دانش بیماری‌شناسی گیاهی
سال۱۴ ، جلد۲ ، بهار و تابستان ۱۴۰۴
Plant Pathology Science
Vol.14 (2),2025
(oISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Website: https://yujs.yu.ac.ir/pps/

Review Article

The most important viral diseases of Alstroemeria ornamental plant in the World

Nasser Beikzadeh[1]✉, Afshin Hassani-Mehraban[2], Seyyed Fazel Fazeli Kakhki[1]
1. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2. Laboratory of Virology, Department of Plant Sciences, Wageningen University, Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen, the Netherlands

Abstract: An important part of the floriculture industry, which has a high ornamental value and has become an essential part of people's daily lives, are cut flowers. The Netherlands, Colombia and the United States are the major producers of cut flowers, and more than 80% of the production of these flowers in Iran is concentrated in Tehran, Fars, Ilam and Khuzestan provinces, respectively. Alstroemeria, an important ornamental plant, is used both as a cut flower and for pot cultivation. Its flower production is rapidly increasing in Europe and other parts of the world, and due to its long vase life, high yield and productivity, and wide color variety, it has become one of the most commercially successful ornamental cut flowers in the United States, Britain, the Netherlands, and Japan. The area under cultivation and production of alstroemeria in Iran in 2023 were 42 hectares and approximately 45 million branches, respectively, and Tehran province had the highest area under cultivation and production. This plant is cultivated in Iran through rhizomes and mostly in greenhouse conditions. Alstroemeria has been reported to be infected with diseases such as root rot, wilt and viral diseases. Virus infection of alstroemeria is a serious concern because this plant mainly reproduces vegetatively. Among plant diseases, viral diseases are the most important problem for alstroemeria and can significantly reduce the quality and quantity of the plant and limit global trade. So far, 24 alstroemeria-infecting viruses have been reported in the world.

Keywords: Alstroemeria virus x, Tomato yellow ring orthotospovirus, Alstroemeria necrotic streak orthotospovirus, Alstroemeria yellow spot orthotospovirus, Alstroemeria mosaic virus

مقاله مروری

مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی گیاه زینتی آلسترومریا در جهان

ناصر بیک‌زاده[۱]✉ ، افشین حسنی مهربان[۲]، سیدفاضل فاضلی‌کاخکی[۱]
۱. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲. دانشگاه واخینگن – گروه علوم گیاهی، آزمایشگاه ویروس‌شناسی، هلند

چکیده: بخش مهمی از صنعت گلگاری که ارزش زینتی بالایی داشته و به بخشی ضروری از زندگی روزمره مردم تبدیل شده‌اند، گل‌های شاخه‌بریده هستند. هلند، کلمبیا و ایالات متحده آمریکا کشورهای عمده تولیدکننده گل‌های شاخه‌بریده بوده و بیش از ۸۰ درصد تولید این گل‌ها در ایران به ترتیب در استان‌های تهران، فارس، ایلام و خوزستان تمرکز

✉ Corresponding author: beiczadeh@gmail.com; Received: 2025.08.30; Revised: 2025.11.29; Accepted: 2025.12.21

✉ دریافت:۱۴۰۴/۰۶/۰۸ ، بازنگری:۱۴۰۴/۰۹/۰۸ ، پذیرش:۱۴۰۴/۰۹/۳۰

دارد. آلسترومریا که یک گیاه زینتی مهم است، هم به‌صورت گل شاخه‌بریده و هم برای کشت در گلدان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید گل آن در اروپا و سایر نقاط جهان به سرعت در حال افزایش بوده و به دلیل داشتن عمر گلجایی طولانی، عملکرد و بهره‌وری بالا و تنوع رنگ زیاد، از نظر تجاری به یکی از موفق‌ترین گل‌های زینتی شاخه‌بریده در ایالات متحده آمریکا، بریتانیا، هلند و ژاپن تبدیل شده است. سطح زیرکشت و میزان تولید آلسترومریا در ایران در سال ۱۴۰۲، به‌ترتیب ۴۲ هکتار و تقریبا ۴۵ میلیون شاخه بوده و استان تهران بیشترین سطح زیرکشت و تولید را داشته است. این گیاه در ایران از طریق ریزوم‌ها و بیشتر در شرایط گلخانه‌ای کشت می‌شود. آلودگی آلسترومریا به بیماری‌هایی مانند پوسیدگی‌های ریشه، پژمردگی و بیماری‌های ویروسی گزارش شده است. آلوده شدن آلسترومریا به ویروس، یک نگرانی جدی است چون این گیاه اساسا به‌صورت رویشی تکثیر می‌شود. در بین بیماری‌های گیاهی، بیماری‌های ویروسی مهمترین مشکل برای آلسترومریا بوده و می‌توانند باعث کاهش قابل‌توجه کیفیت و کمیت گیاه شده و تجارت جهانی را محدود کنند. تاکنون ۲۴ ویروس آلوده‌کننده آلسترومریا در دنیا گزارش شده‌اند.

واژگان کلیدی: ویروس ایکس آلسترومریا، ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی، ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا، ویروس لکه زرد آلسترومریا، ویروس موزائیک آلسترومریا

مقدمه

گل‌های شاخه‌بریده بخش مهمی از صنعت گلگاری بوده، ارزش اقتصادی بالایی دارند و به بخشی ضروری از زندگی روزمره مردم تبدیل شده‌اند (Zhang et al. 2024, Zulfiqar et al. 2022). آلسترومریا که یک گیاه زینتی مهم است و به آن زنبق پرویی (Peruvian lily) نیز گفته می‌شود، هم به‌صورت گل شاخه‌بریده و هم برای کشت در گلدان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Choon et al. 2012, Hoshino 2008). این گیاه زینتی به ویژه به دلیل عمر گلجایی طولانی، عملکرد و بهره‌وری بالا و تنوع رنگ زیاد، از نظر تجاری به یکی از موفق‌ترین گل‌های زینتی شاخه‌بریده در ایالات متحده آمریکا، بریتانیا، هلند و ژاپن تبدیل شده است (Hoshino 2008, Hutchinson et al. 2014, Park et al. 2010, Spence et al. 2000). در حال حاضر، رقمهای آلسترومریا را می‌توان به سه نوع تقسیم کرد: نوع ارکیده‌ای، نوع پروانه‌ای و نوع هیبریدی (Park et al. 2010). سطح زیرکشت و میزان تولید آلسترومریا در ایران در سال ۱۴۰۲، به‌ترتیب ۴۲ هکتار و تقریبا ۴۵ میلیون شاخه بوده و استان تهران در رده اول قرار دارد. این گیاه در ایران از طریق ریزوم‌ها تکثیر و بیشتر در شرایط گلخانه‌ای کشت می‌شود.

آلودگی آلسترومریا به بیماری‌هایی مانند کمپلکس پوسیدگی‌های ریشه، پژمردگی، پوسیدگی پایه، و بیماری‌های ویروسی گزارش شده است (Bak et al. 2023, Shanmugam et al. 2007, Valdés et al. 2014, Wolcan et al. 2007). چون بوته‌های آلسترومریا از طریق تقسیم ریزوم تکثیر می‌یابند، مشکلات ناشی از آلودگی ویروسی شدیدتر است و می‌توانند باعث کاهش قابل‌توجه کمیت و کیفیت گلها شوند (Kim 2020, Park et al. 2010,). تاکنون ۲۴ ویروس از آلسترومریا (جدول ۱) در جهان گزارش شده‌اند (Beikzadeh et al. 2012, Bellardi et al. 1992, Bouwen & van der Vlugt 2000a, Bouwen & van der Vlugt 2000b, Brunt & Phillips 1981, Cervantes-Díaz et al. 2009, Fuji et al. 2007, Hassani-Mehraban et al. 2010, Hassani-Mehraban et al. 2019, Luvisi et al. 2016, Mosquera-Yuqui et al. 2020, Spence et al. 2000, van Zaayen 1995, Verma et al. 2005, Wong et al. 1992).

جدول ۱. ویروس‌های آلوده‌کننده آلسترومریا در جهان

Table 1. Viruses infecting Alstroemeria in the world

Virus name		Species
English	Persian	
1. Alstroemeria carlavirus(AlCV)	کارلاویروس آلسترومریا	–
2. Alstroemeria flower banding virus (AlFBV)	ویروس گل‌نواری آلسترومریا	–
3. Alstroemeria mosaic virus (AlMV)	ویروس موزائیک آلسترومریا	*Potyvirus alstromeriae*
4. Alstroemeria necrotic streakorthotospovirus (ANSV)	ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا	*Orthotospovirus alstroemerinecrosis*
5. Alstroemeria streak virus (AlSV)	ویروس رگه‌ای آلسترومریا	–
6. Alstroemeria virus X (AlsVX)	ویروس ایکس آلسترومریا	*Potexvirus ecsalstroemeriae*
7. Alstroemeria yellow spot orthotospovirus (AYSV)	ویروس لکه زرد آلسترومریا	*Orthotospovirus alstroemeriflavi*
8. Arabis mosaic virus (ArMV)	ویروس موزائیک آرابیس	*Nepovirus arabis*
9. Broad bean wilt virus-2 (BBWV-2)	ویروس پژمردگی باقلا۲	*Fabavirus betaviciae*
10. Cucumber mosaic virus (CMV)	ویروس موزائیک خیار	*Cucumovirus CMV*
11. Freesia mosaic virus (FMV)	ویروس موزائیک فریزیا	*Potyvirus freesiae*
12. Grapevine Algerian latent virus (GALV)	ویروس نهفته انگور الجزایری	*Tombusvirus algeriaense*
13. Impatiens necrotic spot orthotospovirus (INSV)	ویروس لکه نکروتیک گل حنا	*Orthotospovirus impatiensnecromaculae*
14. Iris yellow spot orthotospovirus (IYSV)	ویروس لکه زرد زنبق	*Orthotospovirus iridimaculaflavi*
15. Lily mottle virus (LMoV)	ویروس ابلقی سوسن	*Potyvirus lilimaculae*
16. Lily symptomless virus (LSV)	ویروس بدون علائم سوسن	*Carlavirus lilii*
17. Ornithogalum mosaic virus (OrMV)	ویروس موزائیک شیرمرغ (علف تگرگی)	*Potyvirus ornithogalitessellati*
18. Pepper huasteco yellow vein virus (PHYVV)	ویروس رگبرگ زرد فلفل هواستکو	*Begomovirus capsicumhuastecoense*
19. Tobacco rattle virus (TRV)	ویروس جغجغه‌ای توتون	*Tobravirus tabaci*
20. Tobacco streak virus (TSV)	ویروس رگه‌ای توتون	*Ilarvirus TSV*
21. Tomato spotted wilt orthotospovirus (TSWV)	ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی	*Orthotospovirus tomatomaculae*
22. Tomato yellow ring orthotospovirus (TYRV)	ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی	*Orthotospovirus tomatanuli*
23. Youcai mosaic virus (YoMV)	ویروس موزائیک یوکای	*Tobamovirus youcai*
24. Zantedeschia mild mosaic virus (ZaMMV)	ویروس موزائیک خفیف شیپوری	*Potyvirus zantedeschiatenuis*

ویروس موزائیک آلسترومریا Alstroemeria mosaic virus (AlMV)

ویروس موزائیک آلسترومریا که از ایران نیز گزارش شده است (Tahvildari & Massah 2016)، در هرجا که گونه‌های آلسترومریا پرورش داده می‌شوند، ظاهر می‌شود (Bak et al. 2023, Bellardi et al. 1994, Bouwen & van der Vlugt 1996, Inoue et al. 1992, Mosquera-Yuqui et al. 2020, Read et al. 2020, Spence et al. 2000, van Zaayen 1995, van Zaayen et al. 1994, Wong et al. 1992, Wang & Chang 2006). گزارش شده است که ویروس رگه‌ای آلسترومریا، استرینی از ویروس موزائیک آلسترومریا است (van der Vlugt & Bouwen 2002). این ویروس شایع‌ترین ویروس آلوده‌کننده آلسترومریا بوده و برای اولین بار در بریتانیا از رقمهای آلسترومریا با علائم کلروز برگ‌ها و رگه‌های قرمز تیره بر روی گل‌ها گزارش شده است (Mosquera-Yuqui et al. 2020). در بوته‌های آلسترومریا که به این ویروس آلوده هستند، نوارهای کلروز بر روی برگ ظاهر می‌شود که به‌صورت لکه‌های سبز روشن و تیره‌تر به موازات رگبرگ میانی دیده می‌شوند. همچنین باعث شکستگی رنگ گل نیز می‌شود. با توجه به نوع رقم، شرایط و فصل رشد، تغییراتی قابل‌توجهی در بیان علائم مشاهده می‌شود (Bellardi et al. 1994, Phillips & Brunt 1986, Read et al. 2020) (شکل ۱). ویروس موزائیک آلسترومریا، مشکل‌سازترین ویروس در آلسترومریا بوده و عموما نوع پروانه‌ای به این ویروس آلوده می‌شود (Park et al. 2010). این ویروس توسط شته‌های *Myzus persicae* و *Neotoxoptera formosana* (شته پیاز) به روش غیرپایا منتقل می‌شود. علاوه‌براین، به طریق مکانیکی و از طریق عصاره نیز به تعداد محدودی از گیاهان محک قابل انتقال است (Bellardi et al. 1994, Yasuda et al. 1998). ویروس موزائیک آلسترومریا از طریق بذر و دانه گرده منتقل نمی‌شود (de Blank et al. 1994, Sastry et al. 2019). گزارشاتی از آلودگی همزمان آلسترومریا به این ویروس همراه با ویروس موزائیک خیار، ویروس جغجغه‌ای توتون، ویروس بدون علائم سوسن، ویروس موزائیک آرابیس یا ویروس موزائیک فریزیا منتشر شده‌اند (Bellardi et al. 1994, Spence et al. 2000). آلودگی همزمان این ویروس با ویروس بدون علائم سوسن بر روی آلسترومریا در اکوادور منجر به بروز علائم رگه‌ای و موزائیکی بر روی برگ‌ها شده است (Mosquera-Yuqui et al. 2020) (شکل ۲).

شکل ۱. علائم آلودگی آلسترومریا به ویروس موزائیک آلسترومریا (Mosquera-Yuqui et al. 2020)

Figure 1. Symptoms of alstroemeria infection with alstroemeria mosaic virus (Mosquera-Yuqui et al. 2020)

شکل ۲. تشکیل رگه‌های زرد رنگ در امتداد سطح برگ‌های آلسترومریا در نتیجه آلودگی توام ویروس موزائیک آلسترومریا و ویروس بدون علائم سوسن (Mosquera-Yuqui et al. 2020, Read et al. 2020)

Figure 2. Formation of yellow streaks along the surface of alstroemeria leaves as a result of co-infection with alstroemeria mosaic virus and lily symptomless virus (Mosquera-Yuqui et al. 2020, Read et al. 2020)

ذرات ویروس رشته‌ای قابل‌انعطاف، بدون پوشش، به طول ۷۸۰ نانومتر و عرض ۱۲ نانومتر هستند. ژنوم این ویروس از نوع اسید ریبونوکلئیک خطی، تک‌رشته‌ای و مثبت است (Fuji et al. 2004, Inoue-Nagata et al. 2022, Revers & Garcia 2015, Wong et al. 1994). ژنوم کامل این ویروس که از آلسترومریا در اکوادور جدا شده است، دارای ۹۷۷۴ نوکلئوتید است (Mosquera-Yuqui et al. 2020).

ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا Alstroemeria necrotic streak orthotospovirus (ANSV)

آلودگی بوته‌های آلسترومریا به ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا از کلمبیا گزارش شده است. این ویروس تاکنون از ایران گزارش نشده است. بر روی برگ‌ها و ساقه‌های آلسترومریای آلوده به این ویروس، رگه‌های بافت‌مرده ظاهر می‌شود (شکل ۳). این ویروس دارای دامنه میزبانی متوسط می‌باشد. انتقال ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا توسط تریپس (گونه *Frankliniella occidentalis*) و به روش پایا–تکثیری گزارش شده است. ذرات این ویروس کروی بوده، ۸۰ تا ۱۲۰ نانومتر قطر دارند و توسط یک غشاء لیپیدی احاطه شده‌اند. ژنوم آن از سه قطعه اسید ریبونوکلئیک تشکیل شده است. قطعه کوچک (S)، پروتئین نوکلئوکپسید (Nucleocapsid; N) و یک پروتئین غیرساختاری (Nonstructure, NSs) کد می‌کند (Hassani-Mehraban et al. 2010). آلودگی طبیعی فلفل‌دلمه‌ای، گوجه‌فرنگی، نارانجیلا (*Solanum quitoense*) و گل شمعی (*Hoya carnosa*) به این ویروس از کلمبیا گزارش شده است (Gallo et al. 2018, 2019, Lussier-Lepine et al. 2023, Olaya et al. 2017, Tian et al. 2020).

شکل ۳. علائم آلودگی آلسترومریا به ویروس رگه نکروتیک آلسترومریا (سمت راست: رگه‌های بافت‌مرده بر روی برگ؛ سمت چپ: رگه‌های بافت‌مرده بر روی ساقه) (Hassani-Mehraban et al. 2010)

Figure 3. Symptoms of alstroemeria infection with alstroemeria necrotic streak virus (right: necrotic streaks on the leaf; left: necrotic streak on the stem) (Hassani-Mehraban et al. 2010)

ویروس ایکس آلسترومریا Alstroemeria virus X (AlsVX)

آلودگی آلسترومریا به ویروس ایکس آلسترومریا از ژاپن گزارش شده است (Fuji et al. 2005). در ارتباط با وجود این ویروس در ایران، تاکنون گزارشی منتشر نشده است. بر روی برگ‌های آلوده آلسترومریا، علائم موزائیک مشاهده می‌شود. دامنه میزبانی این ویروس، وسیع است و در آلسترومریا دارای آلودگی سیستمیک نهفته است (Fuji et al. 2005). این ویروس فاقد ناقل بوده و به طریق مکانیکی از طریق عصاره منتقل می‌شود (Fuji et al. 2005, Sastry et al. 2019). ذرات ویروس ایکس آلسترومریا رشته‌ای قابل‌انعطاف بوده و طول و عرض آن به ترتیب ۵۳۰ و ۱۳ نانومتر می‌باشد (Fuji et al. 2005). ژنوم آن از نوع اسید ریبونوکلئیک تک‌رشته‌ای مثبت بوده و پنج قالب خواندی باز (Open reading frame; ORF) دارد (Adams et al. 2004). ژنوم ویروس ایکس آلسترومریا که از آلسترومریا جدا شده است، دارای ۷۰۰۹ نوکلئوتید است (Fuji et al. 2005).

ویروس لکه زرد آلسترومریا Alstroemeria yellow spot orthotospovirus (AYSV)

آلودگی آلسترومرویا به ویروس لکه زرد آلسترومریا از هلند گزارش شده است. علائم آلودگی بوته‌های آلسترومریا به این ویروس، به‌صورت کله‌های زرد و کلروتیک بر روی برگ‌ها نمایان می‌شود (شکل ۴). این ویروس با موفقیت توسط تریپس (*Thrips tabaci*) منتقل شده است. مطالعات نشان داد که این ویروس دارای دامنه میزبانی نسبتا محدود بوده و فقط بر روی دولپه‌ای‌های مورد آزمایش، علائم موضعی و سیستمیک ظاهر شده است. اسیدریبونوکلئیک بزرگ، متوسط و کوچک این ویروس به‌ترتیب ۸۸۶۵، ۴۷۹۷ و ۲۷۳۴ نوکلئوتید دارد (Hassani-Mehraban et al. 2019). این ویروس تاکنون از ایران گزارش نشده است.

شکل ٤. علائم آلودگی به ویروس لکه زرد آلسترومریا (Hassani-Mehraban et al. 2019)

Figure 4. Symptoms of alstroemeria infection with the alstroemeria yellow spot virus (Hassani-Mehraban et al. 2019)

ویروس موزائیک آرابیس Arabis mosaic virus (ArMV)

ویروس موزائیک آرابیس به طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی از جمله گیاهان زینتی حمله نموده و گسترش جهانی دارد. آلودگی آلسترومریا به این ویروس از ژاپن، ایتالیا، دانمارک و لیتوانی گزارش شده است. این ویروس در ایران بر روی سایر میزبان‌ها گزارش شده است ولی آلودگی آلسترومریا به آن، گزارش نشده است. بر روی بوته‌های آلوده آلسترومریا به این ویروس، علائم کوتولگی، بدشکلی و لکه‌های بافت‌مرده ظاهر می‌شوند. همچنین بر روی گلبرگ‌ها نیز نوارهای سبزرنگ تشکیل می‌شود. این ویروس توسط نماتد (Xiphinema و Longidorus) منتقل می‌شود. انتقال آن از طریق تلقیح بذر، دانه گرده و مکانیکی عصاره نیز گزارش شده است (Bagger 1976, Bellardi et al. 1986, Bellardi et al. 1994, Inoue et al. 1992, Samuitiene et al. 2008).

ویروس پژمردگی باقلا ۲ Broad bean wilt virus-2 (BBWV-2)

ویروس پژمردگی باقلا ۲ در ژاپن از بوته‌های آلسترومریا که علائم کوتولگی شدید و بافت‌مردگی داشتند، جدا گردید. تلقیح (back inoculation) گیاهچه‌های آلسترومریا (*Alstroemeria ligtu* cv. Hagoromo) به این ویروس، منجر به تشکیل علائم موزائیکی پس از سه ماه شد. انتقال ویروس پژمردگی باقلا ۲ توسط شته و به طریق غیرپایا بوده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز منتقل می‌شود. این ویروس، دامنه میزبانی وسیع دارد (Fuji et al. 2007, Sastry et al. 2019). آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران گزارش نشده است.

ویروس موزائیک خیار Cucumber mosaic virus (CMV)

ویروس موزائیک خیار یکی از مهم‌ترین ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی بوده که در دنیا و از جمله ایران گسترش دارد

(Jahandideh et al. 2023, Mirhosseini-Chahooki et al. 2022). آلودگی بوته‌های آلسترومریا به ویروس موزائیک خیار از هلند، بریتانیا، هند و ژاپن گزارش شده است (Fuji et al. 2007, Spence et al. 2000, Verma et al. 2005). گزارشی از آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران وجود ندارد. علائم آلودگی به صورت کلروز بین‌رگبرگی، موزائیک روشن و بافت‌مردگی بر روی بوته‌های آلسترومریا ظاهر می‌شود. آلودگی بوته‌ها، ممکن است نهفته باشد. این ویروس توسط شته (*M. persicae* و *Aphis gossypii*) و به روش غیرپایا منتقل شده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز به طیف وسیعی از میزبان‌ها منتقل می‌شود (Fuji et al. 2007, Verma et al. 2005). علاوه‌بر این، انتقال ویروس موزائیک خیار توسط از طریق بذر گونه *Alstroemeria pulchella* و هیبریدهای آلسترومریا گزارش شده است (Bellardi & Bertaccini 1997). مطالعات نشان داده است که جدایه‌های ویروس موزائیک خیار که باعث آلودگی آلسترومریا در هند و هلند شده‌اند، به‌ترتیب در زیرگروه یک و دو قرار دارند (Chen et al. 2001, Verma et al. 2005).

ویروس موزائیک فریزیا Freesia mosaic virus (FMV)

آلودگی گونه‌های آلسترومریا به ویروس موزائیک فریزیا از ایتالیا، گزارش شده است. علائم آلودگی روی برگ‌های آلسترومریا به‌صورت کلروتیک و تغییر شکل ظاهر می‌شود. این ویروس توسط شته و به روش غیرپایا منتقل شده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل انتقال است. دامنه میزبانی این ویروس، محدود به گیاهان خانواده Iridaceae است (Bellardi et al. 1992, 1994, van Zaayen 1995). ژنوم کامل این ویروس که از فریزیا جدا شده است، دارای ۹۴۸۹ نوکلدوتید است (Choi et al. 2010). آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران گزارش نشده است.

ویروس نهفته انگور الجزایری Grapevine Algerian latent virus (GALV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس نهفته الجزایری انگور از ژاپن گزارش شده است (Tomitaka et al. 2016). روی برگ‌های آلوده آلسترومریا، لکه‌های بافت‌مرده ظاهر می‌شوند. ناقل این ویروس، ناشناخته است. این ویروس از طریق بذر و تلقیح مکانیکی عصاره قابل انتقال است (Tomitaka et al. 2016). انتشار اولیه این ویروس از طریق کاشت مواد گیاهی آلوده صورت می‌گیرد. گزارشی از آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران منتشر نشده است.

ویروس لکه نکروتیک گل حنا Impatiens necrotic spot orthotospovirus (INSV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس لکه نکروتیک گل حنا از ایران و مکزیک گزارش شده است (Ghotbi 2013, Gutierrez-Estrada et al. 2000). بر روی برگ‌های آلوده آلسترمریا، لکه‌های کلروتیک بیضی‌شکل تا گرد به‌صورت حلقه‌های متحدالمرکز و موازی و لکه‌های بافت‌مرده تشکیل می‌شود (Lukassen 2004) (شکل ۵). بافت‌مردگی ساقه و پژمردگی بخش‌های فوقانی بوته دیده نمی‌شود (van Zaayen 1995). انتقال این ویروس در طبیعت توسط تریپس(*F. occidentalis*) بوده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است.

شکل ۵. علائم آلودگی آلسترومریا به ویروس لکه نکروتیک گل حنا (Lukassen 2004)

Figure 5. Symptoms of alstroemeria infection with the impatiens necrotic spot virus (Lukassen 2004)

ویروس لکه زرد زنبق Iris yellow spot orthotospovirus (IYSV)

از ژاپن، آلودگی بوته‌های آلسترومریا که علائم زردی شدید همراه با رگه‌ها و لکه‌های بافت‌مرده بر روی برگ و ساقه داشتند، به ویروس لکه زرد زنبق گزارش شده است. (Okuda et al. 2003, 2005). انتقال این ویروس در طبیعت توسط تریپس پیاز (*T. tabaci*) تایید شده است، با این حال گزارش شده است که تریپس توتون (*F. fusca*) در شرایط آزمایشگاهی، این ویروس را با کارآیی کمتر منتقل کرده است. این ویروس همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است و دامنه میزبانی نسبتا وسیع دارد (Bag et al. 2015, Hsu et al. 2010, Srinivasan et al. 2012). آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران گزارش نشده است.

ویروس ابلقی سوسن Lily mottle virus (LMoV)

این ویروس از هلند و ایتالیا روی گونه *Alstroemeria brasiliensis* گزارش شده است. علائم کلروز برگی همراه با لکه‌های سبز تیره بیضی شکل و شکستگی رنگ گل بر روی بوته‌های آلسترومریا گزارش شده است. ویروس ابلقی سوسن توسط شته و به طریق غیرپایا منتقل می‌شود، همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است (Bouwen & van der Vlugt 2000a, Luvisi et al. 2016). دامنه میزبانی این ویروس محدود به تیره سوسنیان (*Liliaceae*) بوده و برای اولین بار در سال ۲۰۰۲، آلودگی طبیعی یک گیاه دولپه‌ای به این ویروس گزارش گردید (Lisa et al. 2002). با توجه به منابع موجود، آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران مشاهده نشده است.

ویروس بدون علائم سوسن Lily symptomless virus (LSV)

ویروس بدون علائم سوسن از ایتالیا، بریتانیا، اکوادور، هند و هلند بر روی گونه‌های آلسترومریا گزارش شده است (Bellardi et al. 1994, Derks et al. 2002, Flores et al. 2019, Sony & Mittal 2016, Spence et al.

2000). پیچیدگی و کلروتیک برگ‌ها از علائم آلودگی آلسترومریا به این ویروس بوده و آلودگی گل‌ها نیز بدون علائم است (Bellardi et al. 1994, Derks et al. 2002, Spence et al. 2000). تعیین توالی جدایه‌های متعدد تایید کرد که کارلاویروس آلسترومریا در واقع یک جدایه سازگار با میزبان از ویروس بدون علائم سوسن است (Derks et al. 2002, Phillips & Brunt 1986). در مراحل اولیه رشد آلسترومریا، این ویروس توسط شته *Myzus persicae* به طریق غیرپایا و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره با موفقیت منتقل شده است (Derks et al. 2002). مطالعات نشان داده است که گاهی اوقات انتقال این ویروس از آلسترومریا به سوسن و برعکس، با شکست مواجه می‌شود (Derks et al. 2002). ژنوم کامل این ویروس که از آلسترومریا جدا شده است، دارای ۸۳۹۱ جفت باز است (Flores et al. 2019). دامنه میزبانی ویروس بدون علائم سوسن محدود به گیاهان خانواده سوسنیان می‌باشد (Fisher 2013). در ایران، آلودگی آلسترومریا به این ویروس مشاهده نشده است.

ویروس موزائیک شیرمرغ (علف تگرگی) Ornithogalum mosaic virus (OrMV)

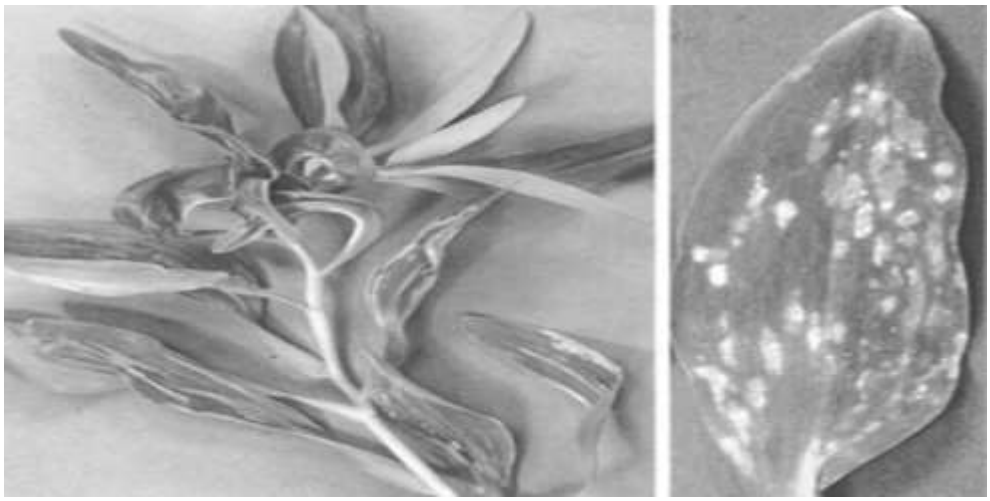
ویروس موزائیک شیرمرغ دامنه میزبانی وسیع داشته و بر تولید انواع گیاهان زینتی اثر می‌گذارد. آلودگی گونه *Alstroemeria caryophyllea* به ویروس موزائیک شیرمرغ از هلند گزارش شده است. علائم آلودگی بر روی بوته‌های آلسترومریا به‌صورت رگبرگ نواری سبز تیره، لکه‌های بافت‌مرده و شکستگی رنگ گل نمایان می‌شود. انتقال این ویروس توسط شته به طریق غیرپایا و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره گزارش شده است (Bouwen & van der Vlugt 1996, 2000b, Sastry et al. 2019). گزارشی از آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران منتشر نشده است.

ویروس رگبرگ زرد فلفل هواستکو Pepper huasteco yellow vein virus (PHYVV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس رگبرگ زرد فلفل هواستکو از مکزیک گزارش شده است. علائم آلودگی آلسترومریا به این ویروس، به‌صورت پیچیدگی برگ، موزائیک زرد روشن و کلروز حاشیه یا داخل برگ دیده می‌شود (Cervantes-Díaz et al. 2009). مطالعات در مکزیک نشان داد که جمعیت‌های مگس سفید *Trialeurodes vaporariorum* که از بوته‌های آلسترومریا جمع‌آوری شده بودند، علیرغم کسب ویروس از بوته‌های آلوده آلسترومریا، قادر به انتقال این ویروس به بوته‌های آلسترومریا نبودند. ناقل اصلی این ویروس، گونه *Bemisia tabaci* می‌باشد (Cervantes-Díaz et al. 2009). این ویروس تاکنون از ایران بر روی آلسترومریا گزارش نشده است.

ویروس جغجغه‌ای توتون Tobacco rattle virus (TRV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس جغجغه‌ای توتون از هلند و بریتانیا گزارش شده است. علائم آلودگی بر روی آلسترومریا به‌صورت بدشکلی و تشکیل نقاط و حلقه‌های زرد بر روی برگ ظاهر می‌شوند. آلودگی به این ویروس، نادر است. انتقال آن از طریق نماتد بوده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است. این ویروس از طریق تماس بین بوته‌ها، منتقل نمی‌شود (Hakkaart & Versluijs 1985, Phillips & Brunt 1986, Sastry et al. 2019, Spence et al. 2000). ویروس جغجغه‌ای توتون یکی از ویروس‌های گیاهی است که وسیع‌ترین دامنه میزبانی را دارد (MacFarlane 1999). محققان در سال ۲۰۱۱ در بوته‌های آلسترومریا که آلوده به این ویروس بودند و علائم کوتولگی، تغییرشکل



شکل ٦. بوته‌های گونه *Alstroemeria aurea* با علائم کوتولگی و تغییرشکل بخش‌های فوقانی (سمت چپ) و لکه‌های زرد و بافت‌مرده بر روی برگ (سمت راست) به علت الودگی به ویروس جغجغه‌ای توتون (Koenig et al. 2011)

Figure 6. *Alstroemeria aurea* plants with dwarfing and deformed upper parts (left) and yellow and necrotic spots on the leaves (right) due to infection with tobacco rattle virus (Koenig et al. 2011)

بخش‌های فوقانی و لکه‌های زرد و بافت‌مرده بر روی برگ‌ها داشتند (شکل ۶)، یک نوع اسیدریبونوکلئیک ۱ و هفت نوع اسیدریبونوکلئیک ۲ را ردیابی کردند. این هفت نوع اسیدریبونوکلئیک ۲ هم در اندازه با یکدیگر متفاوت بودند و هم در نوع توالی اسیدریبونوکلئیک۱ که در انتهای 3’ داشتند (Koenig et al. 2011). هیچ‌گونه اطلاعاتی در ارتباط با آلودگی آلسترومریا به این ویروس در ایران وجود ندارد.

ویروس رگه‌ای توتون Tobacco streak virus (TSV)

در بریتانیا گزارش شدکه هیبریدهای گونه *Alstroemeria caryophylla* که علائم کلروتیک خفیف روی برگ‌ها دارند، به ویروس *Alstroemeria ilarvirus* آلوده هستند مطالعات بعدی نشان داد که این ویروس، استرینی از ویروس رگه‌ای توتون است. انتقال ویروس رگه‌ای توتون در طبیعت توسط گونه‌های تریپس (*F. schultzei* و *T. tabaci*) می‌باشد. این ویروس روی و داخل دانه گرده وجود دارد و از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است. انتقال آن از طریق تماس بین بوته‌ها، گزارش نشده است (Brunt & Phillips 1981, Sastry et al. 2019). این ویروس در ایران روی آلسترومریا گزارش نشده است.

ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی Tomato spotted wilt orthotospovirus (TSWV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی در تمام مناطق رشد آلسترومریا از جمله ایران رخ می‌دهد (Tajik et al. 2012). آلودگی بوته‌های آلسترومریا به این ویروس، سیستمیک بوده و علائم آلودگی بر روی برگ‌ها ابتدا به‌صورت لکه‌های کلروتیک بیضی شکل تا گرد و بعدا به‌صورت لکه‌های بافت‌مرده ظاهر می‌شوند. بر روی برگ‌ها، دمبرگ‌ها و ساقه‌ها، نوارهای بافت‌مرده مشاهده می‌شود. آلودگی همزمان این ویروس با ویروس موزائیک آلسترومریا، منجر

شکل ۷. علائم آلودگی آلسترومریا به ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (سمت راست: آلوده به ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی؛ سمت چپ: آلودگی همزمان ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی با ویروس موزائیک آلسترومریا) (Lukassen 2004)

Figure 7. Symptoms of alstroemeria infection with tomato spotted wilt virus (right: infected with tomato spotted wilt virus; left: co-infection of tomato spotted wilt virus with alstroemeria mosaic virus) (Lukassen 2004)

به بروز علائم بافت‌مردگی، تغییرشکل و پیچیدگی در برگ‌ها شده است (Lukassen 2004) (شکل ۷). انتقال ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی توسط تریپس و به روش پایا–تکثیری است. این ویروس از طریق تلقیح مکانیکی عصاره، به تعداد زیادی از میزبان‌های علفی منتقل می‌شود. این ویروس از طریق پیوند نیز قابل‌انتقال است، اما با تماس بوته‌ها با یکدیگر منتقل نمی‌شود (Bellardi et al. 1994, Takahashi et al. 1998, Sastry et al. 2019). ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی باعث کاهش تعداد و کیفیت گل‌آذین و سرعت رشد ساقه می‌شود (Gutierrez-Estrada et al. 2000). بر اساس مطالعات انجام گرفته در ژاپن، این ویروس پس از ویروس موزائیک آلسترومریا، دومین ویروس غالب در این کشور بوده است (Fuji et al. 2007).

ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی Tomato yellow ring orthotospovirus (TYRV)

آلودگی آلسترومریا به ویروس حلقه زرد گوجه فرنگی از ایران (مشهد و محلات) گزارش شده است. روی بوته‌های آلسترومریا، بافت‌مردگی ساقه، دمبرگ، برگ و گل ظاهر می‌شود (شکل ۸). این ویروس توسط تریپس (*T. tabaci*) به روش پایا–کثیری و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره منتقل می‌شود (Beikzadeh et al. 2011, Beikzadeh et al. 2012). این ویروس دارای دامنه میزبانی وسیعی در بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی است (Karavina 2022). بر اساس مطالعات انجام شده، رقم Ovation بیشترین آلودگی را در بین سایر رقمهای (مانند Mascota) داشته است (Beikzadeh et al. 2011, Beikzadeh et al. 2012).

شکل ۸. علائم آلودگی آلسترومریا به ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی (سمت راست: بافت‌مردگی بر روی ساقه و دمبرگ؛ وسط: بافت مردگی و کلروتیک بر روی برگ؛ سمت چپ: بافت‌مردگی روی گل) (Beikzadeh et al. 2011, Beikzadeh et al. 2012)

Figure 8. Symptoms of alstroemeria infection with tomato yellow ring virus (right: necrosis on the stem and petiole; middle: necrosis and chlorosis on the leaf; left: necrosis on the flower) (Beikzadeh et al. 2011, Beikzadeh et al. 2012)

ویروس حلقه زرد گوجه فرنگی در ابتدا از گوجه‌فرنگی در ایران در اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی به عنوان ویروس ورامین گوجه‌فرنگی (Tomato varamin virus; ToVV) توصیف شد (Ghotbi et al. 2005, Winter et al. 2003). با این حال زمانی که این نویسندگان توالی ناقص ژنوم این ویروس را در بانک ژن (GenBank) به‌نام ویروس حلقه میوه زرد گوجه‌فرنگی (Tomato yellow fruit ring virus; TYFRV) ثبت کردند. این نویسندگان، بعدا در گزارشی نام ویروس حلقه زرد میوه گوجه‌فرنگی (Tomato fruit yellow ring virus; TFYRV) را پیشنهاد دادند (Winter et al. 2006). در سال ۲۰۰۵، گروه دیگری از نویسندگان توالی کامل اسیدریبونوکلئیک کوچک و خصوصیات بیولوژیکی جدایه دیگری از همین ویروس را تحت نام ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی (TYRV) گزارش کردند (Hassani-Mehraban et al. 2005). بعدا، توالی کامل اسیدریبونوکلئیک متوسط و بزرگ این جدایه منتشر شد (Chen et al. 2013). از آن زمان، در منابع علمی ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی به‌عنوان رایج‌ترین نام پذیرفته‌شده برای این گونه از جنس اورتوتوسپوویروس (*Orthotospovirus*) پذیرفته شده است. مطالعات نشان داده است که ویروس ورامین گوجه‌فرنگی، ویروس حلقه میوه زرد گوجه‌فرنگی، ویروس حلقه زرد میوه گوجه‌فرنگی و ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی جدایه‌های یک اورتوتوسپوویروس هستند و پیشنهاد شده که از نام ویروس ورامین گوجه‌فرنگی یا ویروس حلقه میوه زرد گوجه‌فرنگی برای این ویروس استفاده شود (Golnaraghi et al. 2018). با توجه به سردرگمی در توصیف اولیه ویروس به‌علت استفاده از سه نام پیشنهادی مختلف و همچنین با توجه به پذیرش نام ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی توسط بسیاری از جوامع ویروس‌شناسی، نام ویروس حلقه زرد گوجه‌فرنگی به‌عنوان یکی از گونه‌های جنس اورتوتوسپوویروس تایید شده است.

ویروس موزائیک یوکای Youcai mosaic virus (YoMV)

ویروس موزائیک یوکای دامنه میزبانی وسیع داشته و عمدتا گیاهان خانواده شب‌بو (Brassicaceae) را آلوده می‌کند (Choi et al. 2025, Qin et al. 2023). در ژاپن، آلودگی آلسترومریا به این ویروس گزارش شد. بر روی بوته‌های آلسترومریا، علائم موزائیک ظاهر می‌شود. این ویروس فاقد ناقل است اما از طریق تلقیح مکانیکی عصاره و تماس بوته‌ها با یکدیگر منتقل می‌شود (Fuji et al. 2007, Sastry et al. 2019). ژنوم کامل این ویروس که از آلسترومریا جدا شده است، دارای ۶۳۰۴ نوکلئوتید است (Fuji et al. 2007). در ژاپن، تلقیح (inoculation back) این ویروس به بوته‌های آلسترومریا (*Alstroemeria ligtu* یا *A. aurea*)، منجر به آلودگی نشد. با توجه به این که ویروس موزائیک یوکای در ژاپن از بوته‌های هیبریدی جدا شده است و از طرفی این بوته‌های هیبریدی رابطه خویشاوندی دوری با گونه‌های مذکور دارند، این خصوصیات ممکن است علت عدم آلودگی این گونه‌ها توسط این ویروس باشد (Fuji et al. 2007). این ویروس در ایران بر روی آلسترومریا گزارش نشده است.

ویروس موزائیک خفیف شیپوری Zantedeschia mild mosaic virus (ZaMMV)

ویروس موزائیک خفیف شیپوری روی آلسترومریا از ایتالیا گزارش شده است. انتقال این ویروس توسط شته و به طریق غیرپایا بوده و همچنین از طریق تلقیح مکانیکی عصاره نیز قابل‌انتقال است. انتشار اولیه این ویروس از طریق کاشت اندام‌های رویشی صورت می‌گیرد (Luvisi et al. 2016, Sastry et al. 2019). آلودگی این ویروس در ایران بر روی آلسترومریا مشاهده نشده است.

نتیجه‌گیری Conclusion

آلسترومریا که یک گیاه زینتی مهم است ، هم به‌صورت گل شاخه‌بریده و هم برای کشت در گلدان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید گل آن در اروپا و سایر نقاط جهان به سرعت در حال افزایش بوده و از نظر تجاری به یکی از موفق‌ترین گل‌های زینتی شاخه‌بریده در ایالات متحده آمریکا، بریتانیا، هلند و ژاپن تبدیل شده است. آلودگی آلسترومریا به بیماری‌های بیماری‌های ویروسی گزارش شده است. این گیاه اساسا به‌صورت رویشی تکثیر می‌شود، بنابراین به نظر می‌رسد در بین بیماری‌ها، بیماری‌های ویروسی مهمترین مشکل برای آلسترومریا بوده و درحال افزایش و گسترش هستند. بیماری‌های ویروسی باعث کاهش قابل‌توجه کیفیت گل شده، محدودیت بزرگی در سطح تولید ایجاد نموده و تجارت جهانی را محدود می‌کنند. به‌نظر می‌رسد ویروس موزائیک آلسترومریا، ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی، ویروس بدون علائم سوسن و ویروس موزائیک خیار در مقایسه با دیگر ویروس‌های آلوده‌کننده آلسترومریا انتشار وسیعی داشته و اهمیت بیشتری دارند. استفاده از حشره‌کش‌ها جهت کنترل ناقلین، کشت مریستم، اقدامات بهداشت گیاهی و تولید رقم‌های مقاوم از جمله راهکارها جهت مدیریت بیماری‌های ویروسی در آلسترومریا هستند.

منابع References

1. Adams, M. J., Antoniw, J. F., Bar-Joseph, M., Brunt A. A., Candresse, T., Foster, G. D., Martelli, G. P., Milne, R. G., & Fauquet, C. M. (2004). The new plant virus family

flexiviridae and assessment of molecular criteria for species demarcation. *Archives of Virology,* 149, 1045-1060. http://doi.org/10.1007/s00705-004-0304-0

2. Bag, S., Schwartz, H. F., Cramer, C. S., Havey, M., & Pappu, H. R. (2015). Iris yellow spot virus (Tospovirus: Bunyaviridae): from obscurity to research priority. *Molecular Plant Pathology,* 16, 224-237. http://doi.org/10.1111/mpp.12177
3. Bagger, O. (1976). *Plant diseases and pests in Denmark 1976.* 93rd Annual Survey, State Plant Pathology Institute D K -2800 L Y N G B Y, Denmark.
4. Bak, S. -H., Kim, N. -Y., Lee, K. -P., Lim, J. M., Han, Y. S., Han, T. -H., & Park, K. B. (2023). First report of alstroemeria mosaic virus infecting alstroemeria in Korea. *Plant Disease,* 107, 4, 1250. http://doi.org/10.1094/PDIS-06-22-1333-PDN
5. Beikzadeh, N., Bayat, H., Jafarpour, B., Rohani, H., Peters, D., & Hassani-Mehraban, A. (2012). Infection of alstroemeria plants to tomato yellow ring virus in Iran. *Journal of Phytopathology*, 160, 45-47. http://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2011.01851.x
6. Beikzadeh, N., Jafarpour, B., Rohani, H., Peters, D., & Hassani-Mehraban, A. (2011). Molecular identification of tomato yellow ring virus in Khorasan Razavi province. *Journal of Plant Protection*, 25, 314-324. (In Persian).
7. Bellardi, M. G., & Bertaccini, A. (1997). Seed transmission of cucumber mosaic virus in alstroemeria. *Phytopathologia Mediterranea,* 36, 159-162.
8. Bellardi, M. G., Bertaccini, A., & Betti, L. (1994). Survey of viruses infecting alstroemeria in Italy. *Acta Horticulturae*, 377, 73-80.
9. Bellardi, M. G., Canova, A., & Gelli, C. (1986). Comparative studies on gladiolus isolates of arabis mosaic virus (ArMV). *Phytopathologia Mediterranea,* 25, 85-91.
10. Bellardi, M. G., Vibio, M., & Bertaccini, A. (1992). Natural occurrence of freesia mosaic virus in *Alstroemeria* sp. *Plant Disease,* 76, 643.
11. Bonarriva, J. (2003). *Cut flowers.* U.S. International Trade Commission (USITC) Publication 3580, Washington, DC.
12. Bouwen, I., & van der Vlugt, R. A. A. (1996). Identification and characterization of potyviruses of *Alstroemeria* spp. *Acta Horticulturae,* 432, 72-74.
13. Bouwen, I., & van der Vlugt, R. A. A. (2000a). Natural infection of *Alstroemeria brasiliensis* with lily mottle virus. *Plant Disease,* 84, 103. http://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.1.103B
14. Bouwen, I., & van der Vlugt, R. A. A. (2000b). Natural infection of *Alstroemeria caryophyllea* with ornithogalum mosaic virus. *Plant Disease*, 84, 202. http://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.2.202C
15. Brunt, A. A., & Phillips, S. (1981). Alstroemeria. Annual report of the Glasshouse Crops Research Institute. *Littlehamptom,* 1979, 151-152.
16. Cervantes-Díaz, L., Zavaleta-Mejía, E., Rojas-Martinez, R. I., Alanis-Martinez, I., Ochoa-Martinez, D. L., Valadez-Moctezuma, E., & Grimaldo-Juarez, O. (2009). Detection of geminivirus associated to alstroemeria (*Alstroemeria* L.) in Villa Guerrero, State of Mexico. *Interciencia*, 34, 903.

17. Chang, K. F., & Mirza, A. (1993). The occurrence of root rot disease complex of alstroemeria in Alberta. *Canadian Plant Disease Survey*, 73, 3-8.

18. Chen, T. -C., Li, J. -T., Fan, Y. -S., Yeh, Y. -C., Yeh, S. -D., & Kormelink, R. (2013). Molecular characterization of the full-length L and M RNAs of tomato yellow ring virus, a member of the genus Tospovirus. *Virus Genes*, 46, 487-495. http://doi.org/10.1007/s11262-013-0880-8

19. Chen, Y. K., Derks, A. F. L. M., Langeveld, S., Goldbach, R., & Prins, M. (2001). High sequence conservation among cucumber mosaic virus isolates from lily: brief report. *Archives of Virology*, 146, 1631-1636. http://doi.org/10.1007/s007050170085

20. Choi, H. I., Lim, H. R., Song, Y. S., Kim, M. J., Choi, S. H., Song, Y. S., Bae, S. C., & Ryu, K. H. (2010). The complete genome sequence of freesia mosaic virus and its relationship to other potyviruses. *Archives of Virology*, 155, 1183-1185. http://doi.org/10.1007/s00705-010-0669-1

21. Choi, S. A., Park, T. S., Park, J. S., Min, D. J., Lee, B. C., Kim, S. M., Cho, W. K., & Hong, J. S. (2025). Characterization of youcai mosaic virus isolated from *Chelidonium majus* var. *asiaticum* in Korea. *Journal of Plant Pathology*, http://doi.org/10.1007/s42161-025-01879-1

22. Choon, S. Y., Marta, S., & Łukaszewska, J. A. (2012). The effect of postharvest treatments on flower quality and vase life of cut alstroemeria 'dancing queen'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 20,147-160. http://doi.org/10.2478/v10290-012-0024-6

23. de Blank, C. M., Zaayen, A., & Bouwen, I. (1994). Towards a reliable detection of alstroemeria mosaic virus. *Acta Horticulturae*, 377, 199-208.

24. Derks, A. F. L. M., Lemmers, M. E. C., Konicheva, V., & Langeveld, S. A. (2002). Lily symptomless virus in alstroemeria: identification and transmission to lily. *Acta Horticulturae*, 568, 247-251. http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.568.36

25. Fisher, J. R. (2013). Identification of lily symptomless virus infecting *Lilium martagon* 'pink taurade' in Ohio. Online. *Plant Health Progress*, http://doi.org/10.1094/PHP-2013-0814-01-BR.

26. Flores, F., Garrido, P., Guevara, F., & Granda, R. (2019). Complete genome sequence of lily symptomless virus, isolated from alstroemeria plants in Ecuador. *Microbiology Resource Announcements*, 8(26), e00368-19. http://doi.org/10.1128/MRA.00368-19

27. Fuji, S., Mochizuki, N., Fujinaga, M., Ikeda, M., Shinoda, K., Uematsu, S., Furuya, H., Naito, H., & Fukumoto, F. (2007). Incidence of viruses in alstroemeria plants cultivated in Japan and characterization of broad bean wilt virus-2, cucumber mosaic virus and youcai mosaic virus. *Journal of General Plant Pathology*, 73, 216-221. http://doi.org/10.1007/s10327-007-0009-9

28. Fuji, S., Shinoda, K., Ikeda, M., Furuya, H., Naito, H., & Fukumoto F. (2005). Complete nucleotide sequence of the new potexvirus "alstroemeria virus x". Brief report. *Archives of Virology*, 150, 2377-2385. http://doi.org/10.1007/s00705-005-0574-1

29. Fuji, S., Terami, F., Furuya, H., Naito, H., & Fukumoto, F. (2004). Nucleotide sequence of the coat protein genes of alstroemeria mosaic virus and Amazon lily mosaic virus, a tentative

species of genus potyvirus. *Archives of Virology*, 149, 1843-1849. http://doi.org/10.1007/s00705-004-0344-5

30. Gallo, Y., Sierra, A., Muñoz, L, Marín, M., & Gutiérrez, P.A. (2019). Genome characterization of three alstroemeria necrotic streak orthotospovirus (ANSV) isolates naturally infecting bell pepper (*Capsicum annuum*) in Antioquia (Colombia). *Tropical Plant Pathology*, 44, 326-334. http://doi.org/10.1007/s40858-019-00292-1

31. Gallo, Y., Toro, L. F., Jaramillo, H., Gutiérrez, P., & Marín M. (2018). Identificación y caracterización molecular del genoma completo de tres virus en cultivos de lulo (*Solanum quitoense*) de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12, 281-292. (In Spanish with English abstract).

32. Ghotbi, T. (2013). Serological and molecular detection of INSV and introduction of some INSV ornamental host plants from five provinces in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 49, 131. (In Persian).

33. Ghotbi, T., Shahraeen, N., & Winter, S. (2005). Occurrence of tospoviruses in ornamental and weed species in Markazi and Tehran provinces in Iran. *Plant Disease*, 89, 425-429. http://doi.org/10.1094/PD-89-0425

34. Golnaraghi, A., Shahraeen, N., & Nguyen, H. D. (2018). Characterization and genetic structure of a tospovirus causing chlorotic ring spots and chlorosis disease on peanut; comparison with Iranian and Polish populations of tomato yellow fruit ring virus. *Plant Disease*, 102, 1509-1519. http://doi.org/10.1094/PDIS-09-17-1350-RE

35. Gutierrez-Estrada, A., Zavaleta-Mejìa, E., & Mora-Aguilera, G. (2000). Viruses associated to alstroemeria varieties and epidemiology of tomato spotted wilt in cv. `Rosario'. *HortScience*, 35, 387-388. http://doi.org/10.21273/hortsci.35.3.387

36. Hakkaart, F. A., & Versluijs, J. M. A. (1985). Viruses of Alstroemeria and preliminary results of meristem culture. *Acta Horticulturae*, 164, 71-75.

37. Hassani-Mehraban, A., Botermans, M., Verhoeven, J. Th. J., Meekes, E., Saaijer, J., Peters, D., Goldbach, R., & Kormelink, R. (2010). A distinct tospovirus causing necrotic streak on *Alstroemeria* sp. in Colombia. *Archives of Virology*, 155, 423.428. http://doi.org/10.1007/s00705-010-0590-7

38. Hassani-Mehraban, A., Dullemans, A. M., Verhoeven, J. Th. J., Roenhorst, J. W., Peters, D., van der Vlugt, R. A. A., & Kormelink, R. (2019). Alstroemeria yellow spot virus (AYSV): a new orthotospovirus species within a growing Eurasian clade. *Archives of Virology*, 164, 117-126. http://doi.org/10.1007/s00705-018-4027-z

39. Hassani-Mehraban, A., Saaijer, J., Peters, D., Goldbach, R., & Kormelink, R. (2005). A new tomato-infecting tospovirus from Iran. *Phytopathology*, 95, 852-858. http://doi.org/10.1094/PHYTO-95-0852

40. Hoshino, Y. (2008). Advances in alstroemeria biotechnology. In Teixeira da Silva, J.A. (Ed.), *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues*, Vol. 5 (pp. 540-547). Global Science Books, Ltd.

41. Hsu, C. L., Hoepting, C. A., Fuchs, M., Sheltom, A. M., & Nault, B. A. (2010). Temporal dynamics of iris yellow spot virus and its vector, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), in

seeded and transplanted onion fields. *Environmental Entomology*, 39, 266-277. http://doi.org/10.1603/EN09165

42. Hutchinson, M. J., Onamu, R., Kipkosgei, L., & Obukosia, S. D. (2014). EffEct of thidiazuron, NAA and BAP on *in vitro* propagation of *Alstroemeria aurantiaca* cv. 'Rosita' from shoot tip explants. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 16, 58-72.

43. Inoue, N., Maeda, T., & Huttinga, H. (1992). Two viruses, arabis mosaic virus and alstroemeria mosaic virus, isolated from alstroemeria. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 58, 135.

44. Inoue-Nagata, A. K., Jordan, R., Kreuze, J., Li, F., José López-Moya, J., Mäkinen, K., Ohshima, K., Wylie, S. J., & ICTV Report Consortium. (2022). ICTV virus taxonomy profile: Potyviridae. *Journal of General Virology*, 103, 001738. http://doi.org/10.1099/jgv.0.001738

45. International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). (2025). https://ictv.global/msl

46. Jahandideh, M., Nematollahi, S., & Rakhshandehroo, F. (2023). The reaction of four pumpkin varieties to cucumber mosaic virus by analyzing the expression of PAL and PR2 genes. *Plant Pathology Science*, 12, 11-26. (In Persian with English Abstract).

47. Karavina, C. (2022). *Tomato yellow ring orthotospovirus (Tomato yellow ring virus)*. CABI Compendium, 119164, CABI International. 10.1079/cabicompendium.11916

48. Kim, J. B. (2020). Production of transgenic alstroemeria plants containing virus resistance genes via particle bombardment. *Journal of Plant Biotechnology*, 47 164-171. http://doi.org/10.5010/JPB.2020.47.2.164

49. Koenig, R., Lesemann, D. -E., Pfeilstetter, E., Winter, S., & Pleij, C. W. A. (2011). Deletions and recombinations with the RNA1 3' ends of different tobraviruses have created a multitude of tobacco rattle virus TCM-related RNA2 species in alstroemeria and tulip. *Journal of General Virology*, 92, 988-996. http://doi.org/10.1099/vir.0.028803-0

50. Lisa, V., Vetten, H. J., Lesemann, D. -E., & Gota, P. (2002). Occurrence of lily mottle virus in Escarole. *Plant Disease*, 86, 329. http://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.3.329A

51. Lukassen, I. 2004. *Virus in Alstroemeria*. DLV Facet i.s.m. DLV Gewasbescherming and de Landelijke Alstroemeriacommissie van LTO Groeiservice. (In Dutch).

52. Lussier-Lepine, M., Lemoyne, P., Xu, D., Dionne, A., Jalali Javaran, V., Sidibe, A., & Fall, M. L. (2023). First report of alstroemeria necrotic streak virus infecting greenhouse bell pepper (*Capsicum annuum*) in Canada. *Plant Disease*, 107, 2562. http://doi.org/10.1094/PDIS-01-23-0155-PDN

53. Luvisi, A., Rizzo, D., Stefani, L., Panattoni, A., & Materazzi, A. (2016). Occurrence of viruses in calla and Peruvian lily in Tuscan nurseries and evidence of new viral records in Italy. *Advances in Horticultural Science*, 30, 53-56. http://doi.org/10.13128/ahs-18702

54. MacFarlane, S. A. (1999). Molecular biology of the tobraviruses. *Journal of General Virology*, 80, 2799-2807.

55. Ministry of Agriculture-Jahad. (2023). *Agricultural statistics, Vol. 3: horticultural products.* Vice President of Planning and Economics, Center for Statistics, Information and Communication Technology. (In Persian).

56. Mirhosseini-Chahooki, S., Massumi, H., Heydarnejad, J., Hosseinipour, A., Abdoshahi, R., & Maddahian, M. (2022). The reaction of forty cucurbits genotypes against Cucumber mosaic virus. *Plant Pathology Science*, 11, 48-59. (In Persian with English Abstract).

57. Mosquera-Yuqui, F., Garrido, P., & Flores, F. J. (2020). Molecular characterization and complete genome of alstroemeria mosaic virus (AlMV). *Virus Genes*, 56, 87-93. http://doi.org/10.1007/s11262-019-01712-9

58. Okuda, M., Hanada, K., Uematsu, S., Fukumoto, F., Mihara, T., Ebihara, Y., & Iwanami, T. (2003). Characterization of iris yellow spot virus isolates causing yellow necrosis on alstroemeria species. *Japanese Journal of Phytopathology*, 69, 23. (In Japanese). http://doi.org/10.3186/jjphytopath.69.19

59. Okuda, M., Hanada, K., Uematsu, S., Fukumoto, F., Mihara, T., Ebihara, Y., & Iwanami, T. (2005). Necrotic streaks of alstroemeria (*Alstroemeria* spp.) caused by iris yellow spot virus (IYSV). *Japanese Journal of Phytopathology*, 71, 119-122. (In Japanese with English abstract). http://doi.org/10.3186/jjphytopath.71.119

60. Olaya, C., Velásquez, N., Betancourt, M., Cuellar, W. J., & Pappu, H. R. (2017). First report of natural infection of alstroemeria necrotic streak virus on tomato (*Solanum lycopersicum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) in Colombia. *Plant Disease*, 101, 1065. http://doi.org/10.1094/PDIS-10-16-1396-PDN

61. Park, T. -H., Han, I. -S., & Kim, J. -B. (2010). Review on the development of virus resistant plants in alstroemeria. *Journal of Plant Biotechnology*, 37, 370-378. http://doi.org/10.5010/JPB.2010.37.4.370

62. Phillips, S., & Brunt, A. A. (1986). Four viruses of Alstroemeria in Britain. *Acta Horticulturae*, 177, 227-283.

63. Qin, Y., Wang, F., Cai, L., Gao, S., Wen, Y., Liu, Y., Lu, C., Yang, J., Li, X., Qi, W., Zhang, H., & Wang, F. (2023). First report of youcai mosaic virus infecting yam in China. *Plant Disease*, 107, 1247. http://doi.org/10.1094/PDIS-05-22-1026-PDN

64. Read, D. A., Roberts, R., & Thompson, G. D. (2020). First report of alstroemeria mosaic virus in South Africa. *Australasian Plant Disease Notes*, 15, 40. http://doi.org/10.1007/s13314-020-00409-5

65. Revers, F., & Garcia, J. A. (2015). Molecular biology of potyviruses. *Advances in Virus Research*, 92, 101-199. http://doi.org/10.1016/bs.aivir.2014.11.006

66. Samuitiene, M., Navalinskiene, M., & Jackeviciene, E. (2008). Arabis mosaic virus on ornamental plants. *Biologia*, 54, 264-268. http://doi.org/10.2478/v10054-008-0054-0

67. Sastry, K. S, Mandal, B., Hammond, J., Scott, S. W., & Briddon, R. W. (2019). *Encyclopedia of Plant Viruses and Viroids.* Springer New Delhi.

68. Shanmugam, V., Kumar, S., Singh, M. K., Verma, R., Sharma, V., & Ajit, N.S. (2007). First report of alstroemeria wilt caused by *Fusarium oxysporum* in India. *Plant Pathology*, 56, 727. http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01587.x

69. Sony, J. B., & Mittal, P. (2016). Identification and diagnosis of viral disease of alstroemeria in H. P region. *International Journal of Education and Science Research Review*, 3, 84-94.

70. Spence, N. J., Mills, P. R., & Barbara, D. J. (2000). A survey of viruses of alstroemeria in the UK and the characterisation of carlaviruses infecting alstroemeria. *European Journal of Plant Pathology,* 106, 843-847. http://doi.org/10.1023/A:1008731508023

71. Srinivasan, R., Sundaraj, S., Pappu, H. R., Diffie, S., Riley, D., & Gitaitis, R. (2012). Transmission of iris yellow spot virus by *Frankliniella fusca* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology,* 105, 40-47. http://doi.org/10.1603/EC11094

72. Tahvildari, R., & Massah, A. (2016). Identification and genetic variation of alstroemeria mosaic virus in Isfahan and Chaharmahal va Bakhtiari provinces. In *22nd Iranian Plant Protection Congress Proceeding* (pp. 53-53). University of Tehran, Karaj, IRAN.

73. Tajik, S., Ghotbi, T., & Maleki, M. (2012). Tomato spotted wilt virus (TSWV) detection on main cultivars of Alstroemeria ornamental plants in Tehran province. In *20th Iranian Plant Protection Congress Proceeding* (pp. 834). University of Shiraz, Shiraz, Iran.

74. Takahashi, Y., Oda, K., Takahashi, K., & Kawano, T. (1998). Tomato spotted wilt virus (TSWV) isolated from alstroemeria hybrid showing necrotic lesion (In Japanese). *Annual Report of the Kanto-Tosan Plant Protection Society,* 45, 105-108. https://doi.org/10.11337/ktpps1954.1998.105

75. Tian, T., Guo, Y., Posis, K., Belanger, C. A., & Roy, A. (2020). First report of alstroemeria necrotic streak virus on *Hoya carnosa* and *H. kerrii* in the United States. *Plant Disease,* 104, 298. http://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0869-PDN

76. Tomitaka, Y., Usugi, T., Fukami, M., & Tsuda, S. (2016). First report of Grapevine Algerian latent virus infection on *Alstroemeria* spp. in Japan. *Plant Disease,* 100, 1251. http://doi.org/10.1094/PDIS-12-15-1426-PDN

77. Valdés, I., Rodríguez, J., Portela, A., & Jiménez, P. (2014). First report of *Alternaria alstroemeriae* on *Alstroemeria* sp. in Colombia. *New Disease Reports,* 29, 21. http://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2014.029.021

78. van der Vlugt, R. A. A., & Bouwen, I. (2002). Alstroemeria streak virus as an isolate of alstroemeria mosaic potyvirus. *Phytomedizin Deutsch Phytomedizinischen Ges V Sonderh,* 1, 31.

79. van Zaayen, A. (1995). Alstroemeria. In Loebenstein, G., Lawson, R.H. and Brunt, A.A. (Eds.), *Virus and Virus-like Diseases of Bulb and Flower Crops* (pp. 237-249). Wiley, Chichester.

80. van Zaayen, A., de Blank, C. M., & Bouwen, I. (1994). Differentiation between two potyviruses in alstroemeria. *European Journal of Plant Pathology,* 100, 85-90.

81. van Zaayen, A., van Eijk, C., & Versluijs, J. M. A. (1992). Production of high quality, healthy ornamental crops through meristem culture. *Acta Botanica Neerlandica,* 41, 425-433.

82. Verma, N., Singh, A. K., Singh, L., Raikhy, G., Kulshrestha, S., Singh, M. K., Hallan, V., Ram, R., & Zaidi, A. A. (2005). Cucumber mosaic virus (CMV) infecting alstroemeria hybrids in India. *Australasian Plant Pathology,* 34, 119-120. http://doi.org/10.1071/AP04078

83. Wang, C. -Y., & Chang, Y. -C. (2006). First identification of alstroemeria mosaic virus in Taiwan. *Plant Pathology*, 55, 566. http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01425.x

84. Winter, S., Koerbler, M., Shahraeen, N., Katul, L., & Lesemann, D. -E. (2003). Characterization of a new tospovirus species infecting tomato in Iran. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 110, 74.

85. Winter, S., Shahraeen, N., Koerbler, M., & Lesemann, D. -E. (2006). Characterization of tomato fruit yellow ring virus: A new tospovirus species infecting tomato in Iran. *Plant Pathology*, 55, 287. http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01263.x

86. Wolcan, S. M., Palmucci, H. E., & Grego, P. J. (2007). Basal rot of *Alstroemeria* spp. caused by *Fusarium oxysporum* in Argentina. *Plant Pathology*, 56, 727. http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01591.x

87. Wong, S. M., Chng, C. G., Reiser, R. A., & Horst, R. K. (1994). Further characterization of a potyvirus in alstroemeria endowment series. *Acta Horticulturae*, 377, 63-71. http://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.377.5

88. Wong, S. M., Reiser, R. A., & Horst, R. K. (1992). A new virus in alstroemeria in the USA. *Phytopathology*, 82, 722.

89. Yasuda, S., Saka, K., & Natsuaki, K. T. (1998). Characterisation and serodiagnosis of alstroemeria mosaic potyvirus. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 42, 85-93.

90. Zhang, Y., Xu, Y., Song, Y., Shang, W., Wang, H., Lei, X., Ding, W., He, D., Jiang, L., Shi, L., He, S., & Wang, Z. (2024). ClO2 treatment delays petal senescence and extends the vase life of *Paeonia suffruticosa* 'Luoyang Hong' cut flowers. *Scientia Horticulturae*, 325, 112650. http://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112650

91. Zulfiqar, F., Nafees, M., Darras, A., Shaukat, N., Chen, J., Ferrante, A., Zaid, A., Latif, N., Raza, A., & Siddique, K. H. M. (2022). Pre-harvest potassium foliar application improves yield, vase life and overall postharvest quality of cut gladiolus inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 192, 112027. 10.1016/j.postharvbio.2022.112027