



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

بیماری کوتولگی زیر ذرت در ایران

و مدیریت آن

نگارنده:

محمود معصومی

شماره ثبت:

۶۲۰۰۶

۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران و مدیریت آن

نگارنده:

محمود معصومی

۱۴۰۱

مخاطبان نشریه فنی: ناظرین، مروجین و کارشناسان حفظ نباتات، مراکز تحقیقات، آموزش کشور

مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، نشریه فنی

بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران و مدیریت آن

نگارنده: محمود معصومی

ناشر: مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۱

شماره و تاریخ ثبت نشریه: شماره ثبت ۶۲۰۰۶ مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی

تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۶	نشانه‌های بیماری
۱۳	دامنه میزبانی
۱۵	عامل بیماری
۲۱	مقایسه ویروس کوتولگی گال سیاه برنج با فیجی ویروس‌های دیگر در دنیا
۲۶	انتقال
۲۸	چرخه بیماری کوتولگی زبر ذرت
۳۰	مدیریت بیماری
۳۲	روشهای مبارزه
۳۸	نگرشی بر آینده
۴۰	منابع فارسی
۴۵	منابع انگلیسی

ذرت^۱ یکی از محصولات مهم اقتصادی و استراتژیک است که موارد استفاده زیادی در تغذیه دام، تغذیه انسان و صنعت دارد. ذرت از نظر میزان تولید پس از گندم و برنج در سطح جهانی مقام سوم را دارا است و به دلیل نیاز مبرم به این محصول برای تغذیه دام و طیور، مقادیر بسیار زیادی ذرت از کشورهای خارجی وارد کشور می‌شود. توسعه کشت ذرت در سال‌های اخیر نیاز به واردات این محصول را تا حد قابل توجهی کاهش داده است. با این همه تبعاتی مانند طغیان ویروس‌های گیاهی به همراه داشته است. ویروس‌های گیاهی از جمله عوامل زیانباری هستند که بطور معمول باعث کاهش عملکرد و خسارت اقتصادی می‌شوند. این عوامل معمولاً بصورت اندمیک و گاهی با شیوع گسترده در یک منطقه بصورت طغیانی خسارت غیر قابل جبرانی وارد می‌کنند (ایزدپناه ۱۳۶۵).

تاکنون بیش از ۵۰ ویروس در سراسر دنیا از ذرت گزارش شده است (Lapierre & Signoret 2004) ولی تعداد اندکی از آنها در مناطق مختلف دنیا زیانبار شناخته شده‌اند. برخی از این ویروس‌ها مانند پوتی‌ویروس‌های غلات و ویروس‌های کوتولگی زرد جو گسترش جهانی دارند (Lapierre & Signoret 2004). برخی دیگر به مناطق خاصی محدود می‌شوند و خسارت‌های جبران ناپذیری برجا می‌گذارند. ویروس کوتولگی زبر ذرت^۲ در اروپا (Signoret et al. 2004)، ویروس ریادوفینو ذرت^۳ در آمریکای مرکزی و جنوبی، ویروس موزائیک ذرت (Tsai & Falk 2004) در آمریکای شمالی، ویروس رگه‌ای ذرت^۴ در آفریقا (Peterschmitt 2004) و

¹ *Zea mays* L.

² *Maize rough dwarf virus*, MRDV

³ *Maize rayado fino virus*, MRFV

⁴ *Maize streak virus*

ویروس کوتولگی رگه سیاه برنج^۵ در جنوب شرق آسیا از مهمترین ویروس‌های ذرت در دنیا هستند. این ویروس‌ها اگر چه در یک منطقه خاصی گسترش دارند ولی خسارت‌های سنگینی ایجاد می‌کنند. ویروس‌های دیگری نیز هستند که در درجات بعدی اهمیت قرار دارند (مراجعة شود به Lapierre & Signoret, 2004). خسارت هر یک از این ویروس‌ها از ۱۵٪ تا ۸۰٪ گزارش شده است (Lapierre & Signoret, 2004). برخی از ویروس‌های ذرت که در کشورهای دیگر گزارش شده‌اند در ایران نیز وجود دارند مانند ویروس موزائیک نیشکر^۶ (معصومی و همکاران ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶)، ویروس رگه سبزاک مرغ^۷ (مساح وایزد پناه ۱۳۷۷)، ویروس خراشک مرغ^۸ ولی روی ذرت اهمیت اقتصادی ندارند (Masumi & Izadpanah 1996, Izadpanah et al. 2002). به علاوه ویروس‌های دیگری نیز وجود دارند که بومی ایران هستند مانند ویروس موزائیک ایرانی ذرت^۹ در نیمه جنوبی و نواحی مرکزی کشور که اهمیت آن کمتر از کوتولگی زبر ذرت نیست. این ویروس در سال ۱۳۵۸ گزارش شد و توام با بیماری کوتولگی زبر ذرت در همان مناطق گسترش یافته و خسارت وارد کرده است (ایزدپناه و پروین ۱۳۵۸، ایزدپناه و همکاران ۱۳۷۲، 2004 Izadpanah). در مناطق شمالی ایران پوتی ویروس موزائیک ایرانی قیاق^{۱۰} خسارت وارد می‌کند. IJMV گسترده ترین ویروس ذرت در ایران است ولی اهمیت اقتصادی آن بطور دقیق مشخص نشده است (معصومی ۱۳۹۸، معصومی و ایزدپناه ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، معصومی و همکاران، ۱۳۸۰، ۱۳۸۳؛ زارع و همکاران، ۱۳۸۳).

⁵ Rice black-streak dwarf virus, RBSDV

⁶ Sugarcane mosaic virus, SCMV

⁷ Cynodon chlorotic streak virus, CCSV

⁸ Bermuda grass etched-line virus, BELV

⁹ Maize Iranian mosaic virus, MIMV

¹⁰ Iranian Johnson grass mosaic virus, IJMV

بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران اولین بار در سال ۱۳۶۰ در استان فارس مشاهده شد و در این سال میزان آلودگی در مزارع ذرت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) حدود ۳۵٪ تخمین زده شد و در سال ۱۳۶۲ میزان آلودگی تا ۵۰ درصد برآورد گردید (ایزدپناه و همکاران ۱۳۶۲). در سال ۱۳۷۰ این ویروس خالص سازی و بطور سرولوژیکی مطالعه شد (بهجت نیا و ایزد پناه ۱۳۷۰). با اینکه این بیماری در سال‌های بعد نیز در مزارع ذرت مشاهده می‌شد ولی میزان آلودگی پائین و در مواردی ناچیز بود تا اینکه در سال ۱۳۸۲ اپیدمی وسیعی مزارع ذرت شهرستان مرودشت و برخی مناطق دیگر استان فارس را فرا گرفت. در این اپیدمی بسیاری از مزارع بیش از ۵۰٪ و برخی نزدیک به ۱۰۰ درصد آلودگی داشتند. در سال ۱۳۸۳ شیوع بیماری در سطح وسیع‌تری تکرار شد و خسارت بیشتری بر جای گذاشت. بدنبال آن در استان‌های مجاور بصورت طغیانی، خسارت فراوانی وارد کرد. در این سال‌ها این بیماری در استان‌های جنوبی کشور شامل اصفهان، فارس، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری و کرمان گسترش وسیعی پیدا کرد. این بیماری براساس علائم بیماری، رابطه سرولوژیک و مشخصات مورفولوژیک ویروس عامل بیماری و مشابهت آن با ویروس کوتولگی زبر ذرت که از اروپا و فلسطین اشغالی گزارش شده بود، به همین نام معرفی شد.

بیماری کوتولگی زبر ذرت^{۱۱} اولین بار در سال ۱۹۴۹ از ایتالیا گزارش شد (Conti 1983). سپس بیماری مشابهی با اسامی مختلف در مزارع ذرت فرانسه، پرتغال، اسپانیا، سوئیس، سوئد و فلسطین اشغالی مشاهده گردید (Conti 1987, Dovas et al. 2003). این بیماری بدنبال ورود ارقام جدید آمریکایی به اروپا شایع شد (Conti 1983) و در برخی کشورها اپیدمی شدیدی ایجاد کرد که منجر به حدود ۸۰ درصد

¹¹ Maize rough dwarf disease

خسارت شد (Antignus and Klein 1984). این بیماری در چین نیز گزارش شده و گسترش آن در جنوب این کشور نسبت به سایر بیماری‌ها بیشتر بوده است (Chen et al. 1995).

عامل این بیماری در ذرت در مناطق مختلف جهان متفاوت است. در کشورهای اروپایی و فلسطین اشغالی ویروس کوتولگی زیر ذرت^{۱۲} از جنس فیجی ویروس^{۱۳} تیره رئوویریده^{۱۴} می‌باشد (Milne et al. 1973). ولی در کشورهای آمریکای جنوبی *Mal de Rio cuarto virus* (MRCV) و در کشورهای جنوب شرق آسیا در ذرت و همینطور در برنج ویروس کوتولگی رگه سیاه برنج^{۱۵} عامل این بیماری می‌باشند (Milne et al. 1983, Shikata and Kitagawa 1977, Luisoni et al. 1973). MRCV تا کنون از آرژانتین و اوروگوئه گزارش شده است و در آرژانتین در سال ۱۹۹۶ تا ۱۲۰ میلیون دلار به کشت ذرت خسارت وارد کرد (Lenardon et al., 1998). هر سه ویروس از لحاظ تاکسونومیکی نزدیک به یکدیگر هستند (Milne and Luisoni 1977, Milne and Lovisolo 1977). RBSDV در چین اساساً از برنج گزارش شده است و علاوه بر آن، ذرت را نیز آلوده می‌کند و در آن علائم کوتولگی زیر ایجاد می‌کند (Azuhata et al. 1993, Uyeda 2004, Yu & Liu 2004, Zhang et al. 2001b, 2008). MRDV دامنه میزبانی وسیعی در بین گیاهان تیره غلات^{۱۶} دارد ولی تاکنون ذرت تنها میزبان مهم اقتصادی آن بوده است (Signoret et al 2004,).

¹² Maize rough dwarf virus (MRDV)

¹³ Fijivirus

¹⁴ Reoviridae

¹⁵ Rice black-streaked dwarf virus, RBSDV

¹⁶ Poaceae

MRDV (Lovisolo 1971, Nome and Tyssandier 1984) در طبیعت روی برنج گزارش نشده است (Signoret *et al* 2004).

پدیده مهم دیگری که در همان سال‌های دهه هشتاد یعنی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ در مناطق انتشار بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران رخ داد، بروز بیماری مشابهی در مزارع برنج در استان فارس بود که بر اساس علائم و مشخصات ویروس عامل بیماری و شباهت آن با بیماری کوتولگی رگه سیاه برنج در جنوب شرق آسیا عامل بیماری موقتاً بنام **ویروس کوتولگی گال سیاه برنج**^{۱۷} نامیده شد (کامران و همکاران ۱۳۷۹). طغیان و خسارت این ویروس در مزارع برنج به ویژه حوزه سد درودزن موجب نگرانی کشاورزان و مسئولین شد. از آن زمان مطالعات گسترده‌ای در مورد این دو بیماری آغاز شد. این مطالعات با شیوع گسترده ویروس در سال‌های بعد در استان فارس و استان‌های مجاور افزایش یافت. خالص‌سازی، تهیه سیستم تشخیص سرولوژیک، نحوه انتقال و بررسی ناقل از نظر دامنه میزبانی و ترجیح میزبانی، دامنه میزبانی ویروس، مقایسات سرولوژیک و نهایتاً بررسی‌های مولکولی بر اساس تعیین ترادف حدود ۷۰ درصد از ژنوم ویروس و مقایسه آن با سایر فیجی ویروس‌های گزارش شده به ویژه MRDV و RBSDV و بطور دقیقتر مقایسه کامل عامل دو بیماری کوتولگی زبر ذرت و کوتولگی گال سیاه برنج و آنالیز فیلوژنتیک آنها نتایج ارزشمندی از ماهیت ویروس و جایگاه تاکسونومیکی آن بدست داد. براساس مطالعات انجام شده، به ویژه آنالیزهای فیلوژنتیک و علائم شناسی و صفات دیگر مشخص شد که عامل این دو بیماری در دو گیاه ذرت و برنج یکی است (نوری ۱۳۸۵، نوری و همکاران ۱۳۸۵) و با ویروس‌های کوتولگی زبر ذرت در اروپا (MRDV) و

¹⁷ Rice black gall dwarf virus, RBGDV

کوتولگی رگه سیاه برنج (RBSDV) متفاوت است، بنابر این در این نشریه نام **ویروس کوتولگی گال سیاه برنج (RBGDV)** که قبلا به عنوان عامل بیماری در برنج نامگذاری شده است به عنوان **عامل بیماری کوتولگی زبر ذرت** پیشنهاد می شود (کامران و همکاران ۱۳۷۹).

در این نشریه قسمتی از مطالعات انجام شده در زمینه بیماری شناسی کوتولگی زبر ذرت و مقایسه آن با بیماری کوتولگی گال سیاه برنج و همینطور وضعیت تاکسونومیک آن در بین فیجی ویروس ها و مقایسه آن با فیجی ویروس های دیگر ارائه می گردد.

نشانه های بیماری

نشانه های بیماری کوتولگی زبر ذرت به صورت کاهش رشد بوته ها و کوتاه ماندن و راست ایستادن برگها، و ایجاد گالهای ریز روی رگبرگ ها در پشت برگ و غلاف بلالهاست (شکل ۱ و ۲)، فاصله بین برگ ها بسیار کم و ساقه ضخیم و حالت پیچیدگی نشان می دهد. خسارت این بیماری به زمان آلودگی بوته به ویروس عامل بیماری بستگی دارد، به طوری که اگر بوته ها در مراحل اولیه رشد آلوده شوند منجر به خشک شدن جوانه انتهایی و مرگ گیاهچه می شود. در بوته های رشد کرده کوتولگی کمتر مشاهده می شود. معمولا برجستگی های روی رگبرگ در پشت برگ گالهای ریزی^{۱۸} بوجود می آید که زبری ایجاد می کند. اما میزان خسارت با زمان آلودگی رابطه مستقیم دارد. آلودگی در مراحل اولیه رشد خسارت بیشتری بجای می گذارد (شکل ۳). در این بیماری کوتولگی زبر ذرت در اروپا برگ ها سبز تیره می شوند ولی در ایران رنگ برگ به زردی و کلروز و گاهی قرمزی تمایل دارد

¹⁸ enation

(شکل ۱). در محل گال‌های ریز در رگبرگ‌ها نقاط و خطوط روشن نورگذار^{۱۹} ایجاد می‌شود که اصطلاحاً به آن دریچه^{۲۰} می‌گویند (شکل ۲).

در برنج علائم با تورم رگبرگ در سطح زیرین برگ، و نیز روی غلاف و ساقه‌ها، روشن شدن رگبرگ‌ها، ایجاد گالهای کوچک به رنگ سبز روشن در طول آن‌ها شروع می‌شود و به تدریج به صورت نقاط و خطوط قهوه‌ای و سیاه در می‌آید (شکل ۴). همراه با کوتولگی بوته‌ها، برگ‌ها رنگ سبز تیره به خود می‌گیرند. بدشکلی بوته، چمنی شدن و مضرس شدن لبه برگ‌ها و تولید خوشه‌های ناقص از علایم دیگر بیماری است. در برنج بیماری مشهور کوتولگی گال سیاه برنج^{۲۱} را ایجاد می‌کند (یاسایی و همکاران ۱۳۸۳). در گندم که به‌طور طبیعی آلوده شده رنگ پریدگی در برگ‌ها، چمنی شدن بوته‌ها (شکل ۴) و همینطور مضرس شدن لبه برگ‌ها نیز دیده می‌شود. در شرایط گلخانه عامل بیماری کوتولگی زبر ذرت در برنج، گندم، ارزن پانیکوم (شکل ۶)، دژگال، چاودار، و جو (شکل ۷) بیماری ایجاد کرد. در جو و گندم برخی از این علایم مشاهده می‌شود.

¹⁹ translucence

²⁰ window

²¹ Rice black gall dwarf



شکل ۱- کوتولگی شدید بوته‌های ذرت همراه با علائم بیماری بصورت راست ایستادن برگ‌ها، زردی و ارغوانی شده و نکروز برگ‌ها و برجستگی نقاط ریز روی رگبرگ در پشت برگ در اثر ویروس کوتولگی گال سیاه برنج (عکس از معصومی، م.)



شکل ۲- نقاط و خطوط ظریف بصورت برجستگی‌ها ریز در پشت برگ ذرت که بدلیل نورگذاردن بودن (translucence) به آن دریچه (window) اطلاق می‌شود از علائم ویروس کوتولگی گال سیاه برنج (عکس از معصومی، م.).



شکل ۳- کوتولگی شدید بوته‌های ذرت آلوده به ویروس و مرگ آنها در مقایسه با بوته‌های سالم در مزرعه (عکس از معصومی، م.).



شکل ۴- بروز گال‌های سیاه و خطی در طول برگ به موازات رگبرگ‌ها (نشانه پیکان) و روی غلاف ساقه در برنج از علائم ویروس کوتولگی گال سیاه برنج در مزرعه (عکس از معصومی، م.۹۰).



شکل ۵- کوتولگی و چمنی شدن شدید گندم در اثر آلودگی طبیعی به ویروس کوتولگی گال
سیاه برنج. کلروز و زردی برگها که از نوک برگ شروع می شود (عکس از معصومی، م.).



شکل ۶- کاهش رشد شدید، مضرس شدن حاشیه برگها در ارزن پانیکوم در آلودگی در گلخانه (سمت راست) و در آلودگی طبیعی جو (سمت چپ). در بعضی دیگر از گیاهان نیز این علائم به چشم می خورد (عکس از معصومی، م.).



شکل ۷- جوه‌های آلوده به RBGDV دارای علائم کلروز همراه با کوتولگی و نقاط و خطوط ظریف برجسته روی رگبرگ‌ها (عکس از معصومی، م.).

دامنه میزبانی

RBGDV دامنه میزبانی وسیعی در بین گیاهان تیره غلات دارد (جدول ۱) و تعدادی از گیاهان تیره اوپاریاسلام^{۲۲} را نیز آلوده می‌کند ولی تاکنون ذرت تنها میزبانی است که خسارت آن مهم و اقتصادی محسوب می‌شود. برنج مهمترین میزبان ویروس بعد از ذرت به حساب می‌آید. این ویروس بطور طبیعی انواع برنج، گندم، جو، اوپاریاسلام، ارزن دم روپاهی، دژگال را آلوده می‌کند (کامران و همکاران ۱۳۷۹، نوری ۱۳۸۵، هرتمنی و ایزدپناه ۱۳۸۵، معصومی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده). علف‌های هرزی مانند دژگال، چمن، گندم خودرو، جو و علف‌های هرز دیگر میزبان که پراکنش وسیعی در اکثر مناطق معتدل دارند در اپیدمی این بیماری نقش مهمی بازی

²² Cyperaceae

می‌کنند. این گیاهان هم می‌توانند میزبان ویروس باشند و هم پناهگاه مناسبی برای ناقلین بحساب می‌آیند. اما بررسی گیاهان مرغ، قیاق، انواع یولاف، رشدی، بروموس (برآویز)، سورگوم و سودان گراس که بطور طبیعی جمع‌آوری شده‌بود و یا در شرایط گلخانه مورد آزمایش قرار گرفته بودند هیچگونه آلودگی نشان نداد (کامران و همکاران ۱۳۷۹، نوری ۱۳۸۵، هرتمنی و ایزدپناه ۱۳۸۵، معصومی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده) (جدول ۱). در دامنه میزبانی MRDV اروپایی دامنه میزبانی متفاوتی دارد. MRDV بطور طبیعی انواع یولاف، گندم، جو، مرغ. دژگال، *Digitaria sanguinalis* و *Setaria verticillata* را آلوده می‌کند (Signoret et al 2004, Lovisolo 1971, Nome & Tyssandier 1984) ولی برنج را آلوده نمی‌کند در صورتی که برنج میزبان اصلی RBGDV می‌باشد. اما بطور کلی این گیاهان هم می‌توانند میزبان ویروس باشند و هم پناهگاه مناسبی برای ناقلین این گروه از فیجی ویروس‌ها بحساب می‌آیند (معصومی و همکاران، مطالعات منتشر نشده، Conti 1987, Harpaz 1972b).

MRCV گیاهان گندم، جو، سورگوم، یولاف را بطور طبیعی آلوده می‌کند. طبق گزارش Rodriguez Pardina و همکاران (۱۹۹۸) گیاهان رشدی، مرغ، قیاق، اوپارسلام، سوروف، سورگوم ارزن پانیکوم، یولاف و چند علف هرز از تیره غلات بطور طبیعی آلوده می‌شوند.

اما دامنه میزبانی RBSDV در چین محدود به تیره غلات است و غیر از برنج و ذرت که میزبانان اصلی این ویروس هستند، گندم، یولاف، چاودار و جو نیز بطور طبیعی آلوده میشوند (Uyeda 2004). گونه‌های *Agrostis*، *Alopecurus*، *Digitaria*، *Echinochloa*، *Eragrostis*، *Glyceria*، *Lolium*، *Panicum* و *Poa* نیز جزو میزبانان این ویروس گزارش شده است (Morales 2021).

عامل بیماری

RBGDV با پیکره‌های ایزومتریک به قطر ۷۵-۶۰ نانومتر متشکل از کپسید دو لایه (شکل ۸) و ژنوم با ۱۰ قطعه آر ان ای دو رشته‌ای (ds RNA) از جنس *Fijivirus* تیره *Reoviridae* محسوب می‌شود (ایزدپناه و همکاران ۱۳۶۲ و هرتمنی و ایزدپناه، ۱۳۸۵). پوشش پروتئینی این گروه ویروسی دارای ۶ پروتئین و فاقد لیپید و کربوهیدرات می‌باشد (Isogai 2004). ژنوم کامل RBSDV شامل ۱۰ قطعه dsRNA است که با S₁ تا S₁₀ مشخص می‌شود (Wang et al. 2001, 2003, 2006a, b). هرتمنی و ایزدپناه نیز در سال ۱۳۸۵ با استخراج آر.ان.ای دولا از ویروس خالص RBGDV وجود ۱۰ قطعه ژنوم را نشان داده و آنتی سرمی علیه این ویروس تهیه نمودند (هرتمنی و ایزدپناه، ۱۳۸۵).

اخیرا ترادف کامل سویه ایتالیایی MRDV و سویه اسپانیایی MRDV در اروپا تعیین شده است (Achon et al. 2020, Lv et al. 2016). در ایران ترادف قطعات S₇, S₆, S₈, S₉, S₁₀ ویروس کوتولگی گال سیاه برنج تعیین شده است (دردیانی و همکاران ۱۳۸۹). آنالیزهای فیلوژنتیک قطعات مختلف گروه فیجی ویروس‌ها نشان داد که RBGDV با وجود شباهت‌های زیاد به RBSDV (چین) و MRDV (اروپا)، از نظر فیلوژنی با این دو ویروس متمایز است. در درخت فیلوژنتیک RBGDV بین دو ویروس فوق و نزدیک به RBSDV قرار می‌گیرد (شکل ۹).

جدول ۱- دامنه میزبانی طبیعی و آزمایشی ویروس کوتولگی گال سیاه برنج

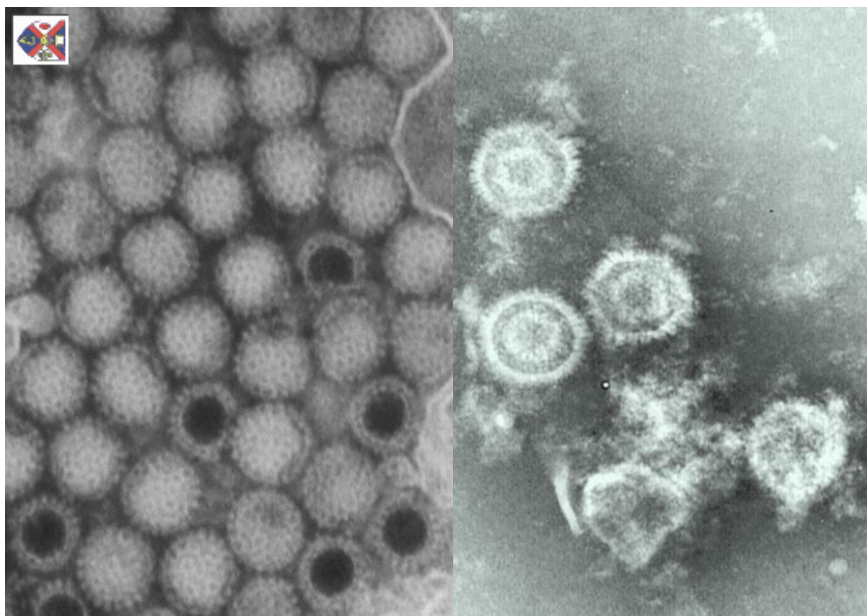
Scientific name ^۱	English name	نام فارسی	Source ^۲	Symptoms	Light absorption ^۳	Assessment		Reference ^۴
						Rice	Maize	
<i>Alopecurus myosuroides</i> <u>Huds.</u>	Black grass	دم روباهی باریک	G	Stunting	0.67	+	+	No,
<i>Bromus sterilis</i> (L.) <u>Panz.</u>	Barren brome	علف پشمکی	G	Stunting with twisting in leaves	0.6	+	+	No, M
<i>Cyperus</i> sp. L.	Nut sedge	اویار سلام	N	Stunting with black galls in stem	0.43	+	+	No, H,
<i>Echinochola colonum</i> L.	Barnyard grass	دژگال	G	-	-	-	-	K, M
<i>Echinochola crussgali</i> (L.) <u>Beauv</u>	Barnyard grass	سوروف	N	Stunting with very small black galls on back of some leaves, twisting in some leaves	0.88	+	+	No, H, K, M

<i>Hordeum murinum</i> L.	Wall barley	جو وحشی	G	Stunting	0.6	+	+	No, H,
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Barley	جو اهلی	G	Stunting with galls in back of leaves and Congressional leaf edges in some leaves	0.9	+	+	No, H, K, M,
<i>Lolium rigidum</i> <u>Gaud.</u>	Annual ryegrass	چچم	G	Stunting with twisting in some leaves	0.35	+	+	No,
<i>Oryza sativa</i> <u>L.</u>	Rice	برنج	N & G	Stunting, with galls in the back of leaves, Stems and pods are dark brown gradually, Lack of root development and dark green in leaves	0.9	+	+	No, H, K, M
<i>Panicum capillare</i> <u>L.</u>	Witch grass	ارزن وحشی	G	Stunting with lots of galls in the back of leaves, Congressional leaf edges and twisting in some leaves	0.7	+	+	No, H,
<i>Poa annua</i> <u>L.</u>	Annual blue grass	چمن	G	Stunting with small light green galls	0.4	+	?	No, H
<i>Polypogon monspeliensis</i> (<u>L.</u>) <u>Desf.</u>	Rabbits food grass	علف داسه، شال دم	G	Stunting with quick drying of plant	0.5	+	+	No,

<i>Secale cereale</i> <u>L.</u>	Rye	چاودار	G	Stunting with twisting in leaves	0.86	+	+	No, K, M
<i>Setaria italica</i> (L.) P.Beauv)		ارزن دم روباهی	N					No, K, M
<i>Triticum aestivum</i> <u>L.</u>	Wheat	گندم نان	N & G	Stunting, dark green in leaves and Congressional leaf edges	0.9	+	+	No, H, K, M
<i>Zea mays</i> <u>L.</u>	Maize	ذرت	N & G	Stunting, upright leaves, lots of green galls in the back of terminal leaves, thick stem, Lack of root development	0.9	+	+	No, H, K, M
<i>Agropyron</i> sp.	Crested wheat grass	علف گندمی، چم ن گندمی	G	-	0.05	-	-	
<i>Avena sativa</i> L.		یولاف	G	-	-	-	-	K,

<i>Avena fatua</i> <u>L.</u>	Common wild oat	یولاف وحشی	G	-	0.09	-	-	
<i>Bromus</i> sp. <u>Scop.</u>	Bromus	بر آویز	G	-	0.05	-	-	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) <u>Pers.</u>	Bermuda grass	مرغ	N & G	-	0.07	-	-	H, M
<i>Eleusine compressa</i> (Forssk.) Asch. & Schweinf. ex C.Chr.	Goose grass	رشدی	G	-	0.06	-	-	K
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) <u>Moench</u>	Sorghum	سورگوم	G	-	0.07	-	-	K, M
<i>Sorghum halepense</i> (L.) <u>Pers.</u>	Johnson grass	قیاق	G	-	0.07	-	-	H, K, M
<i>S. sudanense</i> (Piper) <u>Stapf.</u>		سودان گراس	G	-		-	-	K.

- ۱- این جدول شامل گیاهانی هستند که در ایران مطالعه شده اند.
- ۲- حروف N و G بترتیب گیاهان جمع آوری شده با آلودگی طبیعی و گیاهان آزمایش در گلخانه را نشان میدهند.
- ۳- ارقام مربوط به میزان جذب نوری در آزمون سرولوژیک ELISA که از ۰/۴ به بالا مثبت محسوب میشود (هرتمنی و ایزدپناه ۱۳۸۵)
- ۴- منابع مورد استفاده، K کامران و همکاران (۱۳۷۹، No) نوری (۱۳۸۵، H)، هرتمنی و ایزدپناه (۱۳۸۵، M) معصومی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده).



شکل ۸- الکترون میکروگراف پیکره‌های ایزومتریک ویروس کوتولگی گال سیاه برنج با پوشش پروتئینی دو لایه (عکس از ایزدپناه، کرامت اله)

مقایسه RBGDV با فیجی ویروس‌های دیگر در دنیا

تاکنون چهار فیجی ویروس MRDV از اروپا، RBSDV و SRBSDV از جنوب شرق آسیا، MCRV از آمریکای لاتین گزارش شده که در یک زیر گروه فیلوژنتیک قرار می‌گیرند. ویروس کوتولگی رگه سیاه جنوبی برنج^{۲۳} از مناطق جنوبی چین روی برنج گزارش شد که از نظر علائم شبیه به علائم RBSDV بود (Zhou et al. 2008). علیرغم شباهت‌های زیاد این چهار ویروس ظاهراً در شرایط فعلی بایستی آنها را چهار عضو مجزا از فیجی ویروس‌ها بحساب آورد (Signoret et al 2004, Rodriguez Pardina et al 2004, Uyeda 2004). در درخت فیلوژنتیک که بر اساس آنالیز ترادف نوکلئوتیدی پنج قطعه (S6، S7، S8، S9 و S10) این چهار ویروس در چهار جایگاه جدا قرار می‌گیرند. دندروگرام آنالیز فیلوژنتیک بر اساس مقایسه ترادف نوکلئوتیدی قطعه ۱۰ (S10) ترسیم شده در شکل ۹ دیده می‌شود (معصومی ۱۳۹۹).

در تمام آنالیزها و نتایج حاصل از هر ۵ قطعه‌ی RBGDV همولوژی تمام قطعات این جدایه به RBSDV چینی، نسبت به سایر گونه‌ها شباهت بیشتری دارد ولی از تمام جدایه‌های دیگر متمایز می‌شود. در دندروگرام‌های حاصل از مقایسه قطعات، RBGDV در شاخه‌ای جدا و در میان MRDV ایتالیا و جدایه‌های RBSDV آسیایی قرار می‌گرفت (شکل ۹). از نظر انتشار جغرافیایی نیز MRDV از اروپا (ایتالیا، اسپانیا، سوئد، سوئیس، فرانسه، یوگسلاوی، چکسلواکی، آرژانتین، نروژ و فلسطین اشغالی) و RBSDV از چین، ژاپن و کره گزارش شده‌اند (ICTVdB Descriptions, 2019).

²³ Southern rice black-streaked dwarf virus, SRBSDV

و ایران نیز در میان این دو منطقه واقع شده که با توپوگرافی درخت فیلوژنتیکی حاصل از مقایسه قطعات مطابقت دارد.

تاکنون در گروه ۲ فیجی ویروس‌ها پنج ویروس گزارش شده است که رابطه سرولوژیکی نزدیکی با هم دارند. این ارتباط سرولوژیکی بر اساس واکنش آنتی بادی‌های تولید شده علیه پروتئین کپسید داخلی است (Milne and Luisoni 1977). بدلیل اینکه پوشش پروتئینی خارجی پیکره ویروس، ناپایدار است و پروتئین‌های پوشش داخلی حفاظت شده هستند. بنابر این آنتی بادی‌های تولید شده بر علیه این ویروس‌ها ارتباط سرولوژیکی نزدیکی باهم ایجاد می‌کنند (Isogai 2004). بنابر این تمایز آنها بر اساس روابط سرولوژیک مشکل است.

از نظر علائم در ذرت همه این ویروس‌ها کوتولگی و گالهای ریز ایجاد میکنند که شباهت زیادی باهم دارند و تفاوت محسوسی بین آنها وجود ندارد. ولی در بیماری که MRDV اروپایی در ذرت ایجاد میکند، رنگ برگها سبز تیره است (Signoret et al. 2004) ولی در ایران علائم ایجاد شده توسط RBGDV برگها کلروز و به زردی گرایش پیدا میکنند که کاملاً محسوس است و عمومیت دارد (ایزدپناه و همکاران ۱۳۶۲).

دامنه میزبانی این ویروس‌ها نیز متفاوت است. RBGDV در طبیعت برنج را آلوده می‌کند ولی بطور آزمایشی نتوانست قیاق، سورگوم، رشدی، یولاف و مرغ آلوده کند (کامران و همکاران ۱۳۷۹، نوری ۱۳۸۵، هرتمنی و ایزدپناه ۱۳۸۵، معصومی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده). در صورتیکه MRDV بطور طبیعی انواع یولاف، گندم، جو، مرغ (Signoret et al 2004, Lovisolo 1971, Nome & Tyssandier 1984)، MRCV بطور طبیعی سورگوم و قیاق، رشدی و مرغ را آلوده

می‌کنند (Rodriguez Pardina et al. 1998). RBSDV نیز یولاف و قیاق را هم آلوده می‌کند.

زنجرک *L. striatellus*، ناقل ویروس‌های مولد کوتولگی زبر در گستره جغرافیایی وسیعی از شرق آسیا، سیبری تا شمال اروپا خصوصاً در نواحی معتدل پراکنده است (Endo et al. 2002). این زنجرک ویروس‌های متعددی را انتقال می‌دهد. رابطه ویروس با زنجرک تکثیری است (Isogai 2004). برخی از فیتیجی ویروس‌ها از طریق تخم به نسل بعدی منتقل می‌شوند ولی در مورد کوتولگی گال سیاه برنج در ایران گزارشی مبنی بر انتقال با تخم وجود ندارد. انتقال ویروس کوتولگی رگه سیاه برنج نیز از طریق تخم گزارش نشده است (Ou, 1987). اما در مورد MRDV اروپا حداکثر با نرخ ۴٪ انتقال با تخم گزارش شده است (Signoret et al. 2004).

ژنوم فیتیجی ویروس‌ها ۱۰ قطعه RNA ی دو رشته ای است برخی از آنها یک و برخی دو پروتئین را کد می‌کنند. دو انتهای ژنوم ترادف نوکلئوتیدی حفاظت شده دارد (Isogai 2004). این ترادف در ژنوم ویروس کوتولگی گال سیاه برنج نیز تایید شده است (دردیانی و همکاران ۱۳۸۹). آنالیز فیلوژنتیک پنج قطعه ژنوم (قطعات ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰) این ویروس با فیتیجی ویروس‌های دیگر گروه ۲، نشان داد که RBGDV به RBSDV از چین و ژاپن نزدیکتر است تا MRDV ایتالیایی (شکل ۹) و در تمام درخت‌های فیلوژنتیک توپوگرافی مشابهی ایجاد شد (معصومی ۱۳۹۹). لذا RBGDV ایرانی به لحاظ ژنتیکی حد واسط دو ویروس RBSDV و MRDV میباشد. این قرابت تکاملی با موقعیت جغرافیایی سه ویروس مطابقت دارد. اختلاف

نوکلئوتیدی^{۲۴} بین سه ویروس نیز این رابطه را تایید می‌کند. علی‌رغم اینکه این سه ویروس تشابه بسیار زیادی دارند. ولی هر کدام در شرایط جغرافیایی خودش محدود می‌باشند. مثلاً RBGDV به استان‌های فارس، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری و اصفهان محدود است و در نواحی دیگر کشور تاکنون مشاهده نشده است. بنابر این بنظر می‌رسد که هر کدام از ویروس‌ها بومی همان منطقه باشند و همینطور بنظر می‌رسد یک شیفت تغییر تکاملی در بین اروپا و شرق آسیا بوجود آمده است (معصومی ۱۳۹۹). این نظریه احتمال وجود استرین‌ها یا گونه‌های نزدیک بهم را در بین این دو نقطه تقویت می‌کند. بر این اساس تا زمان تعیین تکلیف ویروس‌های این گروه توسط کمیته بین‌المللی طبقه‌بندی ویروس‌ها^{۲۵} بهتر است عامل بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران با نام ویروس کوتولگی گال سیاه برنج خوانده شود.

پیشنهاد می‌شود

عامل بیماری کوتولگی زبر ذرت در ایران

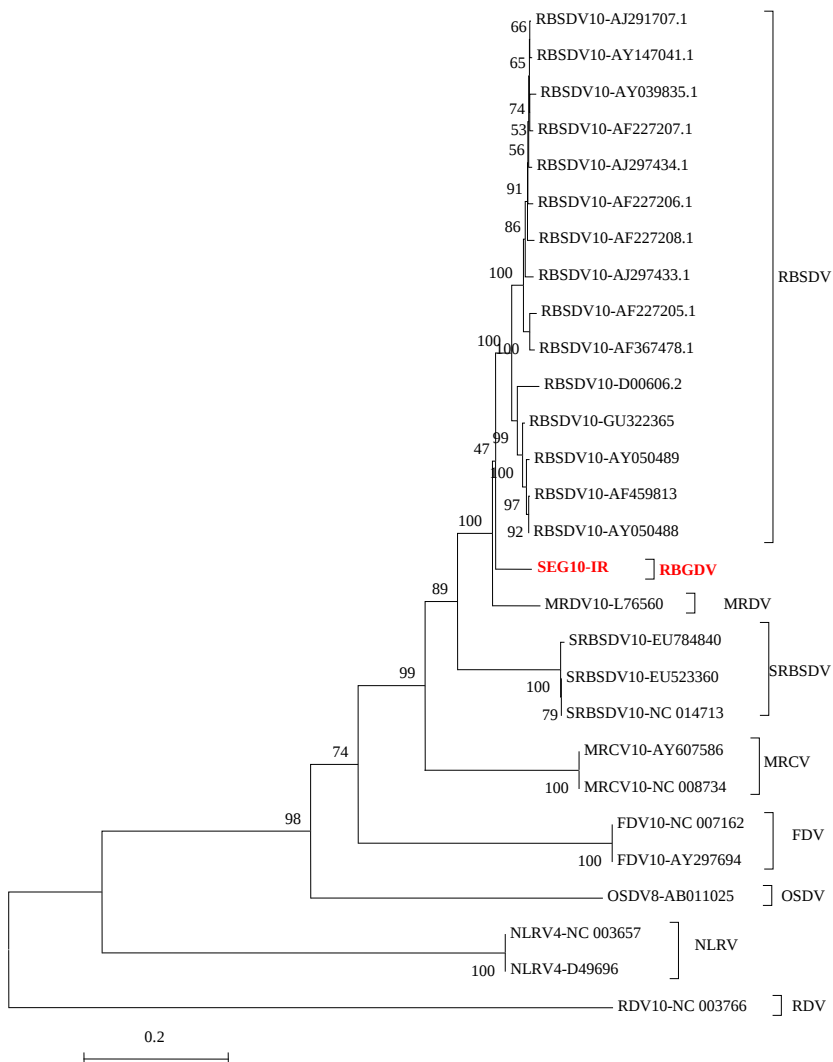
با نام ویروس کوتولگی گال سیاه برنج

(Rice black gall dwarf virus)

خوانده شود

²⁴ Genetic distance

²⁵ International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV



شکل ۹- دندروگرام حاصل از مقایسه ترادف کامل نوکلئوتیدی قطعه ۱۰ از ویروس کوتولگی گال سیاه برنج (RBGDV) با قطعه متناظر سایر اعضاء فیجی ویروس به روش Maximum likelihood با استفاده از برنامه‌ی MEGA 6.0 (Tamura et al. 2011).

Rice black-streak dwarf virus (RBSDV), *Maize rough dwarf virus (MRDV)*, *Mal de rio cuarto virus (MRCV)*, *Fiji disease virus (FDV)*, *Nilaparvata lugens reovirus (NLRV)*, *Southern rice black-streak dwarf virus (RBSDV)*, *Oat sterile dwarf virus (OSDV)*, *Oat sterile dwarf virus (OSDV)* (Nakashima et al. 1994 and 1996, Soo et al. 1998, Distefano et al. 2002, 2003, 2005).

انتقال

این ویروس قابلیت انتقال مکانیکی ندارد و تنها با زنجریک منتقل می‌شود. ناقل اصلی RBGDV زنجریک *Laodelphax striatellus* Fallen است (شکل ۱۰). این ویروس در شرایط گلخانه با *Unkanodes tanasijevici* Dlabola نیز منتقل می‌شود (شکل ۱۱). در اروپا و حوزه مدیترانه چند گونه از زنجریک‌های خانواده دلفاسییده^{۲۶} بعنوان ناقلین MRDV گزارش شده‌اند. RBSDV نیز در جنوب شرق آسیا توسط *L. striatellus* منتقل می‌شود. MRCV در آمریکای جنوبی بوسیله *Delphacodes kuscheli* منتقل می‌شود (Velazquez et al. 2003). *L. striatellus* در قاره اروپا و آسیا گسترش وسیعی دارد و ناقل چندین ویروس در غلات است. زنجریک *L. striatellus* به زنجریک قهوه ای کوچک برنج^{۲۷} معروف است. دامنه میزبانی این زنجریک به گیاهان خانواده گندمیان محدود می‌شود. علاوه بر ذرت دارای میزبان‌های متعدد دیگری در میان گیاهان تیره گندمیان^{۲۸} می‌باشد. این زنجریک در مراحل سنی پوره و بالغ می‌تواند ویروس را اخذ کند و تا آخر عمر قابلیت انتقال

²⁶ Delphacidae

²⁷ small brown planthopper

²⁸ Gramineae

را دارد. ویروس در بدن زنجبرک تکثیر پیدا می کند (Cacigali and Casetta 1986, Vidano 1970). در ایران این زنجبرک بعنوان ناقل ویروس های موزائیک ایرانی ذرت^{۲۹}، ویروس موزائیک زرد راه راه جو^{۳۰}، ویروس نوارک ایرانی گندم^{۳۱}، ویروس رگه سبزاک مرغ^{۳۲} گزارش شده است (شرزه ای و ایزد پناه ۱۳۷۷، مساح و ایزد پناه ۱۳۷۷، Izadpanah 2004, Izadpanah et al 1991, Signoret & Conti 2004).



شکل ۱۰- زنجبرک نر (سمت راست) و ماده (سمت چپ) *Laodelphax striatellus*
(<https://lincolnsflorafauna.myspecies.info/file/774>)

²⁹ Maize Iranian mosaic virus, MIMV

³⁰ Barley yellow striate mosaic virus, BYSMV

³¹ Iranian wheat stripe virus, IWSV

³² Cynodon chlorotic streak virus



شکل ۱۱- زنجرك نر (سمت راست) و پوره سن آخر (سمت چپ) *Unkanodes tanasijevicei*
(<https://insectvectors.science/vector/unkanodes-tanasijevicei>)

چرخه بیماری کوتولگی زیر ذرت

RBGDV به روش مکانیکی منتقل نمی شود و تنها با زنجرك منتقل می شود. ویروس می تواند از یک فصل تا فصل دیگر در گیاهان غیر زراعی و گیاهان خودرو مانند گندم و یا میزبان های زراعی زمستانه و همینطور ناقلین زمستان گذران پایدار بماند. رابطه ویروس با زنجرك پایا و تکثیری است. بنابراین زنجرك می تواند بعنوان محل پایداری ویروس در شرایط زمستان بحساب آید. زنجرك ها تا آخر عمر به ویروس آلوده هستند و تا اوایل زمستان ناقلین ویروس دار باقی می مانند. درصد آلودگی حشرات زمستان گذران زیاد است. گاهی ۶۰٪ پوره های سن آخر زمستان گذران، آلوده هستند. انتقال ویروس در اوایل بهار اتفاق می افتد. بیماری کوتولگی گال سیاه برنج با حمله زنجرك های حاوی ویروس به مزارع جوان و

حساس ذرت و برنج در اردیبهشت ماه (به ویژه در کشت‌های زود هنگام) شروع می‌شود. مطالعات انجام شده در استان فارس نشان می‌دهد که جمعیت زنجرک با گرم شدن تدریجی هوا در بهار تا اواخر خرداد افزایش می‌یابد و اواخر خرداد و تیر ماه تا اواخر مرداد با افزایش دما کاهش می‌یابد (رضایی و همکاران ۱۳۹۷، معصومی و همکاران مطالعات منتشر نشده). در نسل دوم که در اواسط تابستان به وجود می‌آید، جمعیت زنجرک و در نتیجه درصد ناقلین آلوده بسیار کم می‌شود اما مجدداً در شهریور و پاییز افزایش می‌یابد. این زنجرک در شرایط سرد دارای یک یا دو نسل، در مناطق معتدل ۵ تا ۸ نسل و در مناطق گرم ۱۰ تا ۱۲ نسل در سال می‌باشد (Conti 1983, 1984 a,b, 1985). نوسانات جمعیت ناقل تابع فاکتورهای مختلف اقلیمی و تغذیه‌ای است. وجود دشمنان طبیعی، بروز شرایط نامساعد، تغییرات ناگهانی اقلیمی و آب و هوایی و پدیده مهاجرت در جمعیت این زنجرک تاثیر زیادی دارد. در این زمینه در برخی کشورهای اروپایی و اسرائیل مطالعه شده‌است (Harpaz 1972a and b).

بنابر این آلودگی در کشت‌های زود هنگام در اریبهشت ماه زودتر اتفاق می‌افتد و در نتیجه شدت بیماری و خسارت آن بیشتر خواهد بود (احمدی و همکاران ۱۳۶۵، معصومی و همکاران ۱۳۸۹) و همینطور با تاخیر در کشت ذرت تقریباً در نیمه دوم خرداد به دلیل افزایش دما و کاهش جمعیت زنجرک و متقابلاً افزایش رشد ذرت، میزان آلودگی کاهش پیدا می‌کند و در واقع گیاه از بیماری فرار^{۳۳} میکند. این در واقع یک اجتناب^{۳۴} زمانی است.

³³ scape

³⁴ avoidance

در نمونه برداری ها و بازدیدهای به عمل آمده در استان فارس در بهار و تابستان ۸۸-۹۰، بیشترین آلودگی در کشت های زود هنگام با جمعیت بالای زنجرک در مزرعه توام بود. قبلاً نیز از عوامل موثر در بروز اپیدمی این بیماری، علاوه بر وجود ارقام حساس، تراکم زنجرک *L. striatellus* و تاریخ کاشت ذکر شده بود (رضایی و همکاران ۱۳۹۷، ۱۹۹۵، *Chen et al.*). همچنین مشخص شده که دمای محیط نقش مهمی در انتشار بیماری دارد به طوری که اگر دما بین ۱۵-۲۰ درجه سانتی گراد پس از سبز شدن بوته ها باشد ویروس مذکور گسترش زیادی می یابد (*et al.* 1987). بنابر این نقطه حساس چرخه بیماری که بتوان اقدام موثری انجام داد اردیبهشت تا خرداد ماه است.

در اواخر فصل کشت ذرت مجدداً با خنک شدن هوا زنجرکها فعال شده و ویروس را از ذرت به گیاهان دیگر انتقال می دهند. به همین ترتیب ویروس زمستان را در ناقل و میزبان های زمستانه سپری می کند.

مدیریت بیماری

کلید مبارزه با بیماری درک صحیح از اپیدمیولوژی بیماری است. شدت بیماری و شیوع اپیدمی انعکاسی از نوع رقم، عامل بیماری، نوع ناقل و عوامل محیطی است. این عوامل یک سیستم منسجمی را تشکیل می دهند بنام هرم اپیدمیولوژیک یا هرم بیماری. انسان می تواند روی هر کدام از اجزای این هرم اثر گذاشته و کل سیستم اپیدمیولوژیک را متاثر سازد. مثلاً با تغییر نوع ژنوتیپ میزبان کل سیستم تغییر می کند. پیش آگاهی بیماری و کنترل آن منوط به درک درست از اجزای این سیستم و رابطه آنها است. در مسئله پاتوسیستم کوتولگی زبر ذرت اولین سؤال این است که این بیماری از کجا آمده است و علت بروز آن چیست؟. آنچه مسلم است بنظر می رسد

که این ویروس یک WILPADvirus³⁵ باشد. ویروسی است که منشاء آن گیاهان غیر زراعی است و قبلاً در ایران وجود داشته است و با گسترش کشت ذرت بروز کرده است. طبق نظر هاریسون (۱۹۸۱) ویروس‌هایی که نسبت به گیاهان غیرزراعی انطباق بیشتری با محصولات زراعی دارند CULPAD viruses³⁶ نامیده می‌شوند. عده‌ای دیگر که تطبیق بهتری با گیاهان غیرزراعی دارند ولی گیاهان زراعی را نیز آلوده می‌کنند WILPAD viruses نامیده می‌شوند (Harrison, 1981). پدیده سازگاری ویروس‌های گیاهان غیر زراعی با میزبان‌های جدید، هنوز هم در مورد سایر ویروس‌ها در حال وقوع است. مثلاً ویروس موزائیک ایرانی قیاق یا پوتی ویروس‌های مولد موزائیک در ذرت که اکنون در حال گسترش هستند از این جمله‌اند، ولی توجهی به آنها نمی‌شود. اساساً ذرت بومی ایران نیست در دهه‌های اخیر گسترش یافته است. بنابر این ویروس‌هایی که در ایران روی ذرت آلودگی ایجاد می‌کنند بومی ایران می‌باشند و با گسترش کشت ذرت و نزدیک شدن آن به منبع ویروسی، از گیاهان دیگر به ویژه گیاهان غیر زراعی به ذرت انتقال یافته‌اند. نکته دیگر شیوع ناگهانی آن با شدت بالاست. در جواب این مسئله تنها به چند فرضیه می‌توان اکتفا کرد:

۱. تغییر رژیم زراعی (تغییر آگرو اکوسیستم)
۲. ایجاد شرایط مناسب برای زاد و ولد ناقل
۳. گسترش وسیع کشت ذرت
۴. جلو انداختن تاریخ کاشت به جهت بهره برداری بیشتر از محصول

³⁵ Wild Plant adapted viruses

³⁶ Cultivated plant adapted viruses

۵. همپوشانی کشت‌ها

۶. گسترش کشت برنج در استان بالاحص در مناطقی که بیماری شایع شده است

۷. تناوب غلات (گندم-جو-ذرت-برنج)

بنابراین تنها با نگرش درست در مدیریت بیماری و اعمال مدیریت بیماری در مدیریت تولید می‌توان به نتیجه قابل قبول رسید. در این زمینه نکاتی از تجربیات کشورهای دیگر ذکر می‌گردد.

روشهای مبارزه

اجتناب از بیماری - کشت زود هنگام بدلیل انطباق دوره حساس گیاه با ظهور، گسترش و زاد و ولد زنجره ناقل، آلودگی بیشتری را به دنبال خواهد داشت (صالحی و همکاران ۱۳۸۳). نکته دیگر اینکه گیاه مدت زمان طولانی تری در معرض آلودگی قرار می‌گیرد. لذا بیماری شدیدتر خواهد بود. بنابراین تاخیر در کشت با تنظیم تاریخ مناسبی برای هر منطقه آلودگی را کاهش خواهد داد (استخر و چوکان ۱۳۹۰، استخر و همکاران ۱۳۸۳). در چین آلودگی ذرت را به RBSDV با تأخیر در کاشت توانستند به حد قابل قبولی کاهش دهند (Lee & Lee 1987, Lee *et al.* 1989). آنها کشت ذرت در ماه می را بدلیل پایین بودن جمعیت زنجریک در کنترل RBSDV روی ذرت توصیه می‌کند. Lenardon و همکاران (۱۹۸۷) تنظیم تاریخ کاشت را در کنترل بیماری کوتولگی زبر ذرت ناشی از MRCV بسیار موثر دانستند.

مبارزه با ناقل - تجربه کشورهای دیگر نشان می‌دهد که استفاده از سموم سیستمیک همراه با بذر یا بصورت (افزودن محلول سم به خاک اطراف ریشه)^{۳۷} و یا

³⁷ Soil drench

سم پاشی مکرر در کاهش بیماری شدت موثر بوده است. سم کاربوفوران و ایمیداکلوپرید از جمله سمومی هستند که بدین منظور استفاده شده اند.

بنابراین کاربرد توأم این دو روش بالاخص اگر همراه با استفاده از ارقام مقاوم باشد مؤثرترین مدیریت کنترل بیماری کوتولگی زبر ذرت اعمال شده است. در زمینه کنترل ویروس کوتولگی زبر ذرت و ویروس های مشابه از تیره رئوویروس ها روی ذرت مطالعات زیادی صورت گرفته است. تأکید عمده اکثر این مطالعات در تنظیم تاریخ کاشت و استفاده از حشره کش ها برای کنترل حشره ناقل بود.

اولین گزارش از استفاده از سموم حشره کش برای مبارزه با MRDV مربوط است به کار Grancini و Corte (۱۹۶۹) که از DDT و مالاتیون یا لیندین در خاک ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از کشت برای مبارزه با حشره ناقل MRDV استفاده کرد. تاکنون سموم مختلفی برای کنترل حشره ناقل استفاده شده است (Endo et al. 2002). Jin و همکاران (۱۹۸۸) و Lee و همکاران (۱۹۸۹) کاربوفوران را برای کنترل RBSDV در برنج و ذرت و Antignus و همکاران (۱۹۸۷) از سموم پیرتروئید مانند سایپرمترین، فلووالینات و بایفتترین را در کنترل زنجبرک ها موثر دانستند. در ایران در طول سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ ضد عفونی بذر ذرت با سم گاجو (ایمیداکلوپرید) در استان فارس و استان های همجوار توصیه شد و بکار رفت که در کنترل بیماری بسیار موثر بود (معصومی اطلاعات منتشر نشده). March و همکاران (۲۰۰۲) با روش تلفیقی کاربرد سموم حشره کش اسفات^{۳۸}، کاربوفوران^{۳۹} و ایمیداکلوپرید^{۴۰} با هیبریدهای ذرت مقاوم به MRCV توانست بطور موثری ویروس را کنترل کند. در

³⁸ acephate

³⁹ carbofuran

⁴⁰ imidacloprid

حال حاضر تمام سموم فوق الذکر از رده خارج شده‌اند و یا تولید نمی‌شوند و از لیست سموم مجاز سازمان حفظ نباتات کشور محسوب نمی‌شوند و تنها سم

در حال حاضر تمام سمومی که قبلاً توصیه شده‌اند، از رده خارج شده‌اند و یا تولید نمی‌شوند و جزو لیست آفتکش‌های مجاز سازمان حفظ نباتات کشور محسوب نمی‌شوند و تنها سم ایمیداکلوپراید با نام تجاری گاچو جزو سموم مجاز جهت کنترل آفات مکنده از جمله زنجرفکها بصورت ضد عفونی بذر ذرت توصیه شده است.

بر اساس آزمایشهای انجام شده، ضد عفونی بذر توام با تاخیر در کاشت ذرت موثرترین روش برای کنترل بیماری محسوب می‌شود.

ایمیداکلوپراید با نام تجاری گاچو جزو سموم کشور برای آفات مکنده از جمله زنجرفکها می‌باشد که برای ضد عفونی بذر ذرت جهت کنترل آفات مکنده توصیه شده است و بر اساس آزمایش‌های انجام شده، ضد عفونی بذر توام با تاخیر در کاشت ذرت موثرترین روش برای کنترل بیماری محسوب می‌شود.

ارقام مقاوم - ژنوتیپ‌های مختلف ذرت در دنیا مقاومت یا تحمل مختلفی به بیماری دارند. بر این اساس در کشورهای مختلف مثل آرژانتین، فرانسه، چین و ایتالیا هیبریدهای مقاوم یافته و مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های مختلفی برای کنترل MRDV پیشنهاد شده است بسیاری از آنها مبتنی بر مبارزه با ناقل است ولی مطمئن ترین راه برای مدیریت بیماری استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. اساساً بروز و شناسایی اولیه بیماری در ایتالیا بدلیل تغییر ارقام مورد کشت بود که با جایگزینی آنها با ارقام پر محصول جدید موجب جلوگیری از کشت شد و بیماری بروز کرد و با کشت مجدد ارقام قدیمی بیماری فروکش کرد. در اروپا مطالعه زیادی روی مقاومت ارقام ذرت انجام نشده است ولی بررسی‌های انجام شده در چین روی RBSDV عامل بیماری کوتولگی زبر ذرت (Zhang et al. 2001a, Bai et al. 2001, Fang et al. 2001a) و در آرژانتین روی MRCV حاکی از وجود تنوع در ارقام و لاین‌های ذرت نسبت به این ویروس است. در ارقام قدیمی مقاومت به این ویروس بیشتر مشاهده می‌شود تا ارقام پر محصول جدید (Lovisola 1971). در فلسطین اشغالی Bar-Tsur و همکاران (۱۹۸۸) با ارزیابی ۸۵ اینبرید لاین و ۱۲ هیبرید در شرایط طبیعی، ۳ هیبرید Cyp2a، C121 و M09284 را بعنوان ارقام مقاوم معرفی کردند. آنها ارتفاع (کاهش ارتفاع بوته) را بهترین معیار برای ارزیابی ارقام دانستند. در چین مطالعات اخیر نشان می‌دهد که عامل اصلی بیماری کوتولگی زبر ذرت RBSDV است (Zhang et al. 2001, Bai et al. 2001, Fang et al. 2001b) در این کشور در مورد مقاومت به این بیماری مطالعات متعددی انجام شده است و لاین‌ها و هیبریدهای مختلفی شناسایی شده است. Chen و همکاران (۲۰۰۶) از بین ۶۴ اینبرید لاین ۱۲، ۱۷ و ۱۸ لاین با مقاومت‌های بالا تا متوسط و ۱۷ لاین حساس انتخاب کردند. لاین‌های مقاوم می‌توانند در تولید هیبریدهای مقاوم استفاده شود. Wang و همکاران (۲۰۰۶)

اینبرید لاین‌های ۹۰۱۱۰ و F022411 را نسبت به بیماری مقاوم یافتند. مقاومت عمومی نسبت به این ویروس و چند بیماری قارچی دیگر در رقم Suweon29 یافته شد (Kim et al. 1979). در آرژانتین اخیراً مطالعاتی درمورد مقاومت به MRCV شروع شده است. Di Renzo و همکاران (۲۰۰۲) در ارزیابی واکنش ۲۲۷ لاین (لاین F مشتق از تلاقی بین رقم حساس Mo17 و رقم نسبتاً مقاوم BLS14) واکنشهای متنوعی مشاهده کردند، که نشان دهنده وجود مقاومت‌های متفاوت نسبت به این ویروس بود.

در ایران مطالعات انجام شده در مورد مقاومت یا واکنش ارقام برنج به ویروس کوتولگی گال سیاه برنج صورت نگرفته است. جلالی و همکاران (۱۳۸۶) تنها چهار رقم هیبرید در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی مورد ارزیابی قرار دادند که رقم KSC301 نسبت به KSC604، KSC646 و KSC704 کمترین آلودگی را داشت و بین سه رقم دیگر KSC704 بیشترین آلودگی را نشان داد. در بررسی که استخر و همکاران (۱۳۸۳) روی ۱۷ هیبرید خارجی و ۳ هیبرید داخلی، ۳۰ اینبرید لاین داخلی و ۳۳ لاین خالص S6 (خودگشن ششم) در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی انجام دادند، تنوع زیادی در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده کردند. از بین آنها یک هیبرید خارجی (SP1042) و یک رقم داخلی (سینگل کراس ۷۰۰) و اینبرید لاین‌های K3673.1، K3218 و K3545.3 کمترین میزان آلودگی را نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها نشان دادند. در این آزمایش لاین K18 حساسترین (۸۲٪ آلودگی) ژنوتیپ تشخیص داده شد. در آزمایش دیگری که در شرایط مزرعه با آلودگی بالا انجام گرفت از بین ۳۵ ژنوتیپ K3653/2، K3545/6، K3547/3، A679 و B84 کاملاً حساس بودند و فقط ژنوتیپ K3640/3 با شدت کمتری آلوده شد. لاین K3640/3 تحمل خوبی در مقابل بیماری داشت (Estakhr et al. 2016). در این آزمون رقم سینگل کراس ۷۰۴

بعنوان شاهد حساس استفاده شد. این رقم یک ژنوتیپ هیبرید دیررس است که کشت آن بدلیل محصول مناسب مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (معصومی و استخر ۱۳۹۳).

از بین بردن گیاهان میزبان ثانویه - این ویروس دامنه میزبانی وسیعی در تیره گرامینه دارد و بسیاری از گیاهان زراعی و غیر زراعی مثل برنج، ارزن، جو، چاودار، یولاف، تریتیکاله (سورگوم به بعضی استرین‌ها)، ۲۱ گونه از جنس تریتیکوم^{۴۱} و ۴۱ گونه غیر زراعی از این تیره به MRDV آلوده می شوند. گیاهان مرغ (*Cynodon dactylon*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) پنجه انگشتی (*Digitaria sanguinalis*) از جمله علف‌های هرز بسیار شایع و میزبان بسیار مناسب هم برای زنجره و هم ویروس هستند. لذا از بین بردن علف‌های هرز حاشیه مزرعه حدود ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از کشت ذرت، هم به لحاظ اینکه محل استقرار و زاد و ولد ناقل هستند (ناقل بیماری روی ذرت زاد و ولد نمی کند و فقط تغذیه می کند) و هم منبع ویروس هستند، تاثیر بسزایی در کنترل بیماری دارد.

جلوگیری از همپوشانی کشت‌ها - بدلیل عدم کشت هم زمان، آلودگی و بقای زنجره امتداد می‌یابد، لذا بایستی همپوشانی کشت‌ها را در محصول کاهش داد و از طرف دیگر بهتر است گیاهان دیگر را در چرخه تناوب غلات قرار داد.

⁴¹ Triticum

نگرشی بر آینده

بهترین روش مدیریت بر اساس نگرش همه جانبه به بیماری با درک صحیح اپیدمیولوژی بیماری امکان پذیر خواهد بود. در اعمال مدیریت صحیح بایستی اقدامات همه جانبه صورت گیرد یعنی اعمال چند روش در چند زمان.

آنچه که مسلم است با اطلاعات موجود پیش بینی بیماری در سال‌های آتی امکان پذیر نیست. پرواضح است که با وضعیت موجود و توسعه کشت در منطقه بایستی انتظار بروز این بیماری و سایر بیماریها را داشته باشیم. در مورد کوتولگی زبر ذرت پیش بینی بیماری منوط به درک وضعیت زنجرک ناقل و آلودگی منطقه و بالاخص گیاهان غیرزراعی است. با این توصیف اگر شرایط برای طغیان زنجرک فراهم گردد بیماری شایع خواهد شد. بطور مثال اگر اولین نسل زنجرک‌های بالغ در اول فصل به مدت ۱۵ روز پس از ظهور در دمای 20°C و بالاتر قرار گیرد حالت طغیانی را بایستی انتظار داشته باشیم و اگر کمتر از 17°C باشد رشد جمعیت زنجرک کمتر خواهد بود.

بنابراین آینده بیماری بایستی از دو جنبه مد نظر قرار گیرد.

الف) تحقیقات در زمینه اپیدمیولوژی و کنترل بیماری بایستی بطور منسجم و همه جانبه شروع شود و ادامه پیدا کند.

ب) اقدامات اجرائی همه جانبه در زمینه کنترل بیماری با اطلاعات موجود در منطقه صورت گیرد مانند:

۱- به تاخیر انداختن کشت حتی الامکان تا حدی که برداشت ذرت با کشت گندم مصادف نباشد. یعنی حدود ۲ تا ۳ هفته قبل از کشت گندم ذرت برداشت شده باشد

۲- از بین بردن علف‌های هرز حاشیه مزارع و داخل مزرعه ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از کشت و شخم پس از برداشت ذرت. این کار می‌تواند با سم پاشی حاشیه مزرعه و شخم داخل مزرعه صورت گیرد.

۳- ضد عفونی بذر با سموم سیستمیک مناسب

۴- سم پاشی حاشیه مزرعه حدود ۲۰ تا ۳۰ روز پس از ظهور گیاهچه

در حال حاضر با اطلاعات موجود امکان پیش آگاهی وجود ندارد ولی با مطالعه اجزاء پاتوسیستم شاید در آینده این امر امکان پذیر باشد.

منابع

- احمدی، ع. الف.، ایزد پناه، ک.، و جعفری، س. الف. ۱۳۶۵. اثر موقع آلودگی به موزائیک در میزان محصول بوته‌های ذرت در باجگاه (شیراز). خلاصه مقالات هشتمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.
- استخر، ا. و ر. چوکان. ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزاء آن و واکنش به ویروس‌های مهم ذرت در استان فارس در تعدادی از هیبریدهای خارجی و ایرانی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲۷ شماره ۳. صفحات ۳۳۳-۳۱۷.
- استخر، الف. صالحی، م. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۳. واکنش ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی ذرت به ویروس کوتولگی زبر ذرت. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. دانشگاه تبریز ۱۱-۷ شهریور ۱۳۸۳. تبریز. صفحه ۱۱۱.
- ایزدپناه، ک. و پروین، ش. ۱۳۵۸. وقوع ویروس موزائیک ذرت در مزارع ذرت اطراف شیراز. مجله بیماری‌های گیاهی جلد ۱۵ صفحات ۵۳-۵۴.
- ایزدپناه، ک.، احمدی، ع. ا.، جعفری، س. ا. و پروین، ش. ۱۳۶۲. کوتولگی زبر ذرت در فارس. مجله بیماری‌های گیاهی، جلد نوزدهم، صفحات ۶۶-۵۸.
- ایزدپناه. ک. معصومی، م. و کامران. ر. ۱۳۷۲. چند میزبان دیگر رابدوویروس موزائیک ذرت. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. رشت. صفحه ۹۷.
- ایزدپناه، ک. ۱۳۶۵. ویروس‌ها و برنامه افزایش تولید ذرت در ایران. خلاصه مقالات هشتمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۱۰۹.

بهبخت نیا، ع. ا. و ایزد پناه، ک. ۱۳۷۰. خالص سازی و تشخیص سرولولژیکی ویروس کوتولگی زبر ذرت در فارس. خلاصه مقالات دهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. کرمان. صفحه ۴۳.

جلالی، ص.، نعمت اللهی، م. ر. و سبزی، م. ح. ۱۳۸۶. بررسی ویروس های کوتولگی زبر و موزائیک ایرانی ذرت در اصفهان I: اثر تاریخ کاشت و رقم. نهال و بذر ۲۱۶-۲۰۳: ۲۳.

دردیانی، ز.، نوری، س.، معصومی، م. و نصراله نژاد، س. ۱۳۸۹. تعیین ترادف نوکلئوتیدی ۵ قطعه dsRNA از جدایه ایرانی ویروس کوتولگی زبر ذرت. دومین همایش ملی میکروبیولوژی کاربردی ایران. ۲۷ و ۲۸ بهمن ۱۳۸۹. دانشگاه تهران- دانشکده زیست شناسی.

رضایی، م.، ایزد پناه، ک. و حمزه زرقانی، ح. ۱۳۹۷. رابطه جمعیت حامل ویروس زنجرک *Laodelphax striatellus* با وقوع بیماری های ویروسی موزائیک ایرانی ذرت و کوتولگی زبر ذرت در شرایط مزرعه. خلاصه مقالات بیست و سومین کنگره گیاهپزشکی ۰۵-۰۸ شهریور ۱۳۹۷

زارع، آ.، معصومی، م.، حیاتی، ج و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۳. مقایسه سرولولژیک و الگوی الکتروفورزی پروتئین پوششی پوتی ویروس های مولد موزائیک ذرت در استان خوزستان. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه تبریز. تبریز. ایران. صفحه ۱۰۹.

شرزه ای، ع. و ایزدپناه، ک. ۱۳۷۷. خالص سازی، سرولوژی و تعیین وزن مولکولی قطعات آر.ان.ای. و پروتئین های مرتبط با ویروس نوارک ایرانی گندم. مجله بیماری های گیاهی، جلد ۳۴. ص ۱۸۵-۱۷۰

صالحی، م.، نجات، ن.، استخر، ا. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۳. اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته در کنترل بیماری ویروسی کوتولگی زیر ذرت. چکیده مقالات شانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، ص ۱۱۲.

کامران، ر.، ایزدپناه، ک. و ابراهیم نسبت، ف. ۱۳۷۹. بیماری کوتولگی گال سیاه برنج در استان فارس. مجله بیماری های گیاهی. جلد ۳۶. صفحات ۲۹۵-۲۸۱.

مساح، الف. و ایزد پناه ک. ۱۳۷۷. خالص سازی و سرولوژی جدایه ایرانی ویروس رگه سبزاک مرغ. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. آموزشکده کشاورزی کرج ۱ تا ۵ شهریور ۱۳۷۷. صفحه ۳۱۳.

معصومی، م. و ایزدپناه. ک. ۱۳۷۵. آلودگی طبیعی قیاق و برخی دیگر از گرامینه ها با نوعی ویروس موزائیک نیشکر. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. کرج ۱۶-۱۱ شهریور ۱۳۷۴. مجله بیماری های گیاهی ۸۲:۳۲.

معصومی، م. ۱۳۹۸. همسانه سازی و تعیین ترادف کامل ژنوم ویروس موزائیک ایرانی قیاق. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس. شماره ثبت ۵۶۶۰۲ - ۱۳۹۸/۰۹/۱۸

معصومی، م. ۱۳۹۹. همسانه سازی و تعیین ترادف کامل ژنوم ویروس کوتولگی زیر ذرت. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس. شماره ثبت - شماره ثبت ۵۸۴۱۲ - ۱۳۹۹/۰۸/۰۶

معصومی، م. و استخر، الف. ۱۳۹۳. ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های ذرت یه ویروس‌های کوتولگی زبر ذرت و موزائیک ایرانی ذرت. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس. شماره ثبت ۴۷۵۵۶ - ۹۴/۵/۲۷.

معصومی، م.، ایزدپناه، ک. و بهجت نیا، ع. ۱۳۸۰ جایگاه تاکسونومیکی ویروس موزائیک ایرانی قیاق. خلاصه مقالات اولین کنگره ویروس شناسی، تهران. ایران. صفحه ۱۳۶-۱۳۷.

معصومی، م. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۰. پراکندگی و خصوصیات سرولوژیکی و فیزیکوشیمیایی ویروس موزائیک ایرانی قیاق خلاصه مقالات اولین کنگره ویروس شناسی. تهران. ایران. صفحه ۳۲۵-۳۲۶.

معصومی، م.، استخر، الف.، داودی، آ.، زارع، آ.، کاربر، ع.، مصلاهی، ک.، محمدی، ه. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۹. بررسی اثرات بیماری کوتولگی زبر ذرت بر اجزاء عملکرد و تعیین شاخص ارزیابی خسارت ویروس. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. جلد دوم. ۱۲-۹ مرداد ۱۳۸۹، تهران. صفحه ۷۳۲.

معصومی، م.، زارع، آ. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۳. تمایز جدایه‌های جغرافیایی ویروس موزائیک ایرانی قیاق از ویروس موزائیک زا، بر اساس ترادف نوکلئوتیدی ناحیه ۵' ژن پروتئین پوششی. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه تبریز. تبریز. ایران. صفحه ۱۰۸.

معصومی، م.، زارع، آ. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۴. بازنگری در گروه بندی استرین‌های ویروس موزائیک نیشکر در دنیا بر اساس آنالیز فیلوژنتیکی ناحیه انتهای آمینی ژن پروتئین پوششی ویروس. سومین کنگره ویروس شناسی ایران. اول تا سوم بهمن ۱۳۸۴. تهران. ایران. صفحه ۱۷۵.

معصومی، م.، زارع، آ.، و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۶. جایگاه تاکسونومیکی دو جدایه ایرانی ویروس موزائیک نیشکر براساس تعیین ترادف نوکلئوتیدی ناحیه ۳- ژنوم. مجله بیماریهای گیاهی ۱۶-۴۳.

نوری، س. ۱۳۸۵. مقایسه ویژگی های مولکولی و دامنه میزبانی ویروس مولد کوتولگی گال سیاه برنج و کوتولگی زیر ذرت در فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۹۰ صفحه.

نوری، س.، معصومی، م.، افشاریفر، ع. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۵. تعیین جایگاه فیلوژنتیکی ویروس مولد کوتولگی گال سیاه برنج در جنس *Fijivirus* بر اساس آنالیز ترادف نوکلئوتیدی قطعات ۶، ۸ و ۱۰ ژنوم. هفدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۱۴-۱۱ شهریور ۱۳۸۵ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۸۱.

هرتمنی، م.، ایزدپناه، ک. ۱۳۸۵. تعیین برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و ردیابی سرولوژیکی جدایه ایرانی ویروس کوتولگی زیر ذرت. مجله بیماری های گیاهی. جلد ۴۲. صفحات ۵۷۵-۵۶۳.

یاسایی، م.، افشاریفر، ع.، معصومی، م.، حیدرثزاد، ج.، صادقی، م. ص. و ایزدپناه، ک. ۱۳۸۳. وقوع بیماریهای ویروسی در برنج کاری های فارس. شانزدهمین کنگره. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه تبریز. تبریز. ایران. صفحه ۹۱.

References:

- Achon, M. A., Serrano, L., clemente-Orta, G. and Barcelo, A. 2020. The virome of maize rough dwarf disease: Molecular genome diversification, phylogeny and selection. *Ann Appl Biol.* 2020;176:192–202.
- Antignus, Y., and Klein, M. 1984 Control of *Laodelphax striatellus* vector of maize rough dwarf virus in Israel. *Phytoparasitica* 12:210-212.
- Antignus, Y., Klein, M. and Ovadias, S., 1987, The use of insecticides to control maize rough dwarf virus (MRDV) in maize. *Annals of Applied Biology*, 110, 557 - 562.
- Azuhata, F., Uyeda, J., kimura, I., and Shikata, E. 1993. Close similarity between genome structures of rice black-streaked dwarf and maize rough dwarf viruses. *J. Gen. Virol.* 74:1227-1232.
- Bai, F. W., Qu, Z. C., Yan, J., Zhang, H. W., Xu, J., Te, M. M., Wu, H. L., Liao, X. G., and Shen, D. L. 2001. Identification of rice black-streaked dwarf virus in different cereal crops with dwarfing symptoms in China. *Acta. Virol.* 45:335-339.
- Bar-Tsur, A., Saadi, H. and Antignus, A. 1988. Resistance of corn genotypes to maize rough dwarf virus. *Maydica* 33: 189-200.
- Cacigali, P. and Casetta, A. 1986. Maize Rough Dwarf Virus (Reoviridae) in its planthopper vector *Laodelphax striatellus* in relation to vector infectivity. *Annals of Applied Biology.* 109:2,337-344.
- Chen Y.- K, Li, X.-H., Xiao, M.-J., Li, M.-Sh., Yuan, S.-X., Wang, X.-D. and Zhang, S.-H. 2006. Genetic Variation in Sixty-Four Maize Inbred Lines in Relation to Maize Rough Dwarf Virus. *Acta Agronomica Sinica* 32, 1848-1854.
- Chen, Z., Zhang, S., Zhang, M., Lei, H. and Chen, Z. J. 1995. Investigation on the occurrence of maize virus disease in Shaanxi. *Plant Protection* 21: 14-16.
- Conti, M. 1983. Maize viruses and virus diseases in Italy and other Mediterranean countries. Pp. 103-112. In: D. T. Gordon, J. K.,

- Knoke, L. R., Nault, and R. M. Ritter, eds. Proceedings of International Maize Disease Colloquium and Workshop. 266pp.
- Conti, M. 1984a. Epidemiology and vectors of plant reolike viruses. Current Topics in Vector Research. K. F. Harris. Eds. Praeger Publishers, New York, Pp. 111-139.
- Conti, M. 1984b. Epidemiology of maize rough dwarf virus. *Phytoparasitica* 12: 210-211.
- Conti, M. 1985. Transmission of plant viruses by leafhoppers and planthoppers. Pages: 289-307. The Leafhoppers and Planthoppers. (L. R. Nault and J. G. R. Driguze eds.) John Wiley & Sons. New York.
- Conti, M. 1987. Reoviruses of grasses and cereals and their vectors. Proc. 2nd Int. Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic Importance. (Wilson, M. R., & Nault, L. R., eds.) CIE, London. Pp. 93-100.
- Di Renzo, M. A., Bonamico, N. C., DI_Az, D. D. Salerno, J. C. Iban, Ez, M.M. and Gesumaria, J. J. 2002 Inheritance of resistance to Mal de Rio Cuarto (MRC) disease in *Zea mays* (L.). *J. Agric. Science* 139: 47–53.
- Distefano, A. J., Conci, L. R., Hidalgo, M. M., Guzman, F. A., Hopp, H. E., and Vas M. D. 2002. Sequence analysis of genome segments S4 and S8 of Mal de rio cuarto virus: evidence that the virus should be a separate Fijivirus species. *Arch. Virol.* 147: 1699-1709.
- Distefano, A. J., Conci, L. R., Hidalgo, M.M., Guzman, F. A., Hopp, H. E., and Vas M. D. 2003. Sequence and phylogenetic analysis of genome segments s_1 , s_2 , s_3 and s_6 of Mal de Rio Cuarto virus a newly accepted Fijivirus species. *Virus Research* 92: 113-121.
- Distefano, A. J., Hopp, H. E. and del Vas, M. 2005. Sequence analysis of genome segments S5 and S10 of Mal de Rio Cuarto virus (Fijivirus, Reoviridae). *Arch. Virol.* 150 (6), 1241-1248.
- Dovas, C. I., Eythymiou, K., and Katis, N. I. 2003. First report of Maize rough dwarf virus on maize crop in Greece. *New Disease Reports. Plant Pathol.* 53:238.

- Endo, S., Takahashi, A., and Tsurumachi, M. 2002. Insecticide susceptibility of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*, collected from East Asia. *Appl. Entomol.* 37: 79-84.
- Estakhr, A., Heidari, B. Dadkhodaie, A. Mahmood Masoumi, M. Pakniyat, H. and Ahmadi, Z. 2016. Investigation for Maize Inbred Lines Resistance to *maize rough dwarf virus* (MRDV). *J. Crop Sci. Biotech.* 2016: 45 – 52.
- Fang, S., Yu, J., Li, D. and Han, C. 2001a. Nucleotide sequence of rice black-streaked dwarf virus segment 7 and 8. NCBI AF397894.
- Fang, S., Yu, J., Feng, G., Han, C., Li, D., and Liu, Y. 2001b. Identification of Rice black-streaked dwarf virus in maize with rough dwarf disease in China. *Arch. Virol.* 146:167-70.
- Harpaz, I. 1972a. Morphology and Biology of Vector Species. In *Maize Rough Dwarf, A Planthopper Virus Disease affecting Maize, Rice, Small Grain, and Grasses.* Jerusalem: Israel Univ. Press, Keter Publ. House.
- Harpaz, L. 1972b. *Maize Rough Dwarf. A Planthopper Virus Disease Affecting Maize, Rice, Small Grains and Grasses.* Israel University Press. Israel 251 PP.
- Harrison, B.D. 1981. Plant virus ecology; ingredients, interactions, and environmental influences. *Ann. App. Biol.* 99: 195-209.
- Isogai, M. 2004. Genus Fijivirus. Pp: 319-323. In: *Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae).* Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Izadpanah, K. 2004. Maize Iranian mosaic. Pages: 653-655. In: *Viruses and virus Diseases of poaceae (Graminae).* Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Izadpanah, K., Ebrahim-Nesbat, F and Afsharifar, R. 1991 Barley stripe mosaic virus as the cause of a major disease of wheat and millet in Iran. *J. Phytopathol.* 131: 290-296.
- Izadpanah, K., Y. P. Zhang, S. Daubert, M. Masumi, and A. Rowhani. 2002. Sequence of the coat protein gene of Bermuda grass etched-

- line virus and of the adjacent “Marafibox” motif. *Virus Genes* 24: 131-134.
- Jin, Y. D. ; Kim, D. K. ; Lee, D. L. ; Shin, D. B. 1988. Effects of the insecticides on infection rate of rice black-streaked dwarf virus. *Research Reports of the Rural Development Administration, Crop Protection* 1988 Vol.30 No.2 pp.45-50 ref.10
- Kim, S. K., Moon, H. G., Park, S. U., Park, K. Y., Ham, Y. S., Lee, S. S. and Chang, S. D. 1979. High yielding new maize hybrid, Suweon 29, resistant to maize rough dwarf virus. *Research Reports of the Office of Rural Development Crop* 21:123-130.
- Lapierre, H. and Signorat, P.-A. (eds.) 2004. *Viruses and virus Diseases of poaceae (Graminae)*. INRA Edition. Paris.
- Lee, M. H. ; Heo, C. H. ; Park, K. B. ; Lee, Y. S. 1989. Silage yield with different sowing dates and chemical control of rice black-streaked dwarf virus in maize. *Research Reports of the Rural Development Administration, Upland & Industrial Crops* 1989 Vol.31 No.1 pp.31-35 ref.9
- Lee, S. S. ; Lee, J. M. 1987. Productivity of silage maize as affected by sowing date in the rice black-streaked dwarf virus prevalent area. *Korean Journal of Crop Science* 1987 Vol.32 No.3 pp.249-255 ref.11
- Lenardon, S. L., March, G. J., Beviacqua, J. E. and Astorga, E. M. 1987. Different sowing dates and maize cultivars as an alternative for reducing the incidence of maize rough dwarf virus. *Plant Pathology Argentina* 44: 78-83.
- Lenardon, S.L., March, G.J., Nome, S.F. & Ornaghi, J.A. 1998. Recent Outbreak of “Mal de Río Cuarto Virus” on Corn in Argentina. *Plant Disease* 82:448.
- Lovisolo, O. 1971. Maize rough dwarf virus. *CMI/AAB. Descriptions of Plant Viruses* No.72.
- Luisoni, E., Kitagawa, Y., and Shikata, E. 1973. Serological relationship between maize rough dwarf virus and rice black – streaked dwarf virus. *Virology* 52:281-283.

- Lv M, Xie L, Yang J, Chen J, Zhang H-M. 2016. Complete genomic sequence of maize rough dwarf virus, a fijivirus transmitted by the small brown planthopper. *Genome Announc* 4(1):e01529-15. doi:10.1128/genomeA.01529-15.
- March, G. J., Ornaghi, J. A., Beviacqua, J. E., Giuggia, J., Rago and Lenardon, S. L. 2002. Systemic insecticides for control of *Delphacodes kuscheli* and the Mal de Rio Cuarto virus on maize. *Intern. J. Pest Management*, 2002, 48(2) 127-132.
- Masumi, M. and Izadpanah, K. 1996. Properties of the Iranian isolate of Bermudagrass etched-line virus. *J. Phytopathology* 144: 231-234.
- Milne, R. G, and Luisoni, E. 1977. Serological relationships among maize rough dwarf-like viruses. *Virology* 80: 12-20.
- Milne, R. G., Boccardo, G., Dal Bo, E., and Nome, f. 1983. Association of maize rough dwarf virus with mal de rio cuarto in Argentina. *Phytopathol.* 73: 1290-1292.
- Milne, R. G., Lovisolo, O. 1977. Maize rough dwarf and related viruses. *Adv. Virus Res.* 21: 267-341.
- Milne, R.G, Conti, M., and Lisa, V. 1973. Partial purification, structure and infectivity of complete maize rough dwarf virus particles. *Virology.* 53:130-141.
- Morales, F.J. 2021. Rice Black Streaked Dwarf Virus. www.sciencedirect.com
- Nakashima, N., Kuizomi, M., Watanabe, H., and Noda, H. 1996. Complete nucleotide sequence of the *Nilaparvata lugens* reovirus: a putative member of the genus Fijivirus. *J. Gen. Virol.* 77: 139-146.
- Nakashima. N., and Noda. H. 1994. Nucleotide sequence of *Nilaparvata lugens* reovirus genome segment 8 coding for the major outer capsid protein. *J. Gen Virol.* 75:2803-2806.
- Nome, S. F., & Tyssandier, E.E. 1984. Maize rough dwarf virus and the Rio Cuarto disease in Argentina. *Maize Virus Dis. Newsl.* 1:24-25.

- Ou, S.H. 1987. Rice Diseases. 2nd ed. CAB International. 380p.
- Peterschmitt, M. 2004. Maize streak diseases. Pp:671-675. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Rodriguez Pardina, F., Di Feo, L. and Lenardon, S.L. 2004. Mal de Rio Cuarto. Pages: 685-687. In: Viruses and virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Rodriguez Pardina, P. E., Giménez Pecci, M. P., Laguna, I. G., Dagoberto, E., and Truol, G. 1998. Wheat: A new natural host for the Mal de Río Cuarto virus in the endemic disease area, Río Cuarto, Córdoba Province, Argentina. Plant Dis. 82:149-152.
- Shikata, E., and Kitagawa, Y. 1977. Rice black – streaked dwarf virus: Its properties morphology and intracellular localization. Virology 77: 826-842.
- Signoret, P.A. and Conti, M. 2004. Barley yellow striate mosaic. Pages: 610-612. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Signoret, P.A. Caciagli, P., and Conti, M. 2004. Maize rough dwarf. Pages: 667-670. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Soo. H. M., Handley. J.A., Maugeri, M. M., Burns. P., Smith, G. R., Dale, J. L., and Harding R.M. 1998. Molecular characterization of Fiji disease fijivirus genome segment 9.j. Gen. Virol. 79: 3155-3161.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. Molecular Biology and Evolution.

- Tsai, J. H., and Falk, B. W. 2004. Maize mosaic. Pp: 656-659. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Uyeda, I. 2004. Rice black streaked dwarf, Pages: 501-503. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Velazquez, P. D., Arneoda, J. D., Guzman, F. A., Conci, L. R., and Truol, G. A. 2003. *Delphacodes haywardi*, a new natural vector of Mal de Rio Cuarto virus in Argentina. J. phytopathol. 151: 669-672.
- Vidano, C. 1970. Phases of Maize rough dwarf virus multiplication in the vector *Laodelphax striatellus*. Virology 41:218-232.
- Wang, Z. H., Fang, S. G., Wang, F., Qin, G., Sui, Z., Wang, Z., Wang, Z., Yu, J. and Zhang, J. 2006b. Improved method for assaying maize plant resistance to maize rough dwarf disease by artificial inoculation and real-time RT-PCR. E. J. Plant Pathol. 116: 289-300.
- Wang, Z. H., Fang, S. G., Xu, J. L., Sun, L. Y., Li, D. W. and Yu, J. L. 2003. Sequence analysis of the complete genome of *Rice black-streaked dwarf virus* isolated from maize with rough dwarf disease. Virus Genes 27: 163-168.
- Wang, Z. H., Fang, S. G., Zhang, Z. Y., Han, C. G., Li, D. W. and Yu, J. L. 2006a. Development of an ID-Eliza for detection of Rice black-streaked dwarf virus in plant. J. Virol. Methods 134:61-65.
- Wang, Z. Zhou. Y., Xue, B., Wu, S., Cheng, Z. and Zhang, W. 2001. Detection of Rice black-streaked dwarf virus by RT-PCR, dot blot hybridization and SDS-PAGE. J. Nanjing Agric. Univ. 24:24-28.
- Yu, J. and Liu, Y. 2004. Rice black streaked dwarf Pages: 689-690. In: Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Graminae). Lapierre, H. and Signoret, P.-A. (eds.) INRA Edition. Paris.
- Zhang, H. M., Chen, J. P., Cheng, Y., Lei, J. L., and Xue, Q. Z. 2001a. Cloning and sequencing of the genome segment S9 of Rice black-streaked dwarf virus. Wei Sheng Wu Xue Bao 33: 467- 471.

- Zhang, H., Chen, J. P., Lei, J., and Adams, M.J. 2001b. Sequence analysis shows that a dwarfing disease on rice, wheat and maize in China is caused by Rice black streaked dwarf virus. *Eur. J. Plant Pathol.* 107: 563-567.
- Zhang, H., Yang, j., Chen, J. P. and Adams, M. J. 2008. A black-streaked dwarf disease on rice in China is caused by a novel fijivirus. *Arch Virol.* 153:1893–1898.
- Zhou, G., Wen, J., Cai, D., Li, P., Xu, D. and Zhang, S. 2008. Southern rice black-streaked dwarf virus: A new proposed Fijivirus species in the family Reoviridae. *Chinese Science Bulletin.* Vol. 53(23): 3677-3685.



Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection

Maize Rough Dwarf Disease in Iran and its Management

By:
Mahmoud Masumi
Register No.
62006
2022