ‌های نیک‌شهری، خانخودی و یزدی

آزمون مشاهده شد ($r = +0.78$). از طرفی این نتایج با نتایج به دست آمده در تحقیقات قبلی (Arjmandian and Hedjaroude, 1998) (Rahjoo *et al.*, 2004) مشابهت دارد.

به منظور بررسی صفات زراعی مهم اکوتیپ‌ها در کنار صفت تحمل به بیماری سفیدک کرکی و بررسی ارتباط آن‌ها، صفات زراعی نظیر عملکرد علوفه تر و خشک در هر چین برداری در هر سه منطقه اندازه‌گیری و ثبت شدند. از آن‌جا که بیماری عمدتاً در فصل بهار و پیش از چین برداری اول وقوع یافته و در مزرعه مشاهده می‌شود، داده‌های مربوط به چین اول از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و در کنار داده‌های مربوط به سایر چین‌ها (مجموع چین‌ها) در جدول‌های مربوطه ثبت شدند. نتایج مربوط به تجزیه واریانس مرکب عملکرد در چین اول و در چین‌های مختلف در

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب مربوط به عملکرد علوفه تر و خشک اکوتیپ‌های یونجه در سه منطقه زنجان، همدان و گرگان

Table 4. Combined analysis of variance for fresh and dry forage yield of alfalfa ecotypes in three locations Zanjan, Hamedan and Gorgan

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS			
			چین اول First cutting		مجموع عملکرد Total yield	
			عملکرد تر Fresh yield	عملکرد خشک Dry yield	عملکرد تر Fresh yield	عملکرد خشک Dry yield
Location (L)	مکان	2	1804.62*	145.319**	9994.414**	381.531**
Error	خطا	9	26.967	0.934	178.858	4.241
Ecotypes(A)	اکوتیپ	14	116.278**	6.883**	452.517**	33.596**
L×A	مکان × رقم	28	14.277**	1.634**	69.436**	8.361**
Error	خطا	126	9.524	0.509	43.188	2.300
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		19.53	20.24	13.44	14.92

* و **: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه تر و خشک اکوتیپ‌های یونجه در چین‌های مختلف در سه منطقه

Table 5. Combined analysis of variance for fresh and dry forage yield on alfalfa ecotypes in different cuttings in three locations

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS	
			عملکرد خشک Dry yield	عملکرد تر Fresh yield
Location (L)	مکان	2	79.596**	357.699**
Cutting (C)	چین	4	1361.346**	35.501**
C × L	مکان × چین	4	199.715**	9.814**
R (C × L)	تکرار (مکان × چین)	33	18.263	0.776
Ecotype (E)	اکوتیپ	14	120.417**	10.233**
L × E	مکان × اکوتیپ	28	22.943**	3.095**
C × E	چین × اکوتیپ	56	19.696**	1.114**
E × C × L	اکوتیپ × مکان × چین	56	8.007**	0.712**
Error	خطا	462	7.332	0.349
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		20.310	21.300

** : Significant at 1% probability level.

** : اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

ملک کندی به ترتیب با ۴/۲ و ۴/۱ تن در هکتار در چین اول و همدانی با ۱۱/۷ تن در هکتار در مجموع چین‌ها

کمترین میزان عملکرد را هم در چین اول و هم در مجموع چین‌ها دارا بودند. از نظر عملکرد خشک نیز اکوتیپ‌های مهاجران و

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر و خشک اکوتیپ‌های یونجه در آزمایش مزرعه‌ای در سه منطقه

Table 6. Mean comparison of fresh and dry forage yield of alfalfa ecotypes in field experiment in three locations

Ecotype	اکوتیپ	مجموع عملکرد		چین اول	
		Total yield		First cutting	
		Dry yield (tha ⁻¹)	Fresh yield (tha ⁻¹)	Dry yield (tha ⁻¹)	Fresh yield (tha ⁻¹)
Chaleshtor	چالشتر	9.9d	50.4abc	3.5b	16.4abc
Kozareh	کوزره	11.2abcd	52.2abc	3.9ab	16.3bcd
Sadaghian	صدقیان	11.5abc	53.0abc	4.0ab	17.6abc
Famanein	فامنین	10.6abcd	47.3c	3.9ab	16.0c
Ghargholoogh	قارقلوق	10.4abcd	50.6abc	3.7ab	16.5abc
Ghahavand	قهاوند	11.6ab	51.1abc	3.8ab	15.7c
Malek Kandi	ملک کندی	11.1abcd	53.7ab	4.1ab	19.1ab
Mohajeran	مهاجران	11.5ab	55.6a	4.2a	19.2a
Hamedani	همدانی	11.7a	54.3ab	3.9ab	17.5abc
Yazdi	یزدی	8.3e	40.8d	2.5c	11.6d
Nikshahri	نیک شهری	6.2f	34.2e	1.7d	8.4e
Ramandi	رامندی	10.2bcd	49.7abc	3.7ab	18.4abc
Khankhodi	خانخودی	7.1ef	39.1de	2.2cd	10.9d
Azarshahri	آذر شهری	10.1cd	49.1bc	3.6ab	15.9c
Siahe Lorestan	سیاه لرستان	10.7abcd	52.2abc	3.9ab	17.5abc

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

شاهد حساس و مقاوم به بیماری مورد استفاده قرار گرفتند از نظر عملکرد وضعیت چندان مناسبی نداشته و در مقایسه با سایر اکوتیپ‌ها در برخی مناطق پائین‌ترین سطح را به خود اختصاص دادند. از آن‌جا که این اکوتیپ‌ها گرمسیری هستند می‌توان فرض کرد که به دلیل عدم سازگاری در مناطق سردسیری عملکرد بالائی نداشته‌اند و در این راستا

اکوتیپ‌های برتر بودند. با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت که رابطه‌ای مشخص و قابل توجه بین حساسیت به بیماری و عملکرد وجود نداشت به گونه‌ای که مثلاً اکوتیپ همدانی و یزدی که هر دو به بیماری حساس بودند از نظر عملکرد رفتار متفاوتی نشان دادند. به نظر می‌رسد اکوتیپ‌های یزدی و نیک شهری که به عنوان

سازگاری اکوتیپ به شرایط منطقه از اهمیت بیشتری نسبت به حساسیت یا مقاومت به بیماری برخوردار بوده و تاثیر بیشتری بر عملکرد داشته است، به طوری که اکوتیپ‌های مهاجران و همدانی به دلیل سازگاری بهتر و پتانسیل‌های بیشتر علی‌رغم حساسیت نسبی به بیماری عملکرد مناسبی در اکثر مناطق داشته‌اند. در این میان اکوتیپ ملک‌کندی و پس از آن اکوتیپ‌های رامندی و صدقیان و حتی قارقلوق را می‌توان به عنوان اکوتیپ‌هایی که هم مقاومت خوبی به بیماری سفیدک داخلی یونجه داشته و هم از عملکرد مناسبی برخوردارند معرفی کرد، به عبارت بهتر معرفی ارقام پر محصول در عین حال مقاوم به بیماری معقول به نظر می‌رسد.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که اکوتیپ‌های قره یونجه (مانند ملک‌کندی، قارقلوق، آذرشرقی و صدقیان) مقاومت بیشتری به قارچ عامل بیماری سفیدک کرکی یونجه در مقایسه با اکوتیپ‌های همدانی (مانند همدانی، مهاجران، قهاوند و فامنین) نشان داده‌اند. این نتایج می‌تواند مورد استفاده متخصصان اصلاح نباتات برای انتخاب اکوتیپ‌های قره یونجه به عنوان منابع دارای مقاومت به بیماری سفیدک کرکی و انتقال این صفت به ارقام مورد نظر قرار گیرد.

از آن‌جا که بیماری معمولاً در اوایل بهار که مصادف با چین اول در مناطق مورد آزمایش است شیوع پیدا می‌کند، چین اول بیشتر تحت تاثیر بیماری قرار می‌گیرد ولی با

چین برداری و رشد مجدد بوته‌ها در ماه‌های بعدی که بیماری وجود ندارد اثر افت عملکرد جبران می‌شود. با این توضیح به نظر می‌رسد در اغلب موارد و مناطق کشت یونجه صرف زمان و هزینه برای مقابله با این بیماری در اولویت نباشد، اما با توجه به این که مناطق یادشده و دیگر مناطقی که شرایط شیوع بیماری را به واسطه شرایط آب و هوایی خود دارند در صورت مساعد شدن شرایط محیطی و افزایش بارندگی حتی پس از چین اول ممکن است با پیشرفت بیماری و خسارت شدید روبرو شوند، استفاده از اکوتیپ‌هایی مانند ملک‌کندی، رامندی و صدقیان که علاوه بر دارا بودن عملکرد مناسب به بیماری نیز مقاوم هستند در کنار سایر روش‌های کنترل بیماری توصیه و پیشنهاد می‌شود در آزمون‌های نهائی و انتخاب لاین‌های امیدبخش که منجر به معرفی رقم می‌شود این موضوع مورد توجه قرار گیرد. همچنین استفاده از اکوتیپ‌هایی نظیر نیک‌شهری و ملک‌کندی در بررسی‌های ژنتیکی که نوع و نحوه توارث ژن‌های مقاوم به بیماری را مطالعه می‌کنند می‌تواند مفید باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری آقایان مهندس جهانبخش سوری و مهندس غلامرضا طاهریون به خاطر همکاری در انجام این تحقیق تشکر و قدر دانی می‌شود.

References

- Arjmandian, A., and Hedjaroude, G. 1998.** Study on alfalfa downy mildew disease and climatical conditions affecting the epidemics of disease in Hamedan province. Proceedings of the 13rd Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran. Page 95 (in Persian).
- Arjmandian, A., Sharifi Tehrani, A., and Okhovvat, S. M. 1998.** Susceptibility of 15 alfalfa cultivars to downy mildew disease in laboratory and field conditions. Proceedings of the 13rd Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran. Page 96 (in Persian).
- Behdad, E. 1990.** Diseases of Crop Plants in Iran. Neshat Publications, Isfahan, Iran. 425 pp. (in Persian).
- Berkenkamp, B., Folkins, L. P., and Meeres, J. 1978.** Resistance of alfalfa cultivars to downy mildew. Canadian Journal of Plant Science 58: 893-894.
- Busbice, T. H., Hill, R. R. Jr., and Carnahan, H. L. 1972.** Genetics and breeding procedures. pp. 283-318. In: Hanson, C. H. (ed.) Alfalfa Science and Technology. American Society of Agronomy, Wisconsin, USA.
- Johnson, L. B., Davis, L.C., and Stuteville, D. L. 1980.** Ethane and ethylene evolution from alfalfa seedling infected with *Peronospora trifoliorum*. Physiological Plant Pathology 16: 155-162.
- Kehr, W. F. 1978.** Multiple pest resistance in alfalfa. Agricultural Research, USA 26 (10): 3-4 .
- Leath, K. T., Davis, K. H., Wall, Jr. M. E., and Hanson, C. H. 1972.** Vegetative growth responses of alfalfa pathogens to saponin and other extracts from alfalfa (*Medicago sativa* L.). Crop Science 12: 851-856.
- Rahjoo, V., Moghaddam, A., Mosavat, A., Mazaheri-Laghab, H., and Arjmandian, A. 2004.** Study on the resistance of different alfalfa cultivars to downy mildew disease. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 126 (in Persian).
- Skinner, D. Z., and Stuteville, D. L. 1985.** Genetics of host-parasite interactions

- between alfalfa and *Peronospora trifoliorum*. *Phytopathology* 75: 119–121.
- Skinner, D. Z., and Stuteville, D. L. 1992.** Geographical variation in alfalfa accessions for resistance to two isolates of *Peronospora trifoliorum*. *Crop Science* 32: 1467-1470.
- Sorensen, E. L., Stuteville, D. L., Horber, E. K., and Skinner, D. Z. 1994.** Registration of KS224 glandular-haired alfalfa germplasm with multiple pest resistance. *Crop Science* 34:544.
- Stuteville, D. L. 1977.** Antibiotics that selectively inhibit bacteria and fungi antagonistic to *Peronospora trifoliorum*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 4: 167-168.
- Stuteville, D. L. 1984.** Evaluating downy mildew resistance. pp. 23-24. In: Elgin, J. H. Jr., (ed.) *Standard Tests to Characterize Pest Resistance in Alfalfa Varieties* U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No.1434. Washington DC, USA.
- Stuteville, D. L., and Erwin, D. C. 1990.** *Compendium of Alfalfa Diseases*. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA. 84 pp.
- Stuteville, D. L., and Skinner, D. Z., 1987.** Effect of selection for downy mildew resistance in alfalfa on Saponin content. *Crop Science* 27: 906-908.
- Thyr, B. D., Hartman, B. J., Hunt, O. J., and McCormick, J. A., 1978.** Response of alfalfa cultivars to *Peronospora trifoliorum* in Western Nevada. *Plant Disease Reporter* 62: 338 –339.