

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده علوم کشاورزی

گروه گیاهپزشکی

(بیماری شناسی گیاهی)

تأثیر باکتری *Pseudomonas fluorescens* در کنترل نماتد  
ریشه‌گرهی پسته در شرایط گلخانه

از:

زینب خاتمی دوست شکارسرایبی

استادان راهنما:

دکتر سالار جمالی، دکتر روح اله صابری ریشه

استاد مشاور:

دکتر محمد مرادی قهدریجانی

اسفند ۹۲

این ناچیز ثمره دانش‌اندوزی خویش برگ سبزی است تحفه درویش

تقدیم به:

پدر و مادر فداکارم

همسر عزیزم

روان پاک خواهرم

یگانه خواهر مهربانم

درسا دختر صبورم

و آنانکه مرا طریقت علم و ادب نمایاندند

## یادت چون کنم که تو خود در یادی

الهی ادای شکر تو را هیچ زبان نیست و دریای فضل تو را هیچ کران نیست و سرّ حقیقت تو بر هیچ کس عیان نیست، هدایت کن بر ما، رهی که بهتر از آن نیست.

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار متعال مرحله‌ای دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم با خشوع و افتادگی تمام بر خود لازم می‌دانم صمیمانه‌ترین مراتب سپاس و قدردانی را نثار یکایک افرادی که به نحوی در طی این مدت مرا یاری نمودند، نمایم. ابتدا از بزرگترین اساتید زندگیم، پدر و مادر گرانقدرم، که دعای خیرشان همیشه بهترین ره‌توشه زندگی‌ام بوده قدردانی می‌کنم و دستشان را بوسه می‌زنم و از خداوند متعال برایشان سلامت و عمر با عزت مسألت دارم. از خواهر و دختر عزیزم، همچنین همسر مهربانم که در تمام مراحل زندگی، همراهی و صورتیست دستمایه پیشرفتم بوده است، سپاسگزارم و از خداوند منان برایشان موفقیت روزافزون، سلامت و سعادت خواستارم.

از اساتید راهنمای بزرگووارم، جناب آقای دکتر جمالی و جناب آقای دکتر صابری که با شکیبایی و دقت فراوان و با رهنمودهای استادانه، نصایح ارزنده و ایده‌های نو، مرا در تمامی مراحل انجام و تدوین این پایان‌نامه یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. از استاد مشاور بزرگووارم جناب آقای دکتر مرادی که در طول اجرای این تحقیق همواره با سعه صدر مرا یاری نمودند، بسیار سپاسگزارم. از اساتید محترم، جناب آقای دکتر الهی‌نیا و جناب آقای دکتر روحی‌بخش، که افتخار شاگردی در محضرشان نصیبم شد و زحمت مطالعه و داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، سپاسگزاری می‌کنم. از تمامی کارشناس‌های آزمایشگاه‌های بیماری‌های گیاهی، خاکشناسی و تمامی پرسنل مؤسسه تحقیقات پسته کشور بالاخص آقای مهندس فرج‌پور و آقای سلمانی که به نوعی در انجام امور پایان‌نامه مرا یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌نمایم. و با تشکر از تمامی عزیزان و دوستانی که لحظات زیستن و آموختن در کنارشان به زیباترین خاطرات بدل شد.

زینب خاتمی دوست شکارسرایبی

اسفند ۱۳۹۲

## چکیده:

تأثیر باکتری *Pseudomonas fluorescens* در کنترل نماتد ریشه‌گرهی پسته در شرایط گلخانه

زینب خاتمی دوست شکارسرای

بیماری ریشه‌گرهی ناشی از گونه‌های مختلف نماتد *Meloidogyne*، یکی از مهم‌ترین جنس نماتدهای انگل گیاهی با خسارت اقتصادی در باغ‌های پسته می‌باشد گر چه روش‌های مختلفی برای مدیریت این بیماری توصیه شده ولی کنترل بیولوژیک به عنوان یک روش سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. برای این منظور، از ۹۰۰ استرین جداسازی شده از ریزوسفر گیاهان مختلف سراسر ایران، تعداد ۳۰ استرین که در آزمون‌های آزمایشگاهی از قابلیت بالایی در کنترل برخوردار بودند، برای این پژوهش انتخاب گردید. در آزمون آزمایشگاهی همه جدایه‌ها باعث مرگ و میر لاروها شدند. سپس نه جدایه ایرانی با توانایی بالای آنتاگونیستی همراه با دو جدایه CHA0 و CHA89 برای آزمون گلخانه‌ای مرحله اول روی نهال‌های پسته بادامی زرنده (حساس به نماتد) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعات گلخانه‌ای، همه استرین‌ها سبب کنترل نماتد و بهبود رشد نهال‌ها گردیدند. جدایه‌های VUPf52، VUPf205 و VUPf5 از ریزوسفر درخت هلو و گندم از گروه سودوموناس‌های فلورسنت به ترتیب دارای بیشترین درصد کنترل ۹۰/۱۲، ۸۷/۲۶ و ۸۳/۱۳ بودند. جدایه VUPf60 از ریزوسفر درخت آلبالو، با میزان کنترل ۵۵/۰۹ درصد کمترین تأثیر را روی کاهش شدت بیماریزایی و افزایش شاخص‌های رشدی اندام‌های هوایی و ریشه روی نهال‌های پسته نشان داد. در نهایت، سه استرین برتر در سه حالت پودر تالک، پودر سیب و سبوس گندم فرموله شدند. در آزمایشات بررسی تأثیر فرمولاسیون استرین‌های آنتاگونیست بر میزان افزایش رشد نهال‌های پسته، تقریباً تمامی استرین‌ها در فرمولاسیون سبوس گندم از قابلیت بالاتری نسبت به دو فرمولاسیون دیگر برای کنترل نماتد برخوردار بودند. کمترین درصد کنترل مربوط به فرمولاسیون پودر تالک بود. دو استرین VUPf52 و VUPf5 در فرمولاسیون سبوس گندم با دارا بودن بالاترین جمعیت در خاک و با قدرت کنترل ۸۶/۱ و ۷۲/۴۳ درصد سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی نهال‌ها گردیدند و می‌توانند برای پژوهش‌های باغی مورد توجه قرار گیرند.

کلید واژه‌ها: *Pistacia vera*، *Pseudomonas fluorescens*، *Meloidogyne incognita*، کنترل زیستی، فرمولاسیون

عنوان..... صفحه

چکیده فارسی..... خ

چکیده انگلیسی..... د

#### مقدمه

تاریخچه..... ۲

اهمیت اقتصادی و سطح زیر کشت..... ۲

تولید و صادرات پسته در ایران و جهان..... ۳

ارزش غذایی پسته..... ۴

گیاه‌شناسی پسته..... ۵

موقعیت بیماری‌های پسته در ایران و جهان..... ۶

مهمترین بیماری‌های نامادی پسته در ایران..... ۶

#### فصل اول

##### ۱ کلیات و مرور منابع

۱-۱- مشخصات عامل بیماری (*Meloidogyne spp.*)..... ۹

۱-۱-۱- بیولوژی..... ۹

۱-۱-۲- بیماری‌شناسی..... ۱۰

۱-۱-۳- علائم قسمت‌های هوایی..... ۱۱

۱-۱-۴- علائم قسمت‌های زیرزمینی..... ۱۱

۱-۲- آستانه خسارت اقتصادی..... ۱۱

۱-۳- پیشگیری و کنترل..... ۱۲

۱-۳-۱- تاریخچه و اهمیت کنترل بیولوژیک..... ۱۳

۱-۳-۱-۱- روابط بین میزبان و بیمارگر..... ۱۴

۱-۳-۱-۲- روابط بین میزبان و عامل بیوکنترل..... ۱۵

۱-۳-۱-۳- روابط بین بیمارگر و عامل بیوکنترل..... ۱۵

- ۱۵.....۱-۳-۱-۴- خاک‌های بازدارنده بیماری (Suppressive soil).....
- ۱۶.....۴-۱- روش‌های فعالیت عوامل بیوکنترل.....
- ۱۶.....۱-۴-۱- روش‌های فعالیت غیر مستقیم.....
- ۱۶.....۲-۴-۱- روش‌های فعالیت مستقیم.....
- ۱۶.....۵-۱- تولید انبوه عوامل بیوکنترل.....
- ۱۷.....۶-۱- نقش باکتری‌های سودوموناس در کنترل بیولوژیک.....
- ۱۸.....۱-۶-۱- نقش باکتری‌های سودوموناس در کنترل بیولوژیک نماتد ریشه‌گرهی.....
- ۲۳.....۲-۶-۱- کنترل بیولوژیک نماتد گره ریشه پسته با باکتری‌های آنتاگونیست.....

## فصل دوم

## مواد و روش‌ها

- ۲۷.....۱-۲- نمونه‌برداری.....
- ۲۷.....۱-۱-۲- نمونه‌برداری ماهانه از خاک باغ‌های پسته.....
- ۲۷.....۲-۱-۲- نحوه اندازه‌گیری دمای خاک و هوا طی یک سال.....
- ۲۷.....۲-۲- استخراج، رنگ‌آمیزی، شناسایی و ازدیاد نماتد مولد غده ریشه پسته.....
- ۲۷.....۱-۲-۲- استخراج لارو سن دوم نماتد.....
- ۲۷.....۲-۲-۲- استخراج تخم نماتد.....
- ۲۸.....۳-۲-۲- رنگ‌آمیزی نماتد در ریشه.....
- ۲۹.....۴-۲-۲- شناسایی نماتد مولد غده ریشه پسته.....
- ۲۹.....۵-۲-۲- ازدیاد نماتد.....
- ۲۹.....۳-۲- تهیه سوسپانسیون لارو و تخم نماتد مولد غده.....
- ۳۰.....۴-۲- تهیه استرین‌های آنتاگونیست باکتری *Pseudomonas fluorescens*.....
- ۳۱.....۱-۴-۲- نگهداری در آب مقطر سترون.....
- ۳۲.....۲-۴-۲- تهیه اینوکولوم از جدایه‌های آنتاگونیست.....

۳۳.....	۲-۵-آزمون‌های آزمایشگاهی.....
۳۳.....	۲-۵-۱- بررسی تأثیر استرین‌های سودوموناس فلورسنت روی لاروها در شرایط آزمایشگاه.....
۳۳.....	۲-۵-۲- آزمون‌های بیوشیمیایی.....
۳۳.....	۲-۵-۲-۱- آزمون پروتئاز.....
۳۳.....	۲-۵-۲-۲- آزمون سیانید هیدروژن.....
۳۴.....	۲-۵-۳- اندازه‌گیری میزان تولید سیدروفور به روش اسپکتروفتومتری.....
۳۴.....	۲-۵-۴- آزمون پراکسیداز و فنیل آلانین آمونیاک.....
۳۵.....	۲-۵-۴-۱- استخراج پروتئین از بافت ریشه.....
۳۵.....	۲-۵-۴-۲- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز.....
۳۵.....	۲-۵-۴-۳- ارزیابی میزان فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاک.....
۳۶.....	۲-۵-۴-۴- سنجش کل پروتئین به روش برادفورد.....
۳۶.....	۲-۵-۵- آنالیز آماری.....
۳۶.....	۲-۵-۳- اندازه‌گیری میزان پتاسیم خاک.....
۳۶.....	۲-۶- مطالعات گلخانه‌ای.....
۳۶.....	۲-۶-۱- تهیه فرمولاسیون باکتری.....
۳۷.....	۲-۶-۱- تعیین جمعیت از فرمولاسیون پودر استرین‌های منتخب طی ۱۲۰ روز.....
۳۷.....	۲-۶-۲- قالب آماری آزمایش گلخانه‌ای.....
۳۹.....	۲-۶-۳- نحوه اندازه‌گیری شاخص‌های رشد.....
۳۹.....	۲-۶-۴- نحوه اندازه‌گیری شاخص‌های بیماری.....

## فصل سوم

## ۳ نتایج و بحث

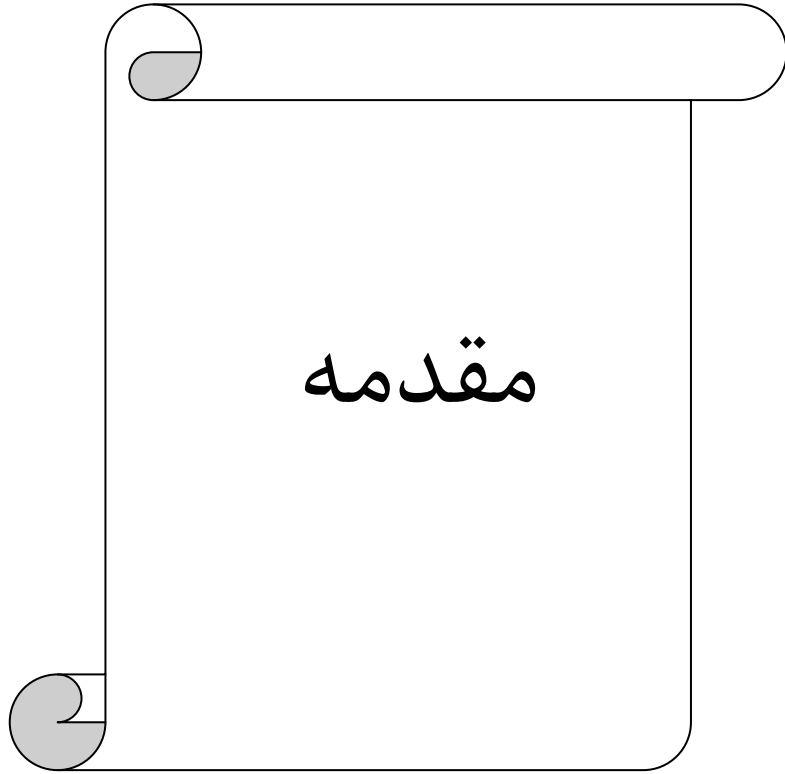
۴۱.....	۳-۱- نتایج حاصله از نمونه‌برداری و ارتباط آن با دمای خاک و هوا.....
۴۲.....	۳-۲- شناسایی گونه غالب نماتد مولد گره ریشه پسته.....



۴۳	۳-۳- غربالگری جدایه های باکتریایی در آزمایشگاه.....
۴۵	۳-۴- برخی از مکانیسم‌های بیوشیمیایی جدایه های <i>P. fluorescens</i> .....
۴۶	۳-۵- مطالعات گلخانه ای.....
۴۶	۳-۵-۱- تأثیر جدایه های باکتریایی بر فاکتورهای رشدی.....
۴۹	۳-۵-۲- بررسی تأثیر جدایه های آنتاگونیست در کاهش وقوع بیماری.....
۵۵	۳-۵-۳- تأثیر فرمولاسیون جدایه های باکتریایی بر تر بر فاکتورهای رشدی.....
۵۷	۳-۵-۴- تأثیر فرمولاسیون جدایه های باکتریایی بر تر در کاهش وقوع بیماری.....
۵۹	۳-۶- - تعیین جمعیت از فرمولاسیون پودر استرین‌های منتخب طی ۱۲۰ روز.....
۶۰	۷-۳- نتایج فعالیت آنزیم پراکسیداز و میزان پروتئین.....
۶۰	۸-۳- نتایج فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز.....
۶۲	۳-۹- ارزیابی تولید سیدروفور با استفاده از اسپکتوفتومتر.....
۶۲	۳-۱۰- بحث.....
۶۶	نتیجه گیری کلی.....
۶۷	پیشنهادات.....
۶۹	منابع.....
۸۳	ضمیمه.....

جدول الف- سطح زیر کشت پسته در کشور و استان کرمان.....	۳
جدول ب- میزان تولید پسته در جهان و ده کشور عمده تولیدکننده آن طی سالهای ۲۰۰۲ (واحد: تن).....	۴
جدول ج- ترکیبات غذایی موجود در یک صد گرم مغز پسته.....	۵
جدول ۱-۲- کد و منبع ایزوله‌های تعدادی از باکتری‌ها.....	۳۱
جدول ۲-۲- HCN سطح.....	۳۴
جدول ۳-۲- فرمولاسیون‌های استفاده‌شده در این پژوهش.....	۳۹
جدول ۱-۳- میزان مرگ و میر لاروهای سن دوم تحت تأثیر سودومونادهای فلورسنت در زمان‌های مشخص.....	۴۴
جدول ۲-۳- برخی خصوصیات بیوشیمیایی استرین‌های سودوموناس فلورسنت مورد آزمایش.....	۴۵
جدول ۳-۳- تأثیر باکتری‌های سودوموناس بر میزان بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی پسته در شرایط گلخانه.....	۵۱
جدول ۴-۳- تأثیر فرمولاسیون‌های مختلف باکتری‌های سودوموناس بر کاهش میزان بیماری‌زایی.....	۵۸
جدول ۱- تهیه بافر استخراج پروتئین از ریشه پسته.....	۸۲
جدول ۲- تهیه بافر آنزیم از پروتئین ریشه پسته.....	۸۲
جدول ۳- آزمون پراکسیداز.....	۸۲
جدول ۴- آزمون فنیل آلانین آمونیا لیاز (PAL).....	۸۲
جدول ۵- محیط کشت King's B.....	۸۲

- شکل ۱-۱- الف) تخم (ب) لارو سن دوم (ج) لارو سن سوم (د) نماتد ماده جدا شده از ریشه پسته در منطقه رفسنجان..... ۱۰
- شکل ۱-۲- الف) علائم خسارت نماتد ریشه گرهی روی درخت پسته در باغ. (ب) ریشه های آلوده به نماتد..... ۱۱
- شکل ۱-۲- الف) لاروهای تازه تفریخ شده. ب- نحوه تلقیح لارو سن دوم به گیاه. ج- نهال گوجه فرنگی پس از ۱۰ روز کاشت در خاک آلوده به نماتد..... ۳۰
- شکل ۲-۲- الف) جوانه زنی بذر پسته رقم بادامی ریز زرنند. ب- نهال ۸-۶ برگی پسته آماده تلقیح نماتد و باکتری..... ۳۸
- شکل ۱-۳- تغییرات دمای خاک ( عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتری) و هوا در ماه های مختلف سال و ارتباط آن با حضور لارو سن دوم..... ۴۲
- شکل ۲-۳- نمایی از prennial pattern نماتد ماده ریشه پسته..... ۴۳
- شکل ۳-۳- تقابل لاروهای نماتد با برخی استرین ها در شرایط آزمایشگاه (الف- کنترل ب- تیمار ج- تیمار)..... ۴۳
- شکل ۳-۴- تأثیر باکتری های سودوموناس بر رشد نهال های پسته آلوده به نماتد ریشه گرهی در شرایط گلخانه..... ۴۷
- شکل ۳-۵- نمایی از فعالیت سودوموناس های فلورسنت در خاک..... ۴۸
- شکل ۳-۶- مقایسه اندام هوایی تهال های پسته در تیمار با باکتری (الف) و شاهد مثبت (ب) و شاهد منفی (ج)..... ۴۹
- شکل ۳-۷- ریشه های نهال های پسته تلقیح شده توسط جدایه های مختلف در شرایط گلخانه..... ۵۲
- شکل ۳-۸- الف) نمودار تأثیر فرمولاسیون سودوموناس های فلورسنت بر فاکتورهای رشدی نهال ها..... ۵۶
- شکل ۳-۹- نمودار ماندگاری باکتری ها در فرمولاسیون..... ۵۹
- شکل ۳-۱۰- نمودار فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه پسته..... ۶۰
- شکل ۳-۱۱- نمودار فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در ریشه پسته..... ۶۱
- شکل ۳-۱۲- نمودار ارزیابی تولید سیدروفور با استفاده از اسپکتروفوتومتر..... ۶۲



## تاریخچه پسته

خاستگاه اولیه پسته به زمان هخامنشیان و نواحی خراسان نسبت داده شده است. پس از اسلام قم به عنوان مهمترین ناحیه پسته خیز ایران معرفی شده است. پیشینه تاریخی آن به نیمه اول قرن هجری می‌رسد و اولین نوشته‌ها درباره پسته دامغان، سمنان و قزوین به قرن هفتم و پسته‌کاری در کرمان به قرن ۱۲ نسبت داده شده است. هم‌اکنون پسته‌های ایرانی براساس پیشینه تاریخی، حمل و نقل و منطقه تولید، به نام همان محل نامگذاری شده‌اند نظیر پسته دامغانی، قزوینی، راوری، سبزواری، احمدآقایی، فندقی، اکبری و قمی. پسته یک میوه گرمسیری است. این محصول در سال ۱۷۳۷ میلادی توسط فردی به نام لینه از اسپانیا تحت نام علمی *Pistacia vera* از خانواده آناکاردیاسه (*Anacardiaceae*) نامگذاری شده است. پیدایش پسته در ایران به ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد. نام درخت این محصول هنگامی که به ایران وارد شد، در زبان پارسی «پیستاکو» بود و سپس به پسته تبدیل شده است. باغ‌های پسته در ایران از همان زمان پایه گرفته است. براساس اظهارات مهندس مژگان پورمقیم کارشناس مسئول بخش میوه‌ها و سبزی‌های آزمایشگاه کل کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت گیاهان خانواده پسته ۷۵ جنس و ۶۰۰ گونه هستند که ۹ گونه آن خوراکی هستند و در این میان از مهم‌ترین گونه‌های خوراکی آن در ایران می‌توان موارد زیر را ذکر کرد: *Pistacia vera* (پسته معمولی)، *Pistacia mutica* (پسته وحشی)، *Pistacia khinjuck* (بنه) [ابریشمی، ۱۳۷۳].

## اهمیت اقتصادی و سطح زیر کشت

براساس آمارهای به دست آمده در سال ۱۳۷۳ از میان کشورهای مختلف تولیدکننده پسته، تنها محصولات هفت کشور جنبه تجاری دارند و از کل ۴۰۰ هزار تن پسته تولیدی در جهان ایران با دارا بودن حدود ۵۷ درصد تولید در مقام اول، آمریکا با ۱۷ درصد مقام دوم و ترکیه با ۱۳ درصد در مقام سوم قرار دارد و کرمان با داشتن ۸۱/۴ درصد از کل سطح زیرکشت درختان بارور بزرگترین منطقه پسته‌کاری جهان است که ارقام مهم پسته‌های کرمان اوحدی، کله قوچی، فندقی، اکبری، سفیدپوسته، امیری، شستی و جندق هستند. قدیمی‌ترین اثری که از پسته در جهان به دست آمده، قطعه چوب نیم‌سوخته‌ای است مربوط به عصر حجر که در حدود هزار سال پیش در اطراف شهرستان فسا (استان فارس) پیدا شده و هم‌اکنون در موزه پارس نگهداری می‌شود. هرودوت مورخ مشهور یونانی نیز در نوشته‌های خود اشاراتی به کشت پسته ایران کرده است. بنابراین درخت پسته در ایران سابقه تاریخی دارد و گمان می‌رود که این محصول از چهار هزار سال پیش در ایران کشت می‌شده است [پناهی و همکاران، ۱۳۸۱].

جدول ۱ - سطح زیر کشت پسته در کشور و استان کرمان (هزار هکتار)

سال	۸۸-۸۹	۸۹-۹۰	۹۰-۹۱
کل کشور	۲۹۵/۴	۳۶۰	۵۸۴
کرمان	۲۳۶/۸	۲۷۰	۲۹۶
درصد	۸۰/۱	۷۷	۶۷/۸

• انجمن پسته ایران ۱۳۹۱

کلمه لاتین *Pistacia* از اسم آن در زبان فارسی Piste یا Pest مشتق شده است. محمد بن جریر طبری (قرن سوم ه. ق) مبدأ پیدایش پسته را همزمان با استقرار حضرت آدم (ع) در کره زمین دانسته و نوشته است گویند میوه‌هایی که خداوند عز و جل هنگام حبوط به آدم داد سی جور بوده که پسته یکی از آنها بوده است. قدمت پسته‌کاری در مناطق رفسنجان، کرمان، سیرجان، یزد، اصفهان و زرنند بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ سال بوده و سابقه شهر بابک، زاهدان، سراوان، درگز، ورامین، آباد و داراب در کشت پسته کمتر از ۱۰۰ سال می‌باشد. در حال حاضر استان کرمان و منطقه رفسنجان به عنوان مهمترین منطقه پسته‌کاری ایران و جهان محسوب می‌شود. در حال حاضر بیش از ۳۵۰ هزار هکتار باغات پسته بارور و غیربارور در کشور وجود دارد که حدود ۲۹۶ هزار هکتار از آن در استان کرمان می‌باشد [انجمن پسته ایران، ۱۳۹۱]. پسته به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا می‌باشد. این محصول بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد. در شرایط کنونی حدود ۵۵ درصد از تولید و بیش از ۶۰ درصد از صادرات جهانی پسته در اختیار کشور ایران بوده (جدول ۱) و درآمد ارزی حاصل از صادرات پسته بیش از ۴۰۰ میلیون دلار می‌باشد [FAO, 2011].

### تولید و صادرات پسته در ایران و جهان

براساس آمار منتشر شده از سازمان خواروبار و کشاورزی، تولید پسته در جهان در سال‌های اخیر افزایش قابل توجهی داشته است. از میان کشورهای تولیدکننده پسته، ایران، ایالات متحده آمریکا، ترکیه، سوریه، یونان و ایتالیا به ترتیب عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده پسته به‌شمار می‌روند [بی‌نام، ۱۳۸۹]. هم از نظر صادرات و هم از نظر اقتصادی، پسته اهمیت زیادی دارد و بعد از نفت و فرش، سومین محصول صادراتی کشور است. در سال ۱۳۸۳ بیش از ۵۰ درصد پسته تولیدی صادر شد [بی‌نام، ۱۳۸۹] و براساس گزارش پناهی و همکاران [۱۳۸۲]، درآمد ارزی حاصل از صادرات پسته بیش از ۴۰۰ میلیون دلار بوده است. سطح زیر کشت پسته‌ی کشور در سال ۱۳۸۷ حدود ۴۳۱ هزار هکتار بوده که ۸۸ درصد آن درختان بارور و ۱۲ درصد باقی‌مانده، نهال بوده است. استان کرمان با ۷۳/۶ درصد سطح بارور پسته کشور مقام اول را دارا است و دو استان یزد و خراسان

رضوی به ترتیب با ۸/۴ و ۶/۱ درصد مقام‌های دوم و سوم سطح بارور را به خود اختصاص داده‌اند. سه استان مزبور جمعاً " ۸۸/۱ درصد سطح بارور پسته کشور و سایر استان‌ها ۱۱/۹ درصد سهم در سطح بارور این محصول را داشته‌اند. میزان تولید پسته‌ی کشور حدود ۱۹۲ هزار تن می‌باشد استان کرمان با ۶۴ درصد تولید پسته‌ی کشور در جایگاه نخست قرار گرفته است [آمارنامه، ۱۳۹۰]. در حال حاضر، ایران یکی از قدیمی‌ترین و بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده و صادرکننده پسته در دنیا می‌باشد [شیبانی و همکاران، ۱۳۷۴].

جدول ۲- میزان تولید پسته در جهان و ده کشور عمده تولیدکننده آن طی سال‌های ۲۰۰۲ (واحد: تن)

کشور	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
جهان	۴۵۹/۲۶۲	۵۶۶/۲۳۸	۲۹۳/۶۸۷	۵۸۱/۹۷۴
ایران	۲۹۰/۰۱۷	۳۰۳/۹۵۷	۱۱۲/۴۳۲	۲۸۰/۰۰۰
یونان	۶/۰۰۰	۶/۵۰۰	۷/۵۰۰	۸/۵۰۰
ایتالیا	۲/۶۴۹	۲/۷۶۸	۱/۷۶۲	۱/۸۸۷
آمریکا	۵۵/۷۹۰	۱۱۰/۲۲۰	۷۳/۰۳۰	۱۳۷/۴۴۰
سوریه	۳۰/۱۳۳	۳۹/۹۲۳	۳۷/۴۳۶	۵۲/۸۴۰
ترکیه	۴۰/۰۰۰	۷۵/۰۰۰	۳۰/۰۰۰	۳۵/۰۰۰
پاکستان	۱۹۴	۲۰۹	۱۹۶	۲۰۰
سهم ایران در جهان	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۶

### ارزش غذایی پسته

دانش امروز، مزایای پسته را از پاره‌ای جهات بر بسیاری از خوراکی‌های مقوی و مغذی از جمله خاویار، میگو، گوشت قرمز و سفید و غیره به اثبات رسانیده است. گذشته از داشتن مزایای تغذیه‌ای بالا، پسته از خشکبارهای معروف دنیاست که با طعم مخصوص به خود یکی از ترکیبات غذایی و خوراکی مهم محسوب می‌شود. مغز پسته به عنوان یکی از خوراکی‌های مطبوع و نیروبخش از زمان‌های دور مورد استفاده انسان قرار گرفته و بعدها در ترکیب خوراکی‌هایی مانند انواع شکلات، بستنی، کیک، شیرینی و غیره وارد شده است. امروزه پسته به عنوان یک آجیل مطبوع و خوشمزه جزء فرهنگ مصرفی بسیاری از ملل قرار گرفته است. از پسته به عنوان آجیلی خون ساز یاد شده است [ابریشمی، ۱۳۷۳]. به علاوه پسته مقدار فراوانی آهن قابل جذب در خون دارد و نیز در تقویت حافظه مؤثر است. مغز پسته دارای ۲۰ درصد پروتئین خالص و بیش از ۵۰ درصد روغن

مایع است. ویتامین‌ها و میزان کارتنوئید و املاح معدنی پسته نیز قابل توجه است ارزش غذایی و عناصر معدنی تشکیل دهنده مغز پسته در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳ - ترکیبات غذایی موجود در یک صد گرم مغز پسته

مقدار	نوع ماده	مقدار	نوع ماده
۵۰۸ میلی گرم	فسفر	۶/۱ گرم	آب
۱۴۰ میلی گرم	کلسیم	۱۴ میلی گرم	آهن
۱۵/۵ گرم	مواد قندی	۶۳۷ کالری	انرژی
۱/۵ میلی گرم	نیاسین	۲۰ گرم	پروتئین
۸ واحد بین المللی	ویتامین A	۵۳/۵ گرم	چربی
۰/۸ میلی گرم	ویتامین B1	۲/۷ گرم	خاکستر
۰/۲۴ میلی گرم	ویتامین B2	۱/۹ گرم	فیبر

### گیاه‌شناسی پسته

درخت پسته اهلی (*Pistacia vera* L.) متعلق به راسته سداب (Rutales) و تیره سماق (Anacardiaceae) می‌باشد که گیاهان این تیره به صورت درخت و درختچه هستند. جنس‌های مهم تیره پسته شامل سماق (*Rhus*)، پسته (*Pistacia*)، گل پر (*Cotinus*)، انبه (*Mangifera*) و بادام هندی (*Anacardium*) می‌باشند [ابریشمی، ۱۳۷۳؛ پناهی و همکاران، ۱۳۸۱]. جنس پسته (*Pistacia*) در سال ۱۷۵۳ میلادی توسط لینه نامگذاری شد. این جنس دارای ۱۱ گونه است که همه دارای ترشحات تربانتین یا سقز هستند.

تاکنون در باغ کلکسیون ارقام وابسته به مؤسسه تحقیقات پسته رفسنجان ۶۰ رقم جمع آوری شده است. از مشهورترین این ارقام می‌توان به بادامی زرد، کله‌قوچی، احمدآقایی، اکبری و ممتاز اشاره کرد که غالباً در استان کرمان کشت می‌شوند و بین این ارقام بادامی زرد بالاترین سطح کشت را به خود اختصاص داده است [شیبانی و همکاران، ۱۳۷۴].

گونه‌های مختلف جنس پسته که به عنوان پایه در باغ‌های پسته استفاده شده عموماً درختان وحشی و خودرو هستند و اغلب در مقابل خشکی مقاومند. به گونه پسته معمولی پسته اهلی نیز گفته می‌شود [ابریشمی، ۱۳۷۳؛ پناهی و همکاران، ۱۳۸۱]. ارقام مختلف پسته زمان‌های رسیدن متفاوتی دارند و به انواع زودرس و دیررس تقسیم می‌شوند که انواع زودرس اواخر مرداد و دیررس در اوایل مهر می‌رسند. درخت پسته برخلاف درختان بادام و گردو جزو درختان دوپایه است و نر و ماده آن از یکدیگر جدا است. پسته از میوه‌هایی است که یک سال پرمحصول و سال بعد دارای محصول کمتر است.



### موقعیت بیماری‌های پسته در ایران و جهان

تاکنون بیش از ۳۰ بیماری در دنیا از روی پسته گزارش شده است که از میان آن‌ها بیماری‌های خاکزاد از مهمترین بیماری‌های پسته در دنیا می‌باشند. بیماری گموز که توسط گونه‌های قارچ فیتوفترا ایجاد می‌شود در ایران و در برخی از نقاط دنیا دارای اهمیت اقتصادی است [Ogawa & English, 1991].

پژمردگی وریتسلیمی به عنوان یک عامل جدی تهدیدکننده در باغات پسته کالیفرنیا مطرح است و تاکنون چندین هزار درخت در اثر این بیماری از بین رفته‌اند [Haghdel, 2005]، از سایر بیماری‌ها بلایت حاصل از قارچ بوتریتیس و پوسیدگی طوقه آرمیلاریایی را می‌توان نام برد. ماسوی پسته و آلودگی به آفلاتوکسین از دیگر بیماری‌های مهم در کشورمان هستند [مجتهدی، ۱۳۶۲]. در بررسی بیماری‌های پسته، نماتدهای مولد غده ریشه در بعضی باغات عامل محدودکننده کشت و توسعه پسته محسوب می‌شوند [Haghdel, 2005].

### مهم‌ترین بیماری‌های نماتدی پسته در ایران

از بیماری‌های مهم دیگر پسته که یک مرگ خاموش برای گیاه است و باعث کاهش کمی و کیفی محصول و یک مشکل جدی در کشور محسوب می‌شود، نماتد گره حاصل از گونه‌های *Meloidogyne spp.* می‌باشد که در ادامه بیشتر به آن پرداخته می‌شود.

طبق گزارش فریور مهین [۱۳۶۵]، وجود نماتد مولد غده در باغات پسته رفسنجان، به وسیله صامت [۱۳۴۵] مشخص شده است. پس از آن خیری و باروتی [۱۳۶۳] وجود نماتد غده را در خاک اطراف ریشه درختان پسته رفسنجان گزارش داده‌اند. اخیانی و همکاران [۱۳۶۳] گونه *Meloidogyne incognita* را از رفسنجان و گونه *Meloidogyne javanica* را از اردکان و هر دو گونه را از ریشه پسته‌های استان یزد گزارش داده‌اند. کارگر [۱۳۶۸] و حسینی پور حمید آبادی [۱۳۷۰] ضمن گزارش از وجود دو گونه نماتد مولد گره وجود گونه‌های دیگر نماتد را مشخص کرده‌اند.

*Aphelenchus arenae*, *Irantylenchus clavidorus*, *Baleodorus thylactus*, *Merlinius brevidens*,  
*Macroposthonia xenoplax*, *Scutylenchus rugosus*, *Pratylenchus nainiaus*, *Pratylanchus neglectus*,  
*Tylenchorynchus brassica*, *Bleodorus thyloctus*, *Filenchus afghanicus*, *Aphelenchus mutabile*,  
*Irantylenchus clavidorus*, *Criconema mutabile*, *Helicotylenchus digonicus*, *Coslenchus rhombus*,  
*Merlinius rogosus*, *Discobasilia pistaciae*, *Pratylenchus thornei*, *Criconemella antipolitana*,  
*Helicotylenchus bambesae*.

آن‌ها متذکر می‌شوند، نماتدهای فوق به عنوان مسأله جدی در باغات مطرح نیستند.

به‌طور کلی نماتدهای *Rotylenchus* و *Heterodera Merlinius Xiphinema Pratylenchus Meloidogyne* در گیاه پسته دارای اهمیت بوده که در بین آن‌ها نماتدهای مولد غده (ریشه گرهی) از همه مهم‌تر می‌باشد [Westerdahl and Mckenry, 2002]. این بیماری توسط گونه‌های مختلف *Meloidogyne spp.* ایجاد می‌شود. با توجه به بررسی‌هایی که در ارتباط با ایجاد اختلال در رشد پسته در اثر آلودگی به نماتد گره (*Meloidogyne javanica*) در خراسان رضوی انجام شده، نتایج نشان داده شده است که با افزایش گال و توده تخم شاخص‌های رشدی گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافته و میزان نکروز برگ بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و در ارتباط با میزان کلروفیل و عملکرد میوه در رقم بادامی ریز به طور معنی‌داری میزان تولید میوه کاهش یافت اندام‌های مختلف گیاه جمع آوری و مقدار هر یک از عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در آنها اندازه‌گیری شد، بر اساس نتایج، نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne javanica*) باعث تجمع عناصر غذایی مثل پتاسیم و روی در ریشه و کاهش این عناصر غذایی در شاخه و برگ می‌شود. به خصوص در مورد پتاسیم، که باعث می‌شود گیاه علائم کمبود پتاسیم و حاشیه سوختگی برگ‌ها را نشان دهد. عناصر نیتروژن، فسفر، منیزیم و آهن در شاخه، برگ و ریشه چندان تحت تأثیر قرار نگرفته و میزان کلسیم در اندام‌های درختان آلوده در مقایسه با درختان سالم کمتر بود [Fazeli salmani et al., 2010; فاضلی سلمانی و همکاران، ۱۳۹۱].

تجمع مواد غذایی در ریشه‌های گیاهان آلوده به وسیله عواملی همچون افزایش جذب توسط ریشه، تخریب انتقال به شاخ و برگ، حرکت مواد غذایی از شاخه‌ها به ریشه‌ها ایجاد می‌گردد [Bergeson, 1966]. [Carneiro et al. 2002] نیز تولید ریشه‌های ثانویه جدید (افزایش سطح جذب)، انسداد آوندهای چوبی و عمل نماتدها به عنوان یک حفره غذایی را به عنوان دلایلی برای تجمع مواد غذایی در ریشه‌ها بیان نمودند.

# فصل اول



## کلیات و مرور منابع

۱-۱-۱- مشخصات عامل بیماری (*Meloidogyne spp.*)

بر اساس تحقیقات و بررسی‌های جامع انجام‌شده تحت پوشش و همکاری پروژه بین‌المللی نماتد مولد غده ریشه و پروژه تحقیقات کنترل نماتد در کشورهای توسعه یافته و ۷۰ کشور در حال توسعه، به منظور برآورد خسارت نماتد در محصولات مختلف، میزان خسارت سالیانه مشخص شده است. بر این اساس، مجموع ارزش مادی خسارت در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه معادل ۷۷ میلیون دلار و در کل جهان صد بلیون دلار می‌باشد. در رابطه با پسته، با توجه به پراکنش گسترده نماتد مولد غده ریشه در باغات پسته کاری کشور و بر اساس گزارشات متعدد در این زمینه، زیان حاصله از این بیماری روی محصول محرز می‌باشد، به طوری که اگر حداقل خسارت این بیماری را در پسته، معادل ۱۲/۳ درصد یعنی چیزی در حد متوسط خسارت نماتد پارازیت‌های گیاهی در سطح جهانی به حساب آوریم، مجموع خسارت ارزی در پسته معادل ۱/۵۸۴/۰۰۰ دلار در سال یعنی رقمی بالغ بر ۳۰ میلیارد ریال در کشور خواهد بود [مدنی، ۱۳۷۴].

## ۱-۱-۱-۱- بیولوژی

گونه‌های نماتد مولد غده پارازیت داخلی اجباری بوده و تولید مثل پارتنوژنری در خیلی از گونه‌ها به صورت یک اصل می‌باشد، ولی در سایر گونه‌ها وجود دو جنس ضروری است، ماده تخم‌های خود را در یک کیسه ژلاتینی قرار می‌دهد. در اکثر موارد از هر گال تشکیل یافته یک کیسه تخم بیرون زده است، کیسه‌های تخم تازه تشکیل یافته بی‌رنگ بوده و با گذشت زمان قهوه ای می‌شوند. تخم حاوی یک زیگوت تک‌سلولی است که پس از مراحل توسعه به لارو تبدیل می‌شود، لارو پس از یک بار تعویض جلد داخل تخم تحت شرایط مطلوب حرارتی و رطوبتی تفریح شده و داخل خاک به طرف ریشه حرکت می‌کند، نفوذ آن‌ها از ناحیه طویل شدن ریشه صورت می‌گیرد و پس از ورود به صورت بین‌سلولی حرکت کرده و در یک محل ساکن می‌شوند و به محض تغذیه از سلول‌ها باعث تغییر شکل و بد فرمی آن‌ها می‌شوند. پس از آن لاروها کمی متورم شده و سریعاً پوست اندازی دوم و سوم خود را بدون تغذیه، انجام می‌دهند و به نماتدهای نر یا ماده تبدیل می‌شوند. نرهای بالغ در مرحله چهارم پوست اندازی، بلند و کشیده شده و از ریشه خارج می‌شوند. ماده‌های بالغ هم در قسمت دریافت تغذیه ای در درون منطقه دایره محیطیه باقی مانده و قسمت عقبی بدن آن‌ها در سطح ریشه قرار می‌گیرد و به تولید تخم مبادرت می‌کنند که گاهی تا ۱۰۰۰ عدد تخم می‌رسد. طول دوره زندگی نماتد مولد غده بسته به نوع میزبان و حرارت محیط متفاوت است و ممکن است از ۲ هفته تا چند ماه باشد. نسبت جنسی نیز بر اثر شرایط محیطی فرق خواهد کرد [Perry et al., 2010 & Agrios, 2005].