



دانشکده کشاورزی  
گروه گیاهپزشکی

پایان نامه کارشناسی ارشد

## شناسایی سرولوژیکی و مولکولی ویروس خراشک حلقوی میخک (CERV) در گلخانه‌های استان‌های خراسان رضوی و شمالی

مهناز آشنائی

مردادماه ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه کارشناسی ارشد

# شناسایی سرولوژیکی و مولکولی ویروس خراشک حلقوی میخک (CERV) در گلخانه های استان های خراسان رضوی و شمالی

مهناز آشنائی

استاد راهنما

دکتر بهروز جعفرپور

استاد مشاور

دکتر سعید ملک زاده سفارودی

دکتر امین میرشمسی کاخکی

مردادماه ۱۳۹۰

## تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان «شناسایی سرولوژیکی و مولکولی ویروس خراشک حلقوی میخک (CERV)

در گلخانه‌های استان‌های خراسان رضوی و شمالی» توسط «مهناز آشنائی» در تاریخ      با نمره

و درجه ارزشیابی      در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	آقای دکتر بهروز جعفرپور	استاد	استاد راهنما	
۲	آقای دکتر سعید ملک زاده شفارودی	استاد	استاد مشاور	
۳	آقای دکتر امین میرشمسی کاخکی	استادیار	استاد مشاور	
۴	آقای دکتر محسن مهرور	استادیار	استاد مدعو	
۵	خانم دکتر عصمت مهدیخانی مقدم	استادیار	استاد مدعو	

## تعهد نامه

عنوان پایان نامه: «شناسایی سرولوژیکی و مولکولی ویروس خراشک حلقوی میخک (CERV) در گلخانه های استان های خراسان رضوی و شمالی»

اینجانب مهناز آشنائی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته بیماری شناسی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقای دکتر بهروز جعفرپورمتمعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

## تاریخ

نام و امضاء دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

## چکیده

ویروس خراشک حلقوی میخک (*Carnation etched ring virus*, CERV)، یکی از اعضای جنس *Caulimovirus* و از خانواده *Caulimoviridae* می‌باشد. ژنوم ویروس بصورت DNA دورشته‌ای به طول هشت کیلوباز بوده و ناقل آن شته سبز هلو (*Myzus persicae*) می‌باشد. به منظور شناسایی این ویروس در سال‌های زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ از گلخانه‌های میخک (*Dianthus caryophyllus*) و قرنفل (*Dianthus barbatus*) استان‌های خراسان رضوی (شهرستان‌های مشهد، نیشابور، چناران، سبزوار) و خراسان شمالی (شهرستان‌های بجنورد و شیروان) نمونه‌برداری انجام شد. تعداد ۲۵۴ نمونه شامل میخک، قرنفل و علفهای هرزی که دارای علائمی نظیر لکه‌ها و خطوط کلروزیا نکروز، ابلقی یا حتی بدون علائم بودند، جمع‌آوری شدند. در آزمایشگاه به منظور ارزیابی وجود ویروس در نمونه‌های مشکوک، آزمون سرولوژیکی DAS-ELISA انجام شد. نتایج نشان داد که ۵۴ نمونه (شامل میخک و قرنفل) از ۲۵۴ نمونه، آلوده به این ویروس بودند. به منظور تکثیر ویروس، بر روی گیاهان محک *Dianthus caryophyllus* و *Silen armeria* و *Saponaria vaccaria* cv. Pink beauty و *cv. Joker* مایه‌زنی انجام شد. در آزمون PCR پس از بکاربردن جفت آغازگرهای اختصاصی برای نواحی حفاظت شده از ژن پروتئین پوششی و ژن پروتئین حرکتی ویروس خراشک حلقوی میخک، به ترتیب قطعاتی در اندازه تقریبی ۱۵۰۰ و ۱۰۰۰ جفت‌باز تکثیر شدند. رسم درخت فیلوژنی برای ژن پروتئین پوششی و ژن پروتئین حرکتی ویروس CERV با استفاده از نرم افزار MEGA و بکارگیری روش Neighbor joining نشان داد که در مورد ژن پروتئین پوششی شباهت ایزوله ایرانی در سطح نوکلئوتیدی و آمینواسیدی به ترتیب با ایزوله هلند ۹۸/۹٪ و ۹۹/۳٪ و با ایزوله هند به ترتیب ۹۸/۳٪ و ۹۸/۶٪ می‌باشد. همچنین در مورد ژن پروتئین حرکتی شباهت ایزوله ایرانی در سطح نوکلئوتیدی و آمینواسیدی با ایزوله هلند به ترتیب ۹۷/۷٪ و ۹۹/۶٪ و با ایزوله هند به ترتیب ۹۶/۱٪ و ۹۸/۹٪ نشان داده شد. این اولین گزارش از مطالعات مولکولی درباره ویروس خراشک حلقوی میخک در ایران است.

کلید واژه ها: ویروس خراشک حلقوی میخک، DAS-ELISA، PCR.

## سپاسگزاری

اینک که اجرای این پایان نامه به یاری خداوند متعال و عنایت ویژه حضرت علی ابن موسی الرضا (ع) به پایان رسیده ام، بر خود لازم میدانم از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر بهروز جعفر پور که در طول انجام این تحقیق صبورانه مرا یاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر کنم. همچنین از اساتید عزیزم جناب آقایان دکتر ملک زاده شفاوردی و دکتر میرشمسی کاخکی به خاطر مشاوره ارزشمندشان کمال تشکر را دارم. از اساتید محترم سرکار خانم دکتر عصمت مهدیخانی مقدم و جناب آقای دکتر محسن مهرور که قبول دعوت فرمودند و داوری و مطالعه پایان نامه را به عهده گرفتند، سپاسگزارم. از اساتید گرانقدر جناب آقایان دکتر حمید روحانی، دکتر سعید طریقی که افتخار دانشجویی ایشان را داشته‌ام بی نهایت سپاسگزارم. از نماینده تحصیلات تکمیلی سرکار خانم دکتر پریسا طاهری به خاطر راهنمایی هایشان، سپاسگزارم.

از دکتر کریمی، مهندس پاکدین پاریزی، مهندس شاهشوند و مهندس محمودنیا به خاطر مساعدت هایشان، متشکرم. از کارشناسان آزمایشگاه بیماری‌شناسی تحقیقاتی جناب آقایان مهندس سبک‌خیز و مهندس جهان‌بخش و کارشناس آزمایشگاه بیوتکنولوژی سرکار خانم بوستانی، به خاطر همکاری هایشان، سپاسگزارم.

از اولین و مهربانترین معلمان زندگیم پدر فداکار و مادر مهربانم و خواهر عزیزم که همواره از راهنمایی‌های بی‌دریغ و دعای خیرشان بهره مند بوده‌ام، صمیمانه تشکر می‌کنم. از دوستان عزیزم خانم‌ها شوشتری، پژوم، درسویی، حیدری‌نیا، روح‌آبادی، پاکباز، مجد‌آبادی و آقایان اشرفی و مکرم و از دانشجویان مقطع دکترا خانم‌ها قارونی، طبسی‌نژاد و حسینی به خاطر راهنمایی هایشان متشکرم و از خداوند متعال برای همه این عزیزان آرزوی موفقیت و سلامت دارم.

مهناز آشنائی

## فهرست مطالب

فصل اول	۱
مقدمه	۱
۱-۱- خصوصیات گیاهان مورد آزمایش در این تحقیق	۱
۱-۱-۱- میخک	۱
۱-۱-۱-۱- منشاء میخک	۱
۱-۱-۱-۲- گیاهشناسی میخک	۲
۱-۱-۱-۳- ارزش تجاری	۳
۱-۱-۱-۴- نیازهای محیطی میخک	۳
۱-۱-۱-۵- سطح زیر کشت	۴
۱-۱-۱-۶- اهمیت بیماری‌های ویروسی میخک	۵
۱-۱-۲-۱- قرنفل	۵
۱-۲-۱-۱- خصوصیات قرنفل	۵
۲-۱- اهمیت بررسی ویروس خراشک حلقوی میخک	۶
۳-۱- اهداف تحقیق	۷
فصل دوم	۹
بررسی منابع	۹
۱-۲- تاریخچه	۹
۲-۲- بررسی ویروس خراشک حلقوی میخک CERV در ایران	۱۰



- ۳-۲- جایگاه ویروس در طبقه بندی ویروس های گیاهی ..... ۱۰
- ۴-۲- خصوصیات خانواده ..... ۱۱
- ۵-۲- مشخصات ویروس ..... ۱۴
- ۲-۵-۱- مشخصات مرفولوژیک ..... ۱۴
- ۲-۵-۲- خصوصیات فیزیکی ..... ۱۵
- ۲-۵-۳- خصوصیات بیوشیمیایی ..... ۱۵
- ۲-۵-۴- خصوصیات آنتی ژنتیکی و روابط سرولوژیک ..... ۱۹
- ۶-۲- سیتوپاتولوژی ..... ۲۰
- ۷-۲- میزبان ها ..... ۲۳
- ۸-۲- علایم ویروس ..... ۲۳
- ۹-۲- گیاهان محک ..... ۲۴
- ۱۰-۲- روش های انتقال ..... ۲۸
- ۲-۱۰-۱- انتقال با حشرات ناقل ..... ۲۸
- ۲-۱۰-۲- سایر روش های انتقال ..... ۳۰
- ۲-۱۱-۱- روش های شناسایی ویروس ..... ۳۰
- ۲-۱۱-۱- میکروسکوپ الکترونی ..... ۳۱
- ۲-۱۱-۲- استفاده از گیاهان محک ..... ۳۱
- ۲-۱۱-۳- روش های سرولوژیک ..... ۳۲
- ۲-۱۱-۳-۱- آزمون الایزا ..... ۳۲
- ۲-۱۱-۴- روش های مولکولی ..... ۳۳

۳۳	۱-۴-۱۱-۲- واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR).....
۳۶	۱۴-۲- مدیریت بیماری.....
۳۶	۱-۱۴-۲- پیشگیری.....
۳۶	۲-۱۴-۲- کنترل.....
۳۷	۱-۲-۱۴-۲- استفاده از کارت‌های زرد چسبنده.....
۳۷	۲-۲-۱۴-۲- گرمادرمانی.....
۳۸	۳-۲-۱۴-۲- کشت مریستم.....
۳۸	۴-۲-۱۴-۲- تیمار با مواد شیمیایی.....
۳۹	۵-۲-۱۴-۲- مبارزه با ناقلین.....
۴۱	فصل سوم.....
۴۱	مواد و روش‌ها.....
۴۱	۱-۳- نمونه‌برداری از گلخانه‌های میخک و قرنفل.....
۴۳	۲-۳- بررسی آلودگی علف‌های هرز موجود در گلخانه‌های میخک و قرنفل.....
۴۳	۳-۳- بررسی حضور ویروس در نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط آزمون سرولوژیکی الایزا.....
۴۴	۱-۳-۳- بافرهای مورد نیاز.....
۴۶	۲-۳-۳- مراحل انجام آزمون ELISA.....
۴۸	۴-۳- الایزای غیرمستقیم.....
۴۸	۱-۴-۳- بافرهای مورد نیاز در الایزای غیرمستقیم.....
۴۸	۲-۴-۳- شرح مراحل انجام آزمون الایزای غیرمستقیم.....
۵۰	۵-۳-۵- بستر کشت گیاهان در گلخانه.....

- ۵۲..... ۳-۶- مایه زنی مکانیکی
- ۵۳..... ۳-۷- روش نگهداری نمونه‌ها
- ۵۳..... ۳-۸- استخراج DNA
- ۵۴..... ۳-۸-۱- استخراج DNA به روش فنل - کلروفرم
- ۵۴..... ۳-۸-۱-۱- طرز تهیه بافر استخراج DNA
- ۵۵..... ۳-۸-۱-۲- مراحل انجام استخراج
- ۵۶..... ۳-۸-۲- استخراج DNA به روش CTAB
- ۵۷..... ۳-۸-۲-۱- مواد لازم جهت تهیه بافر استخراج
- ۵۷..... ۳-۸-۲-۲- شرح استخراج DNA به روش CTAB
- ۵۸..... ۳-۸-۳- استخراج DNA به روش CTAB بدون ازت مایع
- ۵۸..... ۳-۸-۳-۱- مواد تشکیل دهنده بافر استخراج
- ۵۸..... ۳-۸-۳-۲- شرح روش استخراج
- ۶۰..... ۳-۸-۴- استخراج DNA با استفاده از کیت
- ۶۱..... ۳-۹-۹- ارزیابی کیفیت DNA استخراج شده
- ۶۱..... ۳-۹-۱- اسپکتروفتومتری
- ۶۲..... ۳-۹-۲- الکتروفورز
- ۶۲..... ۳-۱۰- نگهداری DNA
- ۶۳..... ۳-۱۰- آغازگرها
- ۶۴..... ۳-۱۱- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)
- ۶۴..... ۳-۱۱-۱- انجام PCR به روش دستی

۶۵	..... PCR ۳-۱۱-۲- روش کار با استفاده از کیت
۶۷	..... PCR ۳-۱۲-۱- تشخیص فرآورده‌های
۶۷	..... ۳-۱۲-۱- الکتروفورز ژل آگارز
۶۸	..... ۳-۱۳- استخراج DNA از روی ژل آگارز
۷۰	..... ۳-۱۴- آزمون توالی‌یابی
۷۱	..... فصل چهارم
۷۱	..... نتایج و بحث
۷۱	..... ۴-۱- علایم ویروس خراشک حلقوی میخک در گلخانه
۷۲	..... ۴-۲- نتایج آزمون EISAL و Indirect- ELISA گیاهان آلوده به ویروس خراشک حلقوی میخک
۷۷	..... ۴-۳- مایه‌زنی مکانیکی
۷۷	..... ۴-۳-۱- مایه‌زنی مکانیکی و علائم بیماری روی گیاهان محک
۸۰	..... ۴-۴- ارزیابی کیفی و کمی DNA
۸۰	..... ۴-۴-۱- نتایج آزمون اسپکتروفتومتری و نانودراپ
۸۱	..... ۴-۴-۲- ارزیابی کیفیت DNA از طریق الکتروفورز
۸۱	..... ۴-۵- آنالیز محصولات PCR
۸۲	..... ۴-۶- نتایج آزمون توالی‌یابی
۸۳	..... ۴-۷- بررسی‌های فیلوژنتیکی
۸۳	..... ۴-۷-۱- مقایسه هم‌ردیف‌سازی چندگانه
۸۴	..... ۴-۷-۲- شباهت توالی‌های CERV و مقایسه آن با دیگر کائولیموویروس‌ها
۹۲	..... فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۹۲

منابع ..... ۹۵

پیوست اسامی لاتین ..... ۱

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲-۱- اندامک‌های درون سلولی تولید شده توسط ویروس خراشک حلقوی میخک ..... ۲۳
- شکل ۲-۲-۲- شته سبز هلو ناقل ویروس خراشک حلقوی میخک ..... ۲۹
- شکل ۱-۳-۱- نمایی از کاشت چهار نوع گیاه محک ویروس خراشک حلقوی میخک ..... ۵۱
- شکل ۱-۴-۱- ظهور نقاط کلروز در برگ‌های میخک آلوده به ویروس خراشک حلقوی میخک ..... ۷۱
- شکل ۲-۴-۲- ظهور علائم ابلقی شدید روی برگ میخک آلوده به ویروس خراشک حلقوی ..... ۷۲
- شکل ۳-۴-۳- پلیت الایزا به همراه نتایج قابل بررسی با چشم ..... ۷۳
- شکل ۴-۴-۴- نقاط نکروز در *Saponaria vaccaria* cv. Pink Beauty ..... ۷۹
- شکل ۵-۴-۵- ظهور علائم متنوع بر روی *Saponaria vaccaria* cv. Pink Beauty ..... ۷۹
- شکل ۶-۴-۶- ظهور نقاط سبزدرد بر روی برگ *Silen armeria* ..... ۸۰
- شکل ۷-۴-۷- ارزیابی کیفیت DNA کل با استفاده از نانودراپ ..... ۸۰
- شکل ۸-۴-۸- نمونه DNA استخراج شده به روش فنل - کلروفرم از میخک آلوده به CERV ..... ۸۱
- شکل ۹-۴-۹- الکتروفورز محصول PCR ویروس CERV بر روی ژل آگارز ..... ۸۲
- شکل ۱۰-۴-۱۰- هم ردیف‌سازی چندگانه ترادف‌های آمینواسیدی ژن MP ..... ۸۶
- شکل ۱۱-۴-۱۱- درخت فیلوژنتیکی ترسیم شده به روش NJ بر اساس توالی نوکلئوتیدی MP ..... ۸۷
- شکل ۱۲-۴-۱۲- هم ردیف‌سازی چندگانه ترادف‌های آمینواسیدی ژن CP ..... ۸۸
- شکل ۱۳-۴-۱۳- درخت فیلوژنتیکی ترسیم شده به روش NJ بر اساس توالی نوکلئوتیدی CP ..... ۸۹
- شکل ۱۴-۴-۱۴- درخت فیلوژنتیکی ترسیم شده به روش NJ بر اساس توالی نوکلئوتیدی ادغام شده ..... ۹۱

## فهرست جداول

- جدول ۱-۳- استان‌ها و شهرهای محل نمونه‌برداری..... ۴۲
- جدول ۲-۳- ارقام میخک نمونه‌برداری شده از مناطق..... ۴۲
- جدول ۳-۳- علف‌های هرز جمع‌آوری شده از گلخانه‌های میخک و قرنفل مشکوک به CERV..... ۴۳
- جدول ۴-۳- لیست گیاهان محک و سن مایه‌زنی آن‌ها..... ۵۳
- جدول ۵-۳- ترادف آغازگرهای اختصاصی مربوط به ویروس CERV..... ۶۳
- جدول ۶-۳- غلظت و حجم‌های بهینه شده واکنشگرهای PCR..... ۶۴
- جدول ۷-۳- محتویات کیت..... ۶۵
- جدول ۸-۳- زمان و دمای لازم به منظور انجام مراحل PCR با استفاده از آغازگرهای CPU/CPD..... ۶۶
- جدول ۹-۳- زمان و دمای لازم به منظور انجام مراحل PCR با استفاده از آغازگرهای MPU/MPD..... ۶۷
- جدول ۱۰-۳- مواد لازم برای تهیه TAE..... ۶۷
- جدول ۱-۴- قرائت نتایج مربوط به پلیت CERV با استفاده از دستگاه الیزا خوان..... ۷۳
- جدول ۲-۴- تعداد نمونه آلوده و درصد آلودگی به CERV در گلخانه‌های استان‌های خراسان..... ۷۴
- جدول ۳-۴- آلودگی ارقام مختلف نمونه‌برداری شده به ویروس خراشک حلقوی میخک..... ۷۶
- جدول ۴-۴- شماره دسترسی استرین‌ها و ویروس‌هایی که در آنالیز فیلوژنتیک استفاده شده‌اند..... ۸۳
- جدول ۵-۴- درصد شباهت آمینواسیدی و نوکلئوتیدی بین ترادف‌های ژن MP..... ۸۵
- جدول ۶-۴- درصد شباهت آمینواسیدی و نوکلئوتیدی بین ترادف‌های ژن CP..... ۸۹
- جدول ۷-۴- تغییرات آمینواسیدی در موقعیت‌های مختلف دو ژن MP و CP..... ۹۰
- جدول ۸-۴- تعداد و نسبت جانشینی‌های مترادف و نامترادف در طول ترادف نوکلئوتیدی ادغام شده ۹۱

## فهرست علائم و اختصارات

aa	Amino acid	آمینواسید
DEP	Dilution end point	آخرین حد رقیق سازی
DAS-ELISA	Double-antibody sandwich-enzyme linked immunosorbent assay	آزمون دو طرفه الایزا
LIV	Longevity in vitro	پایداری در آزمایشگاه
CP	Coat protein	پروتئین پوششی
MP	Movement protein	پروتئین حرکتی
bp	Base pair	جفت باز
OD	Optical density	چگالی نوری
dNTP	De oxy nucleotide three phosphat	داکسی نوکلئوتید تری فسفات
TIP	Thermal inactivation point	دمای غیرفعال سازی
nt	Nucleotide	نوکلئوتید
RT-PCR	Reverse transcription Polymeras chain reactio	واکنش معکوس زنجیره ای پلیمراز
CERV	Carnation etched ring virus	ویروس خراشک حلقوی میخک





## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- خصوصیات گیاهان مورد آزمایش در این تحقیق

##### ۱-۱-۱- میخک

##### ۱-۱-۱-۱- منشاء میخک

میخک (*Dianthus caryophyllus*) یکی از گونه‌های *Dianthus* بوده و احتمالاً بومی نواحی مدیترانه‌ای می‌باشد. نام *Dianthus* از کلمه یونانی *dios* (خدا) و *anthos* (گل) گرفته شده و توسط گیاهشناس یونانی تئوفراتوس عنوان شده است. این جنس شامل ۳۰۰ گونه گیاهان گلدار از خانواده *caryophyllaceae* بوده و منشاء آن اروپا و آسیا می‌باشد. تعدادی از گونه‌های این جنس از جنوب تا شمال آفریقا پراکنش دارند (دول و ویلکینز، ۱۹۹۹).

مهم‌ترین نواحی تولید میخک شامل غرب اروپا، هلند، آمریکای لاتین و مرکزی، ژاپن، شرق اروپا و آسیا، استرالیا، ایالات متحده و اسرائیل می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۵).

## ۱-۱-۱-۲- گیاهشناسی میخک

میخک از راسته Caryophyllales، خانواده Caryophyllaceae، جنس *Dianthus* و گونه *D. caryophyllus* می‌باشد (مشیری، ۱۳۵۳).

میخک‌ها عموماً دیپلوئید بوده ولی دارای فرم‌های تتراپلوئید و تریپلوئید نیز هستند. همچنین اغلب علفی، دولپه‌ای و از نظر طول دوره رشدی یکساله یا دوساله تا چند ساله می‌باشند. گل‌های میخک (*Dianthus caryophyllus*) منفرد، دارای پنج گلبرگ و به قطر ۶-۸ سانتی‌متر بوده و رنگ آنها از سفید به صورتی تا بنفش متغیر است. گل‌ها دوجنسی و دارای اندام‌های نر (پرچم) و ماده (مادگی) است. تعداد ساقه‌های گل‌دهنده در قاعده گیاه بین ۱۰-۱۵ عدد می‌باشد. گیاهان جوان بین ۱-۵ ساقه تولید کرده و هر یک بیش از شش گل تولید می‌کنند. ساقه‌ها در قاعده چوبی بوده ولی انشعابات آن علفی می‌باشد. برگ‌ها باریک و بدون ساقه و رنگ آن از سبز تا سبز-آبی یا بنفش متغیر است. پرچم‌ها در یک یا دو حلقه قرار گرفته و تعداد آنها به تعداد گلبرگ‌ها یا دو برابر آنها می‌باشد. میوه به شکل کپسول و محتوی چندین بذر کوچک است (پری و بوید، ۱۹۸۰).

میخک دارای واریته‌های مختلف بوده که بر اساس شکل گل، اندازه و تیپ گل به سه گروه تقسیم می‌شوند که شامل استاندارد (sims)، اسپری (مینیاتوری) و midis می‌باشد. میخک‌های استاندارد در هر ساقه دارای یک گل بزرگ هستند، در حالی که میخک‌های اسپری دارای تعداد زیادی گل به اندازه کوچک هستند. گل‌های میخک نوع midis دارای گل‌های کوچکتر و ساقه کوتاهتر از نوع اسپری بوده ولی تعداد گل‌های آنها دو برابر است. میخک‌های نوع midis قادرند که هم یک گل در هر شاخه تولید کرده و هم چند شاخه جانبی گلدار تولید نمایند (دول و ویلکینز، ۱۹۹۹).

### ۱-۱-۱-۳- ارزش تجاری

میخک یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده و جزء پنج گل نخست در جهان محسوب شده می‌شود (ریخی و همکاران، ۲۰۰۷) و سالانه بیش از ده بلیون شاخه میخک در سرتاسر جهان تولید می‌شود. بطوری که در سال ۱۹۹۵ تجارت میخک حدود ۱۵ درصد از بازار گل‌های شاخه بریده را به خود اختصاص داد (ویرت، ۱۹۸۰).

### ۱-۱-۱-۴- نیازهای محیطی میخک

بهترین زمان برای کشت میخک شهریور و مهرماه است. مخلوط خاک با ماسه و گل رس، به همراه مقداری پهن یا کود گاوی پوسیده و خاک‌برگ تجزیه شده به عنوان بستر کاشت مناسب می‌باشد. میخک برای رشد نیاز به خاکی با زهکشی خوب و pH خنثی یا کمی قلیایی دارد. به علاوه چنانچه مقدار آهک خاک بین ۶۰-۱۲۰ گرم در هر متر مربع باشد، برای رشد میخک مناسب می‌باشد (مشیری، ۱۳۵۳).

میخک یک گیاه روز بلند اختیاری است و تاثیر دما بر روی رشد و گسترش آن تحت تاثیر طول روز تغییر می‌کند. جوانه‌ها اغلب هنگامی که دارای ۵-۷ جفت برگ هستند، به طول روز حساس است. در شرایط روز بلند در مرحله ۸-۱۰ جفت برگ، در شرایط روز کوتاه در مرحله ۱۶-۱۸ جفت برگ وارد فاز زایشی می‌شوند. دما و شدت نور و طول روز بر روی دوره رشدی میخک در گلخانه موثر هستند. دمای پایین باعث تحریک شروع گلدهی شده، در حالی که دمای بالا باعث رشد رویشی بیشتر شده و بدین ترتیب قبل از شروع گلدهی، فاصله میان‌گره‌ها کوتاهتر و ساقه‌ها ضعیفتر شده و اندازه گل و مدت زمان نگهداری گل‌های شاخه بریده کاهش می‌یابد. از طرفی شکاف‌خوردگی کاسه گل، که یکی از پدیده‌های نامطلوب در تولید میخک محسوب می‌شود، اغلب بدلیل قرار گرفتن جوانه‌های گل در معرض دماهای پایین اتفاق می‌افتد و در زمانی که قطر جوانه‌ها ۳-۶ میلی‌متر است، حساسیت بیشتر می‌باشد (دول و ویلکینز، ۱۹۹۹).