

# بررسی رابطه تاکسونومیکی ویروس موزاییک کوتولگی ذرت جدایه استان گلستان با سایر پوتوی ویروس‌های غلات بر اساس ترادف نوکلئوتیدی ناحیه '۳' ژنوم

## Taxonomical relationship of maize dwarf mosaic virus, isolate of Golestan province, with cereal potyviruses based on 3' region of the genome

فروه سادات مصطفوی نیشابوری<sup>۱\*</sup>، محمود معصومی<sup>۲</sup> و سعید نصرالله نژاد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استادیار مرکز تحقیقات ویروس‌شناسی گیاهی، دانشگاه شیراز

Mostafavi Neishaburi FS<sup>1\*</sup>, Masumi M<sup>2</sup>, Nasrolahnejad S<sup>3</sup>

۱,3. Graduate student, Associate Professor Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2. Assistant Professor, Shiraz University of Plant Virology Research Center.

\* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: farveh\_mostafavy@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۳)

### چکیده

ویروس موزاییک کوتولگی ذرت (Maize Dwarf Mosaic Virus, MDMV) یکی از مهمترین و گسترده‌ترین پوتوی ویروس‌های ذرت در دنیا محسوب می‌شود. به منظور تعیین جایگاه تاکسونومیکی ویروس جدایه استان گلستان در میان پوتوی ویروس‌های غلات و سایر سویه‌های MDMV و قرابت آن با سویه‌های سایر کشورها، گیاهان ذرت و قیاق با عالمی موزاییک و کوتولگی در سال زراعی ۱۳۸۹ از مزارع استان گلستان جمع آوری شد. نمونه‌های آنوده به MDMV با آتنی سرم این ویروس در آزمون الایزایی غیر مستقیم مشخص شد. نمونه آنوده به MDMV انتخاب و RNA ویروسی آن استخراج شده، سپس ناحیه '۳' ژنوم آن با استفاده از آغازگرهای عمومی پوتوی ویروس‌ها و اختصاصی MDMV به روش RT-PCR تکثیر و همسانه سازی شد. ترادف استنتاجی ناحیه CP-UTR به طول ۱۱۰.۷ نوکلئوتید بود. این ترادف با ترادف سایر جدایه‌های MDMV موجود در بانک ژن و نیز پوتوی ویروس‌های دیگر غلات مورد مقایسه قرار گرفت و در خت فیلوجنیکی حاصل از این ترادفها به روش neighbor-joining بدست آمد. در این تجزیه فیلوجنیکی، ۴۶ ترادف در ۶ گروه شامل ZeMV، SrMV، JGMV، PenMV و MDMV و SCMV و قرار گرفت و جدایه گلستان در کنار جدایه‌ای از کشور بلغارستان گروه مشترکی تشکیل دادند. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد احتمالاً منشاء جدایه‌های MDMV در ایران کشورهای اروپایی با طور دقیق‌تر حوزه مدیترانه باشد.

### واژه‌های کلیدی

پوتوی ویروس،  
تجزیه فیلوجنیکی،  
ویروس موزاییک کوتولگی ذرت،  
MDMV،  
RT-PCR

## مقدمه

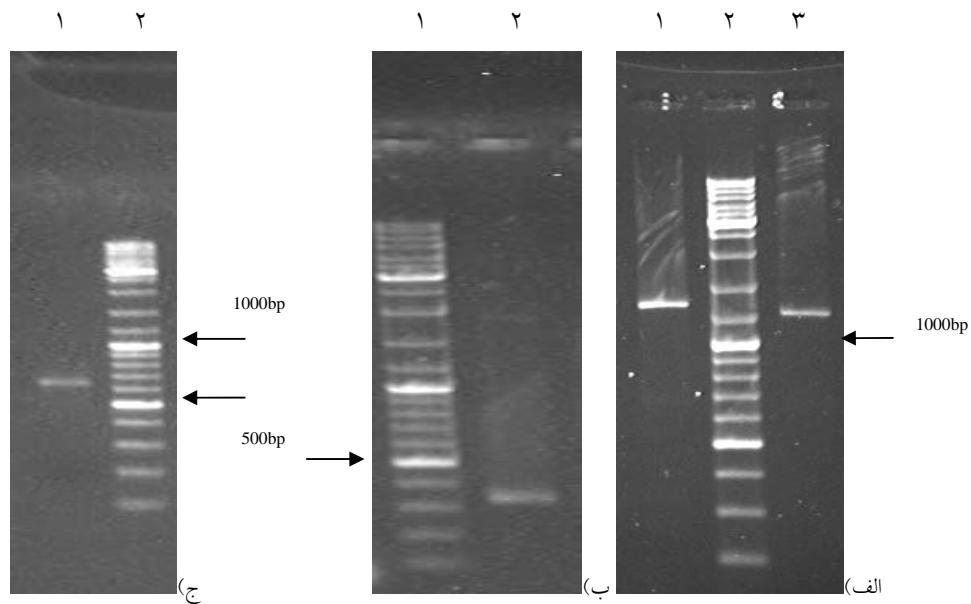
سرولوژیکی، این ویروس با MDMV رابطه نزدیک، با IJMV رابطه ای دور و با SCMV رابطه ضعیف داشت و با SrMV و JGMV فاقد واکنش بود (Moini et al. 2002). با استفاده از جفت آغازگرهای عمومی پوتی ویروس‌ها Pot1/Pot2 قسمتی از زن CP و Nib و با جفت آغازگرهای اختصاصی MD3f/MD3r و MD1f/MD1r با استفاده از RT-PCR قسمتی از زن CP عوامل مولد موزائیک در ذرت ساری و اصفهان تکثیر شد که پس از همسانه سازی و تعیین تراالف، وجود MDMV در استانهای Masumi et al. (2004) با استفاده از روش‌های سرولوژیک و تراالف نوکلئوتیدی ناحیه CP-UTR MDMV جدا شده از ذرت و قیاق مناطق دشت ناز ساری و اصفهان با سایر پوتی ویروس‌های غلات مورد مقایسه قرار گرفت (Zare et al. 2005).

خصوصیات ساختاری پروتئین پوششی پوتی ویروس‌ها مفید-ترین و مناسب‌ترین معیار برای تشخیص و طبقبندی پوتی-ویروس‌ها می‌باشد، لذا در این تحقیق نیز جدایه گلستان ویروس MDMV جمع آوری شده از مزارع ذرت با استفاده از آنالیز مولکولی ناحیه CP-UTR مورد بررسی قرار گرفت و جایگاه تاکسونومی آن در میان سایر پوتی ویروس‌های غلات و سایر سویه‌های MDMV تعیین گردیده و خاستگاه ویروس و قربت آن با سویه‌های سایر کشورها مشخص شد (Shukla et al. 1989).

## مواد و روش‌ها

۳۵۰ نمونه گیاهی از ذرت و قیاق با عالم موزائیک و کوتولگی از نقاط مختلف استان گلستان جمع‌آوری شدند و آلدگی ۶۳ نمونه از آنها به MDMV با استفاده از آنتی سرم این ویروس در آزمون الایزای غیر مستقیم تایید شد (Converse et al. 1990). به منظور تعیین تراالف نوکلئوتیدی ناحیه ۳' ژنوم MDMV، ۰/۵ گرم از بافت آلدوه یکی از نمونه‌ها پس از عصاره گیری در سه حجم بافر سیترات آمونیوم ۱/۰ مولار، pH-۶/۵ مستقیماً با کلروفرم به نسبت ۳۰ درصد تیمار و سانتریفوژ شد و از فاز رویی برای تهیه cDNA استفاده شد و RNA ویروس با استفاده از Kit mRNA Capture (Roche) استخراج شد و از RNA جذب شده به لوله برای واکنش نسخه

بیش از ۴۰ ویروس در ذرت بیماری ایجاد می‌کنند، ویروس Maize dwarf mosaic virus، (MDMV) یکی از ویروس‌های مهم این گیاه در دنیا است. این ویروس در نقاط مختلف دنیا که میزبان‌های حساس آن رشد می-کند وجود دارد و موجب ۲۰-۸۰ درصد کاهش محصول می‌شود (Cheng et al. 2002). یک ویروس با RNA تک رشته‌ای مثبت با پیکره ای به ابعاد  $750 \times 13$  نانومتر می‌باشد و به طور طبیعی با شته‌های سه زیرخانواده Lachininae، Aphidinae و Drehonsiphinae، متقل می‌شود که عضو جنس Shukla et al. (1988) در خانواده Potyviridae می‌باشد. این ویروس اولین بار در جنوب اوهايو در سال ۱۹۶۳ کشف شد (Williams et al. 1965). در سالهای بعد این بیماری در نقاط دیگر آمریکا و برخی کشورهای دیگر نیز مشاهده شد. احتمال دارد ویروس عامل بیماری همراه با توسعه کشت ذرت و سورگوم بخصوص در آمریکا و آفریقا پراکنش جهانی یافته باشد (Toler 1985; Ford et al. 1989). بر اساس ویژگی‌های سرولوژیک پروتئین پوششی، استرین‌های پوتی ویروس‌های غلات Sugarcane (mosaic virus, SCMV)، ویروس موزائیک کوتولگی ذرت (Maize dwarf mosaic virus, MDMV)، ویروس موزائیک سورگوم (Sorghum mosaic virus, SrMV) و ویروس موزائیک قیاق (Johnson grass mosaic virus, JgMV) قرار دادند (Shukla et al. 1989). در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳ به ترتیب ویروس موزائیک ذرت (Zea mosaic virus, ZeMV) از اسرائیل (Pennisetum mosaic virus, PeMV) و ویروس موزائیک ارزن (Seifers et al. 2000; Fan et al. 2003) در ایران نیز ویروس موزائیک ایرانی قیاق (Johnson grass mosaic virus, IJMV) جز این گروه می‌باشد که بصورت گستردۀ در نقاط مختلف کشور وجود دارد (Masumi et al. 2002). در سال ۱۳۸۰ برای اولین بار پوتی ویروسی مشابه به MDMV را از منطقه دشت ناز ساری گزارش کردند و آن را سویه MM (maize mazandaran) نامیدند، بر اساس آزمون های



شکل ۱- نتایج آزمون PCR در ژل آگارز: (الف) راهک ۱ از چپ باند حاصل از آغازگر MD1F / MDMVG-SH، راهک ۲ نشانگر، راهک ۳ باند حاصل از آغازگر MD3F / MDMVG-SH (ب) راهک ۱ نشانگر، راهک ۲ باند حاصل از آغازگر oligo1n / oligo2n (c) راهک ۱ باند حاصل از آغازگر MD1R / MD1F (ج) راهک ۲ نشانگر اندازه (نشانگر ۱۰۰ جفت بازی (Fermentas

برنامه PCR شامل یک چرخه ۹۴ درجه سانتی گراد به مدت ۴ دقیقه به منظور واسرتسته سازی اولیه و ۳۵ چرخه شامل واسرتسته سازی در ۹۴ درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه، اتصال به مدت یک دقیقه در دمای مناسب برای هر جفت آغازگر (جدول ۱) و بسط در ۷۲ درجه به مدت یک دقیقه و به علاوه یک چرخه در دمای ۷۲ درجه به مدت ۱۵ دقیقه برای امتداد رشته‌ها بود و نتیجه تکثیر در الکتروفورز ژل آگارز یک درصد رویت شد (شکل ۱). محصول PCR بوسیله کیت Clone JET PCR Cloning (Fermentas, Lithuania) طبق دستورالعمل شرکت سازنده در XL-Blue pJET1.2 pWard و در باکتری *E. coli* استرین (Fermentas) High pure plasmid isolation kit همسانه‌سازی شد. سپس پلاسمیدها با کیت استخراج پلاسمید (Techdragon) (هنگ کنگ) ارسال شد، همچنین محصول PCR (Bioneer) PCR Purification kit تعدادی از آغازگرها بوسیله (سیناژن- ایران) و طبق دستورالعمل خالص سازی شد و برای تعیین ترادف به هنگ کنگ ارسال شد.

برداری معکوس با آنزیم Mmulv و آغازگر معکوس oligodT انجام شد. واکنش RT با مخلوط کردن ۱۰ میکرولیتر بافر ۵ برابر Expand RT (Roche) و ۰/۴ میلی مولار DTT، ۰/۴ میلی- مولار مخلوط dNTP، ۰/۶ RNase inhibitor واحد آنزیم Expand RT میکرو مولار آغازگر oligodT و ۲۰ واحد آنزیم Expand RT تهیه شد. مخلوط حاصل با افزودن آب به حجم ۵۰ میکرولیتر رسانده و به مدت یک ساعت در دمای ۴۲ درجه سانتی گراد نگهداری شد. واکنش RT با افزودن آب به حجم ۱۰ میکرولیتر زنجیره ای پلیمراز (PCR) توسط آغازگرهای اختصاصی طراحی شده از روی جدایه اروپایی و آغازگرهای عمومی پوتی ویروس PCR (Marie-Jeanne et al. 2000). مخلوط واکنش PCR شامل ۵ میکرولیتر (Taq DNA polymerase buffer ۱۰ برابر)، ۰/۵ میلی مولار MgCl<sub>2</sub>، ۰/۴ میلی مولار مخلوط dNTP، ۰/۲ میکرومولار از هر کدام از آغازگرهای رفت و برگشت (جدول ۱)، ۵ واحد آنزیم Taq DNA polymerase (سیناژن- ایران) و ۳ میکرولیتر DNA الگو بود که با افزودن آب مقطر دو بار تقطیر استریل حجم آن به ۵۰ میکرولیتر رسانده شد.

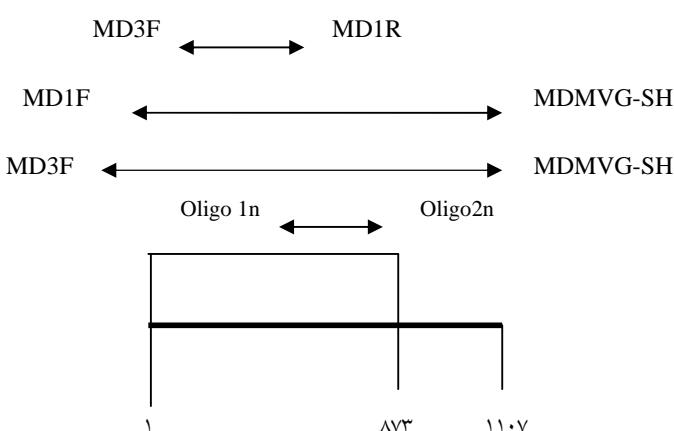
جدول ۱- نام، ترادف، دمای اتصال و اندازه قطعه تولید شده مربوط به آغازگرهای مورد استفاده در آزمون RT-PCR

ردیف	رiferens	دماهی اتصال (درجه سانتی گراد)	اندازه محصول PCR	جهت	ترادف	نام آغازگر
	طراحی شده توسط نگارندگان	۵۹/۵	۱۲۷	Forward Reverse	۵'-ctaacttagaaaggctcag-۳' ۵'-gagttcggtgagag-۳'	MD1F/ MDMVG-SH
	طراحی شده توسط نگارندگان	۶۰	۶۳۶	Forward Reverse	۵'-gatgaattgaatgtctatgcacga-۳' ۵'-ccaacttcagacaaaattatcga-۳'	MD3F/ MD1R
	طراحی شده توسط نگارندگان	۵۹/۵	۱۱۹۲	Forward Reverse	۵'-gatgaattgaatgtctatgcacga-۳' ۵'-gagttcggtgagag-۳'	MD3F/ MDMVG-SH
	Marie-Jeanne et al. (2000)	۵۵	۳۲۷	Forward Reverse	۵'-atggtttgtgcattgagaatgg-۳' ۵'-cagatgaaggccgcagca-۳'	Oligo1n/ Oligo2n

## نتایج و بحث

## تجزیه فیلوزنیکی

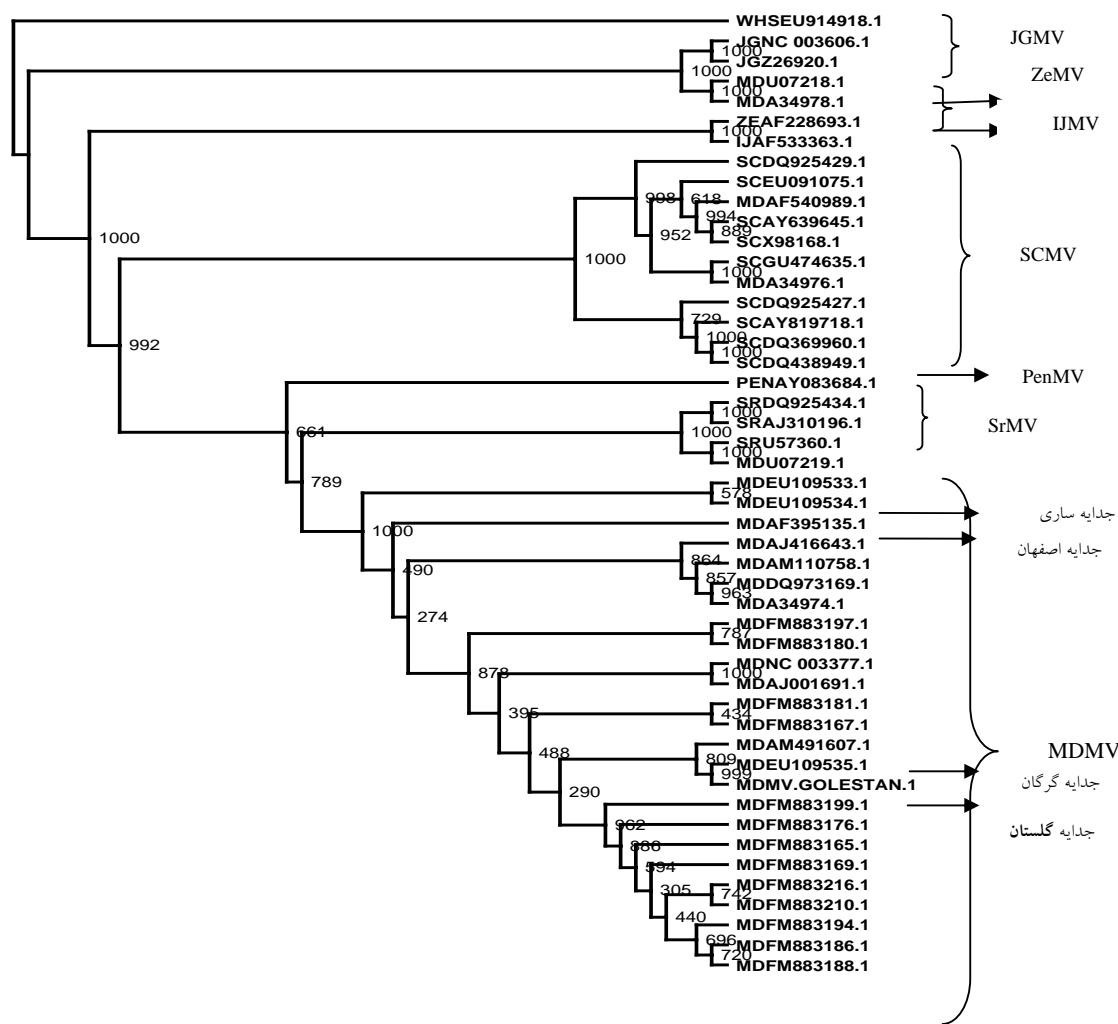
علائم بیماری در گیاهان آلوده بصورت کوتولگی و موزاییک مشاهده شد. از ۳۵۰ نمونه ذرت و قیاق جمع آوری شده از مزارع ذرت استان گلستان ۶۳ نمونه تنها به MDMV آلوده بودند و سایر نمونه ها یا آلوده نبوده و یا MDMV مخلوط با IJMV بود. آغازگرهای عمومی و اختصاصی طراحی شده MDMV را در عصاره گیاهان آلوده، تشخیص داده و با استفاده از آنها در آزمون PCR موقعیت ژن CP شامل ۸۷۳ نوکلئوتید و ناحیه ترجمه نشدنی ۳ در این جدایه مانند سایر پوتی ویروس ها دارای دنباله پالی A می باشد که متشکل از ۲۳۴ نوکلئوتید بودست آمد. موقعیت قطعات بدست آمده از PCR با آغازگرهای مختلف در شکل ۲



شکل ۲- شکل شماتیک ناحیه ۳ زنوم ویروس موزاییک کوتولگی ذرت، موقعیت قطعات تکثیر شده با جفت آغازگرها.

پس از ادغام ترادرف های بدست آمده از کلونی ها و محصول PCR هر قطعه، ترادرف استنتاجی با استفاده از نرم افزارهای DNAMAN و Editseq بدست آمد، این ترادرف ها با ترادرف سایر جدایه های MDMV موجود در بانک ژن و نیز دیگر پوتی ویروس های غلات توسط برنامه Clustal X هم رده بودند و مشابه نوکلئوتیدی و آمینو اسیدی بین آنها در برنامه MegAlign محاسبه شد. درخت فیلوزنیکی حاصل از هم رده بودن ترادرف ها توسط برنامه MEGA5 به روش Neighbor-joining با متدهای Kimura-2 مشاهده شد (Kumar et al. 2004). در این تجزیه ها ویروس WSMV (Wheat streak mosaic virus) رگه ای گندم Outgroup به عنوان استفاده شد.

برای مقایسه جدایه های MDMV با جدایه های سایر پوتی ویروس های غلات از ترادرف نوکلئوتیدی ژن کامل CP و CP- استفاده شد. ابتدا ژن CP برای تمام جدایه های MDMV موجود در بانک ژن بر حسب کشور منشاء بطور جداگانه صورت گرفت و از بین جدایه های با مشابه با این تعدادی انتخاب شد (NCBI) و در نهایت برای ۲۴ جدایه از MDMV و ۲۲ جدایه از سایر پوتی ویروس های غلات درخت فیلوزنیکی بدست آمده و تجزیه شد.



شکل ۳- درخت فیلوجنیک رسم شده به روش neighbor-joining بسته آمده از هم ریف سازی ۱۱۰۷ نوکلئوتید از ژن پروتئین پوششی و ناحیه ترجمه نشدنی از جدایه های MDMV و سایر پوتی ویروس های غلات.

اروپایی است، همچنین در این ناحیه بیشترین شباهت جدایه گلستان به جدایه ای از ویروس موزاییک سورگوم ۷۷/۵ درصد بود. ارتباط نزدیکتر جدایه های ویروس موزاییک کوتولگی ذرت با جدایه های موزاییک سورگوم در درخت فیلوجنیک مشابه نتایج تجزیه های فیلوجنی انجام شده در گذشته است ( Yang et al. 1997). طرح های حفاظت شده DAG در ناحیه آمینی CP که در همه پوتی ویروس ها برای انتقال با شته وجود دارد در جدایه گلستان نیز مشاهده شد. همچنین طرح حفاظت شده MVWCIENG در ناحیه مرکزی CP نیز در این جدایه و در سایر

مشخص شده است. قطعات تکثیر شده شامل ناحیه ژن پروتئین پوششی (موقعیت ۱ تا ۸۷۳) و ناحیه ترجمه نشدنی ۳ از نوکلئوتید ۱۱۰۷ تا ۸۷۷ می باشد و کلون پایانی TGA در موقعیت ۸۷۴ تا ۸۷۶ قرار دارد (شکل ۲). با توجه به آزمایش ها و آنالیز های انجام شده در این تحقیق، ویروس موزاییک کوتولگی ذرت جدایه گلستان در درخت فیلوجنیک ترسیم شده در کتاب شده بود (شمار ۱۰۹۶۳۵ EU) و جدایه های از کشور بلغارستان قرار گرفت که دارای شباهت ۵۱۳ جفت باز آن تعیین شده بود (شمار ۹۶/۱) درصد در سطح نوکلئوتیدی با آن بود که این مسئله نشان دهنده شباهت زیاد این ویروس با جدایه

جدول ۲- محل و رن شمار جدایه‌های مورد استفاده در آنالیزهای فیلوزنیک

نام جدایه	کشور	شماره ژنتیپ (Accession number)
MDMV-SP	اسپانیا	AJ536725
MDMV-Arg	آرژانتین	DQ973169
MDMV- Mv0814	مجارستان	FM883177
MDMV- Mv0801	مجارستان	FM883164
MDMV- Mv0702	مجارستان	FM883200
MDMV- SP	اسپانیا	AM110758
MDMV -Israeli	اسرائیل	AF395135
MDMV- Mv0804	مجارستان	FM883167
MDMV- Sari strain="A"	ایران(اصفهان)	EU109534
MDMV- Mv0614	مجارستان	FM883197
MDMV- Mv0817	مجارستان	FM883180
MDMV- Bulgaria	بلغارستان	AJ001691
MDMV- Sz0801	مجارستان	FM883181
MDMV-Sumen	بلغارستان	AM491607
MDMV- Gorgan	ایران(گرگان)	EU109535
MDMV- Mv0621	مجارستان	FM883199
MDMV- Mv0802	مجارستان	FM833165
MDMV- Mv0813	مجارستان	FM883176
MDMV- Mv0806	مجارستان	FM883169
MDMV- Sz0808	مجارستان	FM883188
MDMV- Sz0610	مجارستان	FM883216
MDMV- Sz0814	مجارستان	FM833194
MDMV- Sz0806	مجارستان	FM833186
MDMV- Sz0604	مجارستان	FM833210
MDMV-GOLESTAN	ایران (گلستان)	JQ280313
JGMV	استرالیا	NC-003606
JGMV	استرالیا	Z26920
JGMV	امریکا	U07218
JGMV	امریکا	A34978
ZeMV	اسرائیل	AF228693
IJMV	ایران	AF533363
SCMV	ویتنام	DQ925429
SCMV	چین	AF540989
SCMV	چین	DQ369960
SCMV	مکزیک	EU091075
SCMV	آلمان	X98168
SCMV	چین	AY639645
SCMV	مکزیک	GU474635
SCMV	ویتنام	DQ925427
SCMV	برزیل	AY819718
SCMV	ایران	DQ438949
PenMV	چین	AY083684
SrMV	ویتنام	DQ925434
SrMV	چین	AJ310196
SrMV	تگزاس	U57360
SrMV	امریکا	U07219

طول سال‌ها قیاق توانسته با بذر به نقاط مختلف دنیا گسترش یابد. پراکنش محدود MDMV در ایران (مازندران و اصفهان) این باور را ایجاد می‌کند که این ویروس منشاء غیر بومی داشته باشد (Masumi et al. 2004). در مورد جدایه‌های موجود از MDMV در ایران مشاهده شد که فاصله ژنتیکی کمی بین آنها و جدایه‌های اروپایی وجود دارد و میزان شباهت ژنتیکی بین آنها زیاد (بالای ۹۰ درصد) است. این موضوع در مورد جدایه‌های اروپایی با یکدیگر نیز مشخص است، مانند جدایه‌های مجارستان که تشابه بسیار بالایی تا حد ۱۰۰ درصد با هم دارند و از فاصله ژنتیکی بسیار کمی برخوردارند. آنچه از این مسئله استنباط می‌شود گسترش وسیع و سریع این ویروس در یک منطقه است که فرصت تنوع ژنتیکی پیدا نمی‌کند. پایین بودن تنوع ژنتیکی نشان می‌دهد که MDMV در اروپا یک جمعیت مونوفیلیتیک است و علیرغم پراکنش وسیعی که دارد کمتر دچار تنوع شده است، لذا از قدمت تکاملی کمتری برخوردار است. با توجه به اهمیت گیاه ذرت از لحاظ زراعی و گسترش بیماری‌های ویروسی در این گیاه اطلاع از خاستگاه این بیماری‌ها و ورود یا عدم ورود آنها از سایر کشورها به هر طریق و در مورد MDMV به خصوص از طریق بذر الزامی به نظر می‌رسد تا در صورت غیر بومی بودن بیماری، بررسی بذور ارقام وارداتی و تدابیر قرنطینه‌ای لازم صورت گیرد. شاید ارتباط جدایه ایران با جدایه‌هایی از منطقه آسیا نزدیکتر باشد و تعیین ترادف جدایه‌های بیشتری از این ویروس در نقاط مختلف دنیا می‌تواند در پیدا کردن منشا اصلی تکامل جدایه ایران نقش بسزایی داشته باشد.

### منابع

- Cheng J, Chen J, Chen J (2002) The complete sequence of a Sugarcane mosaic virus isolate causing Maize dwarf mosaic disease in China. *Journal of Science in China* 45: 322-330.
- Converse RH, Martin RR (1990) ELISA methods for plant viruses, APS Press, 179-196.
- Fan Z, Chen H, Cai S, Dong C, Wang W, Liang X, Li H (2003) Molecular characterization of a distinct potyvirus from whitegrass in China. *Arch Virol* 148: 1219-1224.
- Ford RE, Tasic M, Shukla DD (1989) Maize dwarf mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses, No. 341.

پوتی ویروس‌های بررسی شده وجود داشت. به دلیل اهمیت ذرت به عنوان یکی از پر مصرف ترین غلات کشور شناخت ویروس‌های بیماریزا در این گیاه همواره از مسائل مورد توجه محققین بوده است.

ویروس موزاییک کوتولگی ذرت از جمله بیماری‌های مخرب این محصول و یکی از مهمترین پوتی ویروس‌های ذرت می‌باشد که در نقاط مختلف دنیا که میزانهای حساس آن رشد می‌کند وجود دارد و باعث افت محصول می‌شود (Cheng et al. 2002). در ایران مطالعات محدودی در مورد این ویروس انجام شده است و ترادف نوکلئوتیدی بخش‌های کوچکی از ژنوم جدایه‌های استانهای مازندران و اصفهان تعیین شده است. بیماری موزاییک ناشی از پوتی ویروس‌های غلات در استان‌های مازندران و گلستان MDMV IJMV و Masumi et al. 2002. وجود موتیف‌های حفاظت شده در ترادف‌های آمینو اسیدی در ژن پروتئین پوششی MDMV این جدایه تاییدی بر قرار گرفتن این گونه در جنس پوتی ویروس می‌باشد. ارتباط نزدیکتر جدایه‌های ویروس موزاییک کوتولگی ذرت با جدایه‌های موزاییک سورگوم و فاصله آنها از ویروس موزاییک قیاق در درخت فیلوژنتیکی مشابه نتایج آنالیزهای فیلوجنی انجام شده در گذشته می‌باشد (Seifers et al. 2000). تعیین جایگاه تاکسونومیکی سویه ایرانی MDMV و مقایسه آن با سایر سویه‌های دنیا می‌تواند منشا تکاملی و پیدایش این سویه در ایران را روشن سازد و شباهت‌های این سویه با سویه‌های اروپایی بظاهر می‌رسد احتمالاً MDMV در ایران منشا خارجی داشته باشد. قرار گرفتن سایر جدایه‌های ایرانی MDMV (اصفهان و ساری) در کنار جدایه اسرائیل احتمال ورود این ویروس از سایر کشورها به ایران را تقویت می‌کند. با توجه به بذر زاد بودن ویروس موزاییک کوتولگی ذرت احتمال ورود بذرها آلدوه از سایر مناطق دنیا به ایران و در نتیجه انتقال بیماری نیز وجود دارد که این انتقال می‌تواند با بذر قیاق نیز صورت گرفته باشد زیرا که در همه مزارع ذرت آلدوه به MDMV علف هرز قیاق آلدوه به آن نیز وجود داشت و در

- Kumar S, Tamura K, Nei M (2004) MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment. *Briefings Bioinform* 5:150-163.
- Marie-Jeanne V, Loo R, Peyre J, Alliot B, SIGNORET P (2000) Differentiation of poaceae potyviruses by reverse transcription– polymerase chain reaction and restriction analysis. *J Phytopathol* 148: 141-151.
- Masumi M, Zare A, Izadpanah K (2002) Geographical distribution and serological and physicochemical properties of Iranian Jhonsongrass mosaic virus. In: Proceeding of the first Iranian virology Congress. Iran, Tehran 325-326. (In Farsi).
- Masumi M, Zare A, Izadpanah K (2004) Analysis of 5' region of coat protein gene confirms presence of Maize dwarf mosaic virus (MDMV) in widely separated location in Iran. In: Proceeding of the secondary Iranian virology Congress. Iran, Tehran, 369-370. (In Farsi).
- Moini A, Izadpanah K (2002) Identification and purification of a MDMV-like potyvirus of maize in Mazandaran. *Plant Pathology* 37: 147-159. (In Farsi).
- Zare A, Masumi M, Izadpanah K (2005) Serological and biological properties of MDMV in Iran. In: Proceeding of the 16<sup>th</sup> Iranian plant protection Congress. Iran, Tabriz, 110. (In Farsi).
- NCBI (2011) National center for biotechnology information. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Seifers DL, Salomon R, Marie-Jeanne V, Alliot B, Signoret P, Haber S, Loboda A, Ens W, She YM, Standing KG (2000) Characterization of a novel potyvirus isolated from maize in Israel. *Phytopathology* 90: 505-513.
- Shukla DD, Ward CW (1988) Amino acid sequence homology of coat proteins as a basis for identification and classification of the potyvirus group. *Virus Genes* 96:2703-2710.
- Shukla DD, Jilka J, Tasic M, Ford RE, Toler RW, Langham M (1989) Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of coat proteins. *Phytopathology* 79: 223-229.
- Toler RW (1985) Maize dwarf mosaic, the most important virus disease of sorghum. *Plant Disease* 69:1011-1015.
- Williams L E, Alexander LJ (1965) Maize dwarf mosaic, a new corn disease. *Phytopathol* 55: 802–804.
- Yang ZN, Mirkov TE (1997) Sequence and relationships of sugarcane mosaic and sorghum mosaic virus strains and development of RT-PCR based RFLPs for strain discrimination. *Phytopathology* 87: 932-939.