

Mixed infection of okra plants with four begomoviruses in association with a betasatellite in Kerman Province

1. Nasim Besharati¹: MSc student of plant pathology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
2. Jahangir Heydarnejad^{2*}: Professor of plant virology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran 7616913439
3. Maryam Esmaeili³: Graduated PhD student of plant virology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
4. Maryam Mirzazadeh⁴: PhD student of plant virology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

*Corresponding Author's Email Address: jheydarnejad@uk.ac.ir

Article Type:

Short Report

Received: 01 December 2025

Revised: 04 February 2026

Accepted: 12 February 2026

How to Cite: Besharati, N., Heydarnejad, J., Esmaeili, M., & Mirzazadeh, M. (2024). Mixed infection of okra plants with four begomoviruses in association with a betasatellite in Kerman Province. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 60(4), 443-448.

DOI: 10.22034/ijpp.2025.2021841.477



© 2024 the authors. Published by Maher Publishing Institute. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

Abstract:

The genus *Begomovirus*, family *Geminiviridae* is the largest genus among plant-infecting viruses. In the present study, three symptomatic okra samples were collected from the research farm in the Agricultural College, Shahid Bahonar University of Kerman, and a mixed infection in the samples with four begomoviruses in association with a betasatellite were identified using the polymerase chain reaction (PCR) and specific primers. Besides the infection of okra with okra enation leaf curl virus and cotton leaf curl Gezira virus in association with okra leaf curl Oman betasatellite, this study represents the first report of the watermelon chlorotic stunt virus and tomato leaf curl Palampur virus infecting okra in Iran.

Geminiviruses are common viruses in vegetable and crop fields in Kerman Province. In this research, to identify begomoviruses infecting plants in Kerman Province, three symptomatic okra samples (*Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae) showing blistering, vein swelling, leaf crinkling, and malformation symptoms (Figs. 1a and 1b) were collected from research farm, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman. Total DNA of the samples was extracted and subjected to PCR using specific primers of common begomoviruses and the associated betasatellite in this region including okra enation leaf curl virus (OELCuV; *Begomovirus abelmoschusenation*), cotton leaf curl Gezira virus (CLCuGeV; *B. gossypigeziraense*), watermelon chlorotic stunt virus (WmCSV; *B. citrulli*), tomato leaf curl Palampur virus (ToLCPaV; *B. solanumpalampurense*) and okra leaf curl Oman betasatellite (OLCuOMB, *Betasatellite abelmoschusomanense*) (Esmaeili et al., 2015; Heydari et al., 2025; Heydarnejad et al., 2013; Salari et al., 2023) (Table 1). Based on the results of the PCR assays, fragments of expected sizes from OELCuV, CLCuGeV and OLCuOMB genomes, as well as DNA-A and DNA-B components from WmCSV and ToLCPaV genomes were amplified for all three samples (Fig. 2; only PCR results of two samples are shown in the gel). Previously, okra infection by OELCuV, CLCuGeV and OLCuOMB has been documented on farms in Jiroft, Kerman Province (Heydari et al., 2025; Salari et al., 2023). This study therefore represents the first report of WmCSV and ToLCPaV infecting okra in Iran. Both begomoviruses are among the most important viruses infecting cucurbitaceous plants in southern Iran (Esmaeili et al., 2015; Heydarnejad et al., 2013). These results showed that in addition to cucurbitaceous plants, WmCSV and ToLCPaV also infect other important plants such as okra. Full-length genome sequencing of four identified begomoviruses, the associated OLCuOMB, and their interaction in okra plant are in progress.

Keywords: CLCuGeV, OELCuV, OLCuOMB, ToLCPaV, WmCSV

آلودگی هم‌زمان گیاه بامیه به چهار بگوموویروس با همراهی یک بتاستلایت در استان کرمان

۱. نسیم بشارتی¹: دانشجوی کارشناسی ارشد بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. جهانگیر حیدرنژاد²: استاد بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کد پستی ۷۶۱۶۹۱۳۴۳۹
۳. مریم اسماعیلی³: دانشجوی سابق دکتری بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۴. مریم میرزاده⁴: دانشجوی دکتری بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: jheydarnejad@uk.ac.ir

نوع مقاله:

گزارش کوتاه

چکیده

جنس *Begomovirus* از خانواده *Geminiviridae* بزرگ‌ترین جنس در میان ویروس‌های آلوده‌کننده گیاهان است. در این مطالعه، از سه نمونه بامیه دارای علائم که از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع‌آوری شدند، چهار بگوموویروس با همراهی یک بتاستلایت به صورت آلودگی مخلوط با استفاده از آغازگرهای اختصاصی و آزمون زنجیره‌ای پلیمرز شناسایی گردیدند. به غیر از آلودگی گیاه بامیه به ویروس پیچیدگی برگ‌توته‌ای بامیه و ویروس جزیرای پیچیدگی برگ پنبه و با همراهی بتاستلایت عمّانی پیچیدگی برگ بامیه، آلودگی این نمونه‌ها به ویروس کوتولگی سبزد هندوانه و ویروس پالامپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی برای اولین بار از ایران گزارش می‌گردد.

جمعیتی ویروس‌ها از ویروس‌های شایع در مزارع سبزیجات و گیاهان زراعی در استان کرمان هستند. در تحقیق حاضر، به منظور شناسایی بگوموویروس‌های آلوده‌کننده گیاهان در مزارع این استان، سه نمونه گیاه بامیه (*Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae) با علائم تاوولی، تورم رگبرگ، موج‌دارشدن و بدشکلی برگ (شکل‌های ۱a و ۱b) از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع‌آوری شدند. دی‌ان‌ای کل نمونه‌ها به روش CTAB استخراج گردید و سپس با استفاده از آزمون واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز و آغازگرهای اختصاصی چند بگوموویروس و بتاستلایت رایج در منطقه شامل ویروس پیچیدگی برگ‌توته‌ای بامیه (*okra enation leaf curl virus, OELCuV; Begomovirus abelmoschusenation*)، ویروس جزیرای

تاریخ دریافت: ۱۰ آذر ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۵ بهمن ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۳ بهمن ۱۴۰۴

نحوه استناددهی: بشارتی، نسیم، حیدرنژاد، جهانگیر، اسماعیلی، مریم، و میرزاده، مریم. (۱۴۰۳). آلودگی هم‌زمان گیاه بامیه به چهار بگوموویروس با همراهی یک بتاستلایت در استان کرمان. *بیماری‌های گیاهی*، ۶۰(۴)، ۴۴۳-۴۴۸.

DOI:

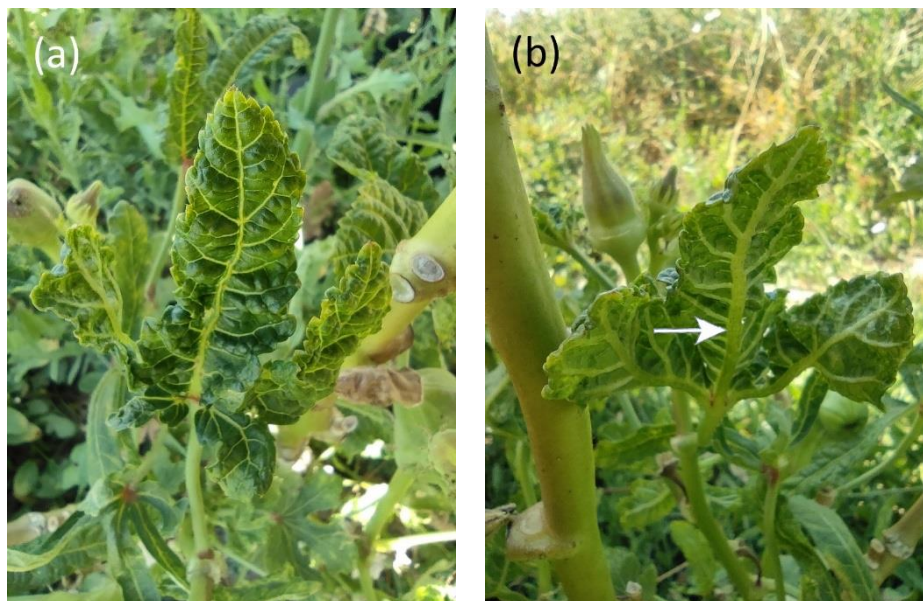
10.22034/ijpp.2025.2021841.477



مجوز و حق نشر: © ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله توسط انتشارات ماهر به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

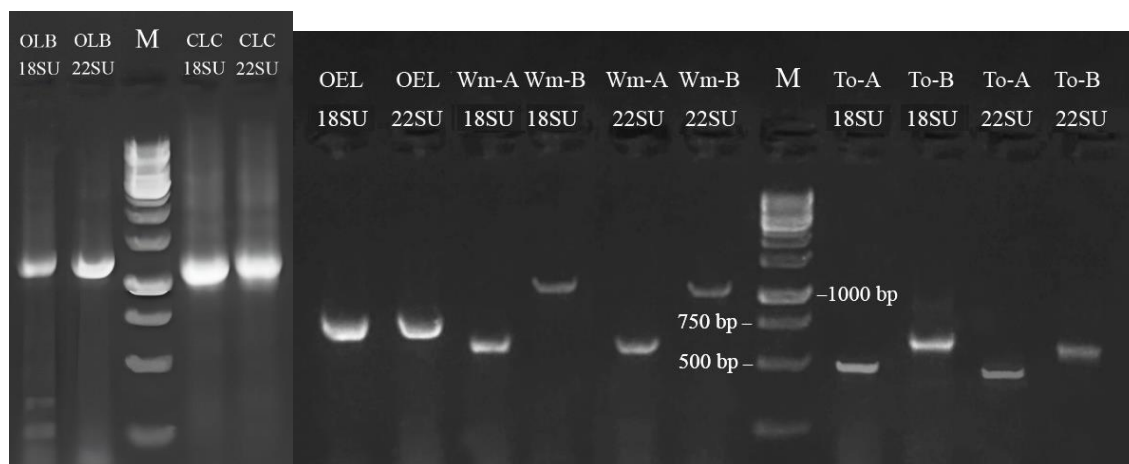
پیچیدگی برگ پنبه (*cotton leaf curl Gezira virus, CLCuGeV; B. gossypigeziraense*)، ویروس کوتولگی سبزردهندوانه (*watermelon chlorotic stunt virus, WmCSV; B. citrulli*)، ویروس پالامپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی (*tomato leaf curl Palampur virus, ToLCPaIV; B. solanumpalampurens*) و بتاستلایت عمّانی پیچیدگی برگ بامیه (*okra leaf curl Oman betasatellite (OLCuOMB, Betasatellite)*) (Esmaeili et al., 2015; Heydari et al., 2025; Heydarnejad et al.,) (*abelmoschusomanense* (جدول ۱) مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمون واکنش زنجیره‌ای پلمراز، قطعاتی به اندازه‌های قابل انتظار از ژنوم OELCuV, CLCuGeV, OLCuOMB و همچنین قطعات DNA-A و DNA-B از ژنوم WmCSV و ToLCPaIV برای هر سه نمونه تکثیر شدند (شکل ۲). قبلاً آلودگی گیاه بامیه به OELCuV, CLCuGeV و OLCuOMB از مزارع جیرفت واقع در استان کرمان گزارش شده است (Heydari et al., 2025; Salari et al., 2023). این اولین گزارش از آلودگی گیاه بامیه توسط WmCSV و ToLCPaIV می‌باشد. هر دو بگوموویروس، از مهم‌ترین ویروس‌های آلوده‌کننده خانواده کدوئیان در استان‌های جنوبی ایران محسوب می‌گردند (Esmaeili et al., 2015; Heydarnejad et al., 2013). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که این دو ویروس علاوه بر انواع کدوئیان، گیاهان مهم دیگری خارج از این خانواده را نیز آلوده می‌کنند. تعیین ترادف ژنوم کامل چهار بگوموویروس شناسائی شده، بتاستلایت همراه و بررسی اثرات متقابل آن‌ها در گیاه بامیه در دست انجام است.

کلیدواژگان: *WmCSV, ToLCPaIV, OLCuOMB, OELCuV, CLCuGeV*



شکل ۱- بوته بامیه (نمونه شماره 18SU) با علائم تاوولی شدن برگ، تورم رگبرگ (فلش سفید)، موج دار شدن و بدشکلی برگ، آلوده به ویروس پیچیدگی برگ توت‌های بامیه، ویروس جزیرای پیچیدگی برگ پنبه، ویروس کوتولگی سبزردهندوانه، ویروس پالامپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی و بتاستلایت عُمانی پیچیدگی برگ بامیه جمع‌آوری شده از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. (a)، سطح بالایی برگ؛ (b)، سطح زیرین همان برگ.

Figure 1. Symptomatic okra plant (sample 18SU) showing blistering, vein swelling (white arrow), leaf crinkling and deformation, infected with okra enation leaf curl virus, cotton leaf curl Gezira virus, watermelon chlorotic stunt virus, tomato leaf curl Palampur virus in association with okra leaf curl Oman betasatellite collected in research farm, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman. (a), upper side and (b), lower side of the same leaf.



شکل ۲- الگوی قطعات تکثیر شده در آزمون زنجیره‌ای پلی‌مرز با استفاده از دی‌ان‌ای استخراج شده از نمونه‌های 18SU و 22SU گیاه بامیه و آغازگرهای اختصاصی ویروس پیچیدگی برگ توت‌های بامیه، ویروس جزیرای پیچیدگی برگ پنبه، ویروس کوتولگی سبزد هندوانه، ویروس پالمپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی و بتاستلایت عمّانی پیچیدگی برگ بامیه در ژل آگاروز یک درصد. حروف مخفف عبارتند از: OEL، ویروس پیچیدگی برگ توت‌های بامیه؛ Wm-A و Wm-B، به ترتیب قطعات A و B ویروس کوتولگی سبزد هندوانه؛ To-A و To-B، به ترتیب قطعات A و B ویروس پالمپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی؛ CLC، ویروس جزیرای پیچیدگی برگ پنبه؛ OLB، بتاستلایت عمّانی پیچیدگی برگ بامیه و M، نشانگر مولکولی اندازه دی‌ان‌ا (Thermo fisher Scientific, USA).

Fig. 2. The pattern of PCR amplicons using extracted DNA from 18SU and 22SU samples of okra, as well as specific primers of okra enation leaf curl virus, cotton leaf curl Gezira virus, watermelon chlorotic stunt virus, tomato leaf curl Palampur virus and okra leaf curl Oman betasatellite in 1% agarose gel. Abbreviations are: OEL, okra enation leaf curl virus; Wm-A and Wm-B, DNA-A and DNA-B components of watermelon chlorotic stunt virus, respectively; To-A and To-B, DNA-A and DNA-B components of tomato leaf curl Palampur virus, respectively; CLC, cotton leaf curl Gezira virus; OLB, okra leaf curl Oman betasatellite, and M, molecular DNA ladder (Thermo fisher Scientific, USA).

جدول ۱- مشخصات آغازگرهای مورد استفاده در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز به منظور شناسایی بگوموویروس‌ها و ستلایت همراه با نمونه‌های بامیه. حروف مخفف عبارتند از: OELCuV، ویروس پیچیدگی برگ‌توتنه‌ای بامیه؛ CLCuGeV، ویروس جزیرای پیچیدگی برگ پنبه؛ OLCuOMB، بتاستلایت عمّانی پیچیدگی برگ بامیه؛ WmCSV، ویروس کوتولگی سبزردهندوانه؛ ToLCPaIV، ویروس پالامپور پیچیدگی برگ گوجه‌فرنگی.

Table 1. Characteristics of PCR primers used in this study to identify associated begomoviruses and satellite with the okra samples. Abbreviations are: OELCuV, okra enation leaf curl virus; CLCuGeV, cotton leaf curl Gezira virus; OLCuOMB, okra leaf curl Oman betasatellite; WmCSV, watermelon chlorotic stunt virus; ToLCPaIV, tomato leaf curl Palampur virus.

Virus	Segment	Primer name	Primer sequence (5'→3')	Size of the amplicon (bp)
OELCuV	DNA	OELCuV-F	TTATGTCGAAGCGACCAGCA	733
		OELCuV-R	GCATACACAGGGTTTGAGGCA	
CLCuGeV	DNA	CLCgeV-F-291	CCGTACCAACTATGTCGAAGC	1282
		CLCgeV-R-1027	CACAGGATTAGAAGCATGAGTACAT	
OLCuOMB	DNA	CLCuBS-F-574	GGTGTTCTGAATGTGATAGTCA	1353
		CLCuBS-R-556	ACCAAGGGAGTCCAATTCAGA	
WmCSV	DNA-A	WmCSV-1440A-F	ATCGATTGTCCCAACAAGGAC	597
		WmCSV-2016A-R	TTGCAATCCGGGCCATCTTC	
	DNA-B	WmCSV-1689B-F	CCTCGTTCAACGGACCAGAAG	1033
		WmCSV-2720B-R	ATAGGATGGCCGCTACGTGT	
ToLCPaIV	DNA-A	ToLCPMV-F1217A	TCTGAGGGCGTAAGCCCGTCC	493
		ToLCPMV-R1709A	GATTAAGGCGGCATTCCCAC	
	DNA-B	ToLCPMVB-771-F	GGAACATTTGCCATTGCGAGT	684
		ToLCPMVB-1434-R	GAACCTAAGCGGACTGGACGA	

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

References

- Esmaili, M., Heydarnejad, J., Massumi, H., & Varsani, A. (2015). Analysis of Watermelon chlorotic stunt virus and Tomato leaf curl Palampur virus mixed and pseudo-recombination infections. *Virus Genes*, 51, 408-416. [Link]
- Heydari, S., Salari, A., & Heydarnejad, J. (2025). Genome characterization and pathogenicity analysis of Iranian isolates of okra enation leaf curl virus (Begomovirus abelsmoschusenation) and their associated satellites. *Journal of Phytopathology*, 173(4), e70144. [Link]
- Heydarnejad, J., Hesari, M., Massumi, H., & Varsani, A. (2013). Incidence and natural hosts of Tomato leaf curl Palampur virus in Iran. *Australasian Plant Pathology*, 42, 195-203. [Link]
- Salari, K., Heydarnejad, J., Massumi, H., & Varsani, A. (2023). Incidence of cotton leaf curl Gezira virus and the associated alphasatellites and betasatellites in crops and ornamental plants in southern Iran. *Tropical Plant Pathology*, 48, 62-72. [Link]