بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی گیاهپزشکی گرایش بیماری‌شناسی گیاهی

بررسی عکس‌العمل تعدادی از پایه‌ها و ارقام بادام به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica*

استاد راهنما:

دکتر علی‌اکبر فدایی تهرانی

استادان مشاور:

دکتر وحید روحی

دکتر سید حبیب‌الله نوربخش

پژوهشگر:

مهسا صحرانشین سامانی

مهرماه ۱۳۹۲

دانشکده کشاورزی

گروه گیاهپزشکی

پایان‌نامه خانم مهسا صحرانشین سامانی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی-گیاهپزشکی گرایش بیماری‌شناسی گیاهی با عنوان: بررسی عکس‌العمل تعدادی از پایه‌ها و ارقام بادام به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۲۰ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۸ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. **استاد راهنمای پایان نامه**

دکتر علی‌اکبر فدایی تهرانی (استادیار) .....

۲. **استادان مشاور پایان نامه**

دکتر سید حبیب‌الله نوربخش (استادیار) .....

دکتر وحید روحی (استادیار) .....

۳. **استادان داور پایان نامه**

دکتر مجید اولیاء (استادیار) .....

دکتر عبدالحسین جمالی (استادیار) .....

دکتر سید حسن طباطبائی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه شهرکرد است

تقدیم به همسرم

که با مهربانی هایش مفهوم بی دریغ رفاقت است

تقدیم به:

پدرم به استواری کوه و حامی تمام زندگیم

مادرم به زلالی چشمه و آموزگار الفبای زندگیم

خواهرانم به طراوت باران و شادی بخش لحظات زندگیم

و برادر مهربانم به صفای نسیم

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

چکیده

نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) از مهمترین نماتدهای انگل گیاهی هستند که به طیف وسیعی از گیاهان از جمله درختان بادام خسارت وارد می‌سازند. با توجه به کارایی پایین اغلب روش‌های کنترل و یا خطرات زیست محیطی ناشی از استفاده از سموم شیمیایی، شناسایی و استفاده از پایه‌های مقاوم به بیماری، بعنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی، بویژه در مورد درختان میوه پیوندی، مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. از طرف دیگر تأثیرپذیری عکس‌العمل گیاهان پیوندی نسبت به عوامل بیماری‌زا، از برهمکنش پایه و پیوندک به اثبات رسیده است. در این تحقیق به منظور بررسی عکس‌العمل ارقام و پایه‌های مختلف بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* از پایه‌های GF677، GN15، هلو، هیبرید هلو × بادام شورابی۱ و هیبرید هلو × بادام شورابی۲ و ارقام پیوندی سفید و مامایی استفاده شد. آزمایش در دو بخش جداگانه و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط گلخانه انجام شد. در آزمایش اول به منظور بررسی واکنش ارقام پیوندی (سفید و مامایی) روی پایه‌های مختلف (GF677، GN15، هلو و هیبرید هلو × بادام شورابی۱) به نماتد مذکور، مایه‌زنی با نماتد قبل از انجام پیوند صورت گرفت. در آزمایش دوم، مایه‌زنی با نماتد، بعد از پیوند ارقام روی پایه‌های مختلف (GF677، GN15، هیبرید هلو × بادام شورابی۱و هیبرید هلو × بادام شورابی۲) انجام شد و تأثیر برهمکنش بین پایه و پیوندک بر واکنش گیاه نسبت به نماتد مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی نتایج سه ماه پس از مایه‌زنی و با استفاده از شاخص‌های رشدی گیاهان پیوندی و شاخص‌های رشد و نموی نماتد صورت گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS و MSTATC تجزیه و تحلیل گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نتایج حاصل نشان داد که به جز GN15، سایر پایه‌های مورد بررسی به نماتد حساس می‌باشند. نماتد کاهش معنی‌داری در شاخص‌های رشدی پیوندک روی پایه GN15 ایجاد نکرد. مقایسه شاخص‌های رشدی دو رقم پیوندی روی پایه‌های مختلف نشان‌دهنده تأثیر مثبت خصوصیات مطلوب رشدی رقم پیوندی مامایی روی تحمل نسبی برخی از پایه‌های مورد آزمایش از جمله هیبرید محلی هلو × بادام شورابی بود. نتایج آزمایش دوم نیز تأیید کننده این مطلب بود. در بین پایه‌های حساس به حمله نماتد (GF677، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۱ و ۲)، رشد پیوندک روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۲ نسبت به دو پایه دیگر بیشتر بود به نحوی که بعضی از شاخص‌های رشدی مشابه پایه غیرحساس GN15 بود. اثر متقابل بین پیوندک پررشد مامایی و پایه‌های قوی هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۱و ۲ باعث تحمل خسارت ناشی از حمله نماتد شد. نتایج این بررسی نشان دهنده توانایی تحمل هیبریدهای بادام × هلو و مقاومت GN15 به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* بود.

کلمات کلیدی: بادام، سفید، مامایی، تحمل، نماتد ریشه‌گرهی، *Meloidogyne javanica*.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول- مقدمه ۸

۱-۱کلیات و اهداف تحقیق ۸

فصل دوم- بررسی منابع ۱۰

۲-۱ بادام ۱۰

۲-۱-۱ گیاهشناسی بادام ۱۰

۲-۱-۲ ترکیبات بادام و موارد استفاده آنها ۱۱

۲-۱-۳ پرورش، اصلاح و تکثیر بادام ۱۲

۲-۱-۴ اهمیت بادام ۱۳

۲-۱-۵ وضعیت جهانی تولید بادام ۱۳

۲-۱-۶ تولید بادام درایران ۱۳

۲-۱-۷ تنش‌های مؤثر بر رشد و عملکرد بادام ۱۴

۲-۲ نماتد ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) و اهمیت آن ۱۵

۲-۲-۱ تاریخچه جنس *Meloidogyne* spp. در جهان و ایران ۱۵

۲-۲-۲ جایگاه تاکسونومیکی جنس *Meloidogyne* spp. ۱۶

۲-۲-۳مورفولوژی جنس *Meloidogyne* spp. ۱۶

۲-۲-۳-۱ مشخصات نماتد ماده بالغ ۱۶

۲-۲-۳-۲ مشخصات نماتد نر ۱۷

۲-۲-۳-۳مشخصات لاروها ۱۷

۲-۲-۳-۴ مشخصات تخم ۱۷

۲-۲-۴ گونه‌های مهم جنس *Meloidogyne* spp. ۱۸

۲-۲-۴-۱ *Meloidogyn javanica* (Treub 1885) Chitwood ۱۹

۲-۲-۵ بیواکولوژی نماتد ریشه‌گرهی ۱۹

۲-۲-۶ چرخه زندگی نماتد ریشه‌گرهی ۲۱

۲-۲-۷ بیماری‌زایی نماتد ریشه‌گرهی ۲۳

عنوان صفحه

۲-۲-۸ علائم خسارت نماتد ریشه‌گرهی ۲۴
۲-۲-۸-۱ علائم روی اندام‌های هوایی گیاهان ۲۴
۲-۲-۸-۲ علائم روی اندام‌های زیرزمینی گیاهان ۲۵
۲-۲-۹ برهمکنش نماتد ریشه‌گرهی با سایر عوامل بیماری‌زای گیاهی ۲۵
۲-۲-۱۰ شناسایی نماتد ریشه‌گرهی ۲۶
۲-۲-۱۰-۱ شناسایی بر اساس خصوصیات ریختی ۲۶
۲-۲-۱۰-۲ آزمون میزبان‌های افتراقی ۲۶
۲-۲-۱۰-۳ شناسایی براساس شکل گال ۲۷
۲-۲-۱۰-۴ شناسایی مولکولی ۲۸
۲-۲-۱۰-۵ شناسایی بیوشیمیایی ۲۸
۲-۲-۱۱ مدیریت و کنترل نماتد ریشه‌گرهی ۲۸
۲-۳ اهمیت و تعریف مقاومت ۲۹
۲-۳-۱ واژه‌های مورد استفاده برای توصیف پاسخ‌های گیاهی ۲۹
۲-۳-۲ انواع مقاومت ۳۰
۲-۳-۳ ژنتیک مقاومت ۳۱
۲-۳-۴ مکانیسم مقاومت به نماتد ریشه‌گرهی ۳۲
۲-۳-۴-۱ مقاومت قبل از آلودگی ۳۲
۲-۳-۴-۲ مقاومت بعد از آلودگی ۳۲
۲-۳-۵ مفهوم مقاومت القایی ۳۳
۲-۳-۶ مقاومت اکتسابی سیستمیک ۳۴
۲-۳-۷ مکانیسم مقاومت القایی سیستمیک ۳۴
۲-۳-۸ فاکتورهای محیطی و میزبانی موثر در بروز مقاومت ۳۵
۲-۳-۹ ارزیابی گیاهان برای مقاومت به نماتد ریشه‌گرهی ۳۶
۲-۴ شناسایی و بکارگیری پایه‌های مقاوم به نماتد ریشه‌گرهی در بادام ۳۶

عنوان صفحه

فصل سوم- مواد و روش اجرا ۳۸

۳-۱ تهیه و آماده‌سازی مواد گیاهی ۳۸

۳-۱-۱ تهیه پایه‌های مختلف ۳۸

۳-۱-۲ تهیه پیوندک ارقام سفید و مامایی ۳۹

۳-۲ شناسایی و تهیه مایه تلقیح نماتد ریشه‌گرهی از ریشه‌های آلوده بادام ۳۹

۳-۲-۱ جمع‌آوری نمونه و جداسازی نماتد ۳۹

۳-۲-۲ تکثیر و تهیه جمعیت خالص ۴۰

۳-۲-۳ تعیین گونه نماتد ۴۱

۳-۲-۳-۱ ماده بالغ ۴۱

۳-۲-۳-۲ لارو سن دوم (J_2) ۴۱

۳-۳ ارزیابی عکس‌العمل پیوند ارقام سفید و مامایی روی پایه‌های مختلف نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۴۲

۳-۳-۱ پیوند و مایه‌زنی با نماتد ۴۲

۳-۳-۲ ارزیابی نتایج ۴۳

۳-۳-۲-۱ شاخص‌های رشدی گیاه ۴۳

۳-۳-۲-۲ شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد ۴۳

۳-۴ بررسی برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۴۴

فصل چهارم- نتایج و بحث ۴۵

۴-۱ شناسایی گونه نماتد ریشه‌گرهی ۴۵

۴-۱-۱ مشخصات ماده‌ی بالغ ۴۵

۴-۱-۲ مشخصات لارو سن دوم (J_2) ۴۶

۴-۲ عکس‌العمل پیوند ارقام سفید و مامایی روی پایه‌های مختلف نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۴۷

۴-۲-۱ شاخص‌های رشدی گیاه ۴۷

۴-۲-۱-۱ پیوندک ۴۷

۴-۲-۱-۲ ریشه ۵۳

عنوان صفحه

۴-۲-۲ شاخص‌های رشد و نموی نماتد ۵۶

۴-۳ بررسی برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۶۱

۴-۳ -۱ شاخص‌های رشدی گیاه ۶۱

۴-۳-۱-۱ پیوندک ۶۱

۴-۳-۱-۲ ریشه ۶۵

۴-۳-۲ شاخص‌های رشد و نموی نماتد ۶۸

۴-۴ نتیجه گیری ۷۳

۴-۵ پیشنهادات ۷۴

منابع ۷۵

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۲-۱ نماتد ماده، نر و لارو سن دوم *Meloidogyne* spp. ۱۸

شکل ۲-۲ *Meloidogyne javanica* ۲۰

شکل ۲-۳ سلول‌های غول‌آسا ۲۲

شکل ۲-۴ چرخه زندگی نماتد ریشه‌گرهی ۲۳

شکل ۳-۱ کشت و نگهداری پایه‌ها در محیط گلخانه ۳۹

شکل ۳-۲ ریشه‌ی بادام آلوده به نماتد ریشه‌گرهی ۴۰

شکل ۳-۳ گیاهان گوجه‌فرنگی تلقیح شده با نماتد ریشه‌گرهی ۴۰

شکل ۳-۴ پیوند به روش سپری (پیوند T) ۴۲

شکل ۳-۵ قطع پایه‌ها از محل بالای پیوندک ۴۳

شکل ۴-۱ شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتد ماده *M. javanica* ۴۶

شکل ۴-۲ اثر نماتد روی رشد پیوندک ارقام مختلف روی پایه هلو ۵۰

شکل ۴-۳ اثر نماتد ریشه‌گرهی روی رشد پیوندک ارقام مختلف روی پایه هیبرید هلو × بادام شورابی۱ ۵۰

شکل ۴-۴ اثر نماتد روی کاهش طول ریشه پایه هلو (پیوندک مامایی) ۵۳

شکل ۴-۵ تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر طول ریشه و پیوندک روی پایه‌های مختلف ۵۴

شکل ۴-۶ تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر وزن تر و خشک ریشه و پیوندک روی پایه‌های مختلف ۵۵

شکل ۴-۷ اثر پیوندک روی تعداد گال پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۱ ۵۸

شکل ۴-۸ مقایسه تأثیر پیوند ارقام سفید و مامایی در تعداد گال روی پایه‌های مختلف ۵۹

شکل ۴-۹ مقایسه تأثیر پیوند ارقام سفید و مامایی در تعداد کیسه تخم روی پایه‌های مختلف ۵۹

شکل ۴-۱۰ مقایسه تأثیر پیوند ارقام سفید و مامایی در تعداد تخم روی پایه‌های مختلف ۶۰

شکل ۴-۱۱ مقایسه تأثیر پیوند ارقام سفید و مامایی در تعداد لارو سن دوم روی پایه‌های مختلف ۶۰

عنوان صفحه

شکل ۴-۱۲ تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر طول ریشه و پیوندک در برهمکنش انواع پایه و پیوندک ۶۶

شکل ۴-۱۳ تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر وزن تر و خشک ریشه در برهمکنش انواع پایه و پیوندک ۶۷

شکل ۴-۱۴ افزایش تعداد گال پیوندک سفید نسبت به مامایی در برهمکنش با پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۲ ۷۰

شکل ۴-۱۵ مقایسه تعداد گال در برهمکنش انواع پایه و پیوندک ۷۱

شکل ۴-۱۶ مقایسه تعداد کیسه تخم در برهمکنش انواع پایه وپیوندک ۷۱

شکل ۴-۱۷ مقایسه تعداد تخم در برهمکنش انواع پایه وپیوندک ۷۲

شکل ۴-۱۸ مقایسه تعداد لارو در برهمکنش انواع پایه و پیوندک ۷۲

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۴-۱ تجزیه واریانس تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر شاخص‌های رشدی ارقام سفید و مامایی پیوندی روی پایه‌های مختلف ۵۱

جدول ۴-۲ مقایسه میانگین تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر شاخص‌های رشدی ارقام سفید و مامایی پیوندی روی پایه‌های مختلف ۵۲

جدول ۴-۳ تجزیه واریانس شاخص‌های رشد و نموی نماتد *M. javanica* روی پایه‌های مختلف ۵۷

جدول ۴-۴ مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و نموی نماتد *M. javanica* روی پایه‌های مختلف ۵۷

جدول ۴-۵ تجزیه واریانس برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۶۳

جدول ۴-۶ مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی گیاه در برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* ۶۴

جدول ۴-۷ تجزیه واریانس شاخص‌های رشد و نموی نماتد *M. javanica* در برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام ۶۹

جدول ۴-۸ مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و نموی نماتد *M. javanica* در برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام ۶۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات و اهداف تحقیق

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb گیاهی به شکل درخت یا درختچه‌ای (رندل، ۱۹۷۹) و بومی آسیای غربی، کرانه جنوبی دریای مدیترانه می‌باشد (شمس الدینی،۱۳۹۰). بادام به دلیل تحمل درجه حرارت‌های بالا، کم آبی و خشکی هوا در فصل تابستان به عنوان یک گیاه مطلوب و با ارزش برای نواحی گرم و خشک شناخته شده است که علاوه بر رشد مطلوب در خاک‌های آهکی، در زمین‌های فقیر (ولی قابل نفوذ) نیز محصول قابل توجهی تولید می‌کند (به نقل از سرخه، ۱۳۸۴). همچنین تنوع زیاد گونه-های بادام و سازگاری آن با شرایط اقلیمی متفاوت، امکان استفاده از آن در تمامی عرصه‌های کشاورزی را فراهم نموده است (به نقل از محسنی، ۱۳۹۰). بیشترین مصرف بادام به صورت آجیل می‌باشد و روغن بادام نیز جهت مصارف دارویی، آرایشی و شیرینی‌پزی به کار می‌رود (تهرانی فر و همکاران، ۱۳۷۷). در حال حاضر حدود ۱/۵ میلیون تن بادام در جهان تولید می شود و ایران با تولید سالانه حدود ۲۳۸ هزار تن، مقام سوم جهان بعد از آمریکا و اسپانیا را دارا می‌باشد (آمار نامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). چهارمحال و بختیاری با دارا بودن امکانات و شرایط زیستی مناسب از جمله آب کافی، اقلیم مناسب و زمین های مستعد یکی از مناطق مهم برای پرورش بادام است (یزدانی و اشراقی، ۱۳۸۵) و با داشتن بیش از ۱۵۰۰۰ هکتار (۱۴۳۰۰ هکتار کشت آبی و ۷۰۰ هکتار کشت دیم) رتبه دوم تولید بادام کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۸۹).

با توجه به اهمیت اقتصادی و مزایای گونه درختی بادام، مطالعه عوامل محدود کننده‌ی رشد آن و ارائه راهکارهای مناسب برای افزایش رشد و عملکرد این گیاه ضروری می‌باشد. رشد و عملکرد بادام نیز مانند سایر گیاهان توسط عوامل بیماریزای مختلف از قبیل قارچ‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و ویروس‌ها محدود می‌گردد. که در این بین نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) از مهمترین نماتدهای انگل داخلی اجباری هستند که به طیف وسیعی از گیاهان از جمله درختان بادام خسارت وارد می‌سازند. انتشار جهانی، دامنه میزبانی وسیع و تعامل با سایر بیمارگرهای گیاهی در بیماری‌های کمپلکس، آنها را در رده مهمترین بیمارگرهای گیاهی قرار داده است (پری و موئنس، ۲۰۰۵). تا کنون بیش از ۹۰ گونه از این جنس در دنیا معرفی شده است ولیکن بیش از ۹۵ درصد خسارت‌های وارده به محصولات زراعی مربوط به گونه‌های *M. hapla*، *M. javanica*، *M. incognita* و *M. arenaria* می‌باشد (دامادزاده، ۱۳۸۶). گونه *M. javanica* یکی از گونه‌های شایع این جنس است که در سراسر جهان انتشار داشته و بعد از *M. incognita* دومین گونه‌ی مهم نماند ریشه‌گرهی در جهان و مهمترین گونه این نماتد در ایران می‌باشد (اخیانی و همکاران، ۱۳۶۳). نماتدهای مذکور با تغذیه و تولید مثل درون ریشه گیاه باعث تخریب فیزیولوژی گیاه میزبان شده و عملکرد و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند و از این نظر اهمیت اقتصادی زیادی دارند (پری و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به اینکه اغلب روش‌های کنترل کارایی لازم را نداشته و یا در برخی موارد مانند مبارزه شیمیایی برای سلامتی انسان و محیط زیست مضر شناخته شده‌اند (پری و موئنس، ۲۰۰۵)، شناسایی و استفاده از پایه‌ها و ارقام مقاوم بعنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی، بویژه در مورد درختان میوه که به روش پیوند تکثیر می‌شوند، مورد توجه بیشتری قرار گرفته است.

علارغم تحقیقات فراوان انجام شده روی نماتدهای ریشه‌گرهی در ایران، اطلاعات اندکی در خصوص پایه‌ها و ارقام مقاوم به نماتد ریشه‌گرهی در درختان میوه از جمله بادام وجود دارد. براساس گزارش اسحاقی و همکاران (۱۳۸۳) گونه *M. javanica* یکی از گونه‌های با جمعیت نسبتا بالا در باغات بادام استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. اخیانی و همکاران (۱۳۶۳) *M. javanica* و *M. incognita* را از روی ریشه درختان هلو، بادام، زردآلو، مو، انار، انجیر، پسته، توت، سنجد، گردو، آلبالو و آلو جداسازی و گزارش کردند. آنها در تحقیق دیگری دو رقم آلبالو، دو رقم زردآلو، یک رقم بادام و یک رقم آلوچه مقاوم به نماتد را شناسایی کردند (اخیانی، ۱۳۶۵). قاسمی و انصاری‌پور (۱۳۹۰) عکس‌العمل برخی از پایه‌های بادام را به دو گونه نماتد *M. javanica* و *M. incognita* بررسی و GF677، Scopria و آلوی Marianna 2646 را مقاوم به نماتد گونه *M. javanica* معرفی کردند.

این تحقیق با هدف بررسی عکس‌العمل تعدادی از پایه‌ها و ارقام بادام از جمله هیبرید محلی هلو × بادام شورابی۱ و ۲ که از کلن‌های محلی استان چهارمحال و بختیاری می‌باشند به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* انجام گرفت.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ بادام

۲-۱-۱ گیاه‌شناسی بادام

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill) D.A.Webb متعلق به خانواده Rosaceae و زیر خانواده Prunoidaea می‌باشد. گیاهان این زیر خانواده به شکل درخت یا درختچه‌ای رشد می‌کنند (رندل، ۱۹۷۹). بادام بومی آسیای غربی، کرانه جنوبی دریای مدیترانه (شمس الدینی، ۱۳۹۰) و درختی خزان دار است که ارتفاع آن به ۵ تا ۱۰ متر می‌رسد. برگها ساده، نیزه‌ای شکل، کشیده و نوک تیز و کمی موج دار با لبه‌های صاف یا مضرس بوده و روی شاخه‌های رشد سال جاری ظاهر می‌شوند. سیستم ریشه گیاه قوی و عمودی است و امکان رشد گیاه حتی در شرایط نامساعد خاک و کمبود رطوبت را نیز فراهم می‌سازد (تهرانی فر و همکاران، ۱۳۷۷).

گل‌ها (به رنگ سفید یا صورتی، منفرد یا چندتایی، با دمگل یا بدون دمگل، دارای ۵ کاسبرگ و ۵ گلبرگ مجزا و ۳۰- ۲۵ پرچم ، تخمدان با یک خامه و دو تخمک)، بر روی شاخه‌های یکساله و اسپورها ظاهر شده و قبل از ظهور برگ‌ها باز می‌شوند. میوه بادام از نوع شفت و به رنگ سبز، پوشیده با کرک‌های فراوان است. در زمان رسیدن، قسمت سبز میوه آب خود را از دست می‌دهد و شکاف می‌خورد. میوه دارای درون بر سخت و چوبی است، درجه سختی میوه بر حسب ارقام از کاغذی تا سنگی متغیر است. مغز بادام بیضوی شکل و مسطح و دارای پوسته‌ای به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره می‌باشد. لپه‌های به رنگ سفید و یا سفید مایل به کرم درون پوشش مذبور قرار گرفته‌اند. بادام گیاهی دیپلوئید با ۲n=۱۶ کروموزوم می‌باشد (رندل، ۱۹۷۹).

۲-۱-۲ ترکیبات بادام و موارد استفاده آنها

در هر دو واریته بادام شیرین و تلخ ترکیباتی از قبیل روغن، امولسین، تانن، ساکارز، کازئین، آسپارژین یافت می‌شوند. با رسیدن میوه از میزان قند کاسته و به میزان روغن افزوده می‌شود. میزان روغن بادام بین ۶۰-۴۰ ٪ بوده که از این مقدار ۶۷ ٪ را اسید اولئیک و ۲۴٪ آن را اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد. بیشترین پروتئین موجود در بادام کازئین غیر محلول در آب خالص می‌باشد که می‌توان آن را با مواد قلیایی یا فسفات های قلیایی در آب حل کرده، و به وسیله اسید استیک رسوب داد (دایسنتا و همکاران، ۲۰۰۲). برای اولین بار سیانید هیدروژن در بافت‌های گیاهی از عصاره بادام تلخ جدا سازی گردید. اختلاف اصلی بین دو واریته شیرین و تلخ در وجود ترکیبی به نام گلوکوزوئید آمیگدالین در بادام تلخ می‌باشد. آمیگدالین در مجاورت آب و در حضور آنزیم خاصی به نام امولسین (بتا گلوکوزیداز) به گلوکوز، بنزالدهید و اسید هیدروسیانیک تجزیه می‌گردد و مسمومیت ناشی از مصرف بادام تلخ نیز حاصل تولید سم سیانیدریک در اثر مجاورت آمیگدالین با آنزیم امولسین می‌باشد. روغن بادام تلخ عمدتا حاوی بنزالدهید می‌باشد و این سم از آن زدوده شده است. گیاهان با تجمع آمیگدالین خطر حمله آفات و علفخواران را کاهش می‌دهند (کون، ۱۹۸۰ و دایسنتا و همکاران، ۲۰۰۲). فلاونوئیدها از ترکیبات پلی فنولیک می‌باشند. مهمترین فلاونوئیدهای بادام Quercetin و Catechin هستند. میزان کل فنل در بادام بین ۱۲۷ تا ۲۴۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر می‌باشد (میلبرگ و همکاران، ۲۰۰۶). بیشترین مصرف بادام به صورت آجیل می‌باشد. مغز بادام به صورت پخته، بوداده یا خام مورد استفاده قرار می‌گیرد. روغن بادام جهت مصارف دارویی، آرایشی و شیرینی‌پزی و برای جلوگیری از خارش پوست و جوش به کار می‌رود. کره بادام عاری از نشاسته بوده و برای بیماران دیابتی غذای مناسبی است (تهرانی فر و همکاران، ۱۳۷۷). محصولات جانبی بادام نیز در صنایع شیمیایی استفاده می‌شود. پوست سبز بادام به مصرف تغذیه دام ها می‌رسد و از پوست سخت آن به عنوان سوخت استفاده می‌شود (کستر و همکاران، ۱۹۵۹).

۲-۱-۳ پرورش، اصلاح و تکثیر بادام

اهلی شدن بادام و گسترش آن نخست در آسیا صورت گرفته است. امروزه در بیش از ۵۰ کشور جهان بادام کشت و کار می‌شود و پرورش آن در کلیه مناطق مستعدی که بین عرض جغرافیای ۵۵-۳۰ درجه شمالی واقع شده‌اند صورت می‌گیرد. پراکنش بادام به دلیل قابلیت نگهداری طولانی مدت و همچنین قابلیت انتقال تا مسافت‌های دور بذر بادام، از طریق بذر می‌باشد. بذور بادام اعم از وحشی و زراعی به سهولت قابل تکثیر می‌باشند. به دلیل تکثیر بادام از طریق بذر و خودناسازگار بودن این گونه گیاهی، نهال‌های بذری حاصل در واقع دورگ‌های طبیعی محسوب می‌شوند که این رویه تکثیر و پرورش بادام طی سالیان متمادی تنوع گسترده‌ای را ایجاد نموده است (به نقل از دژم پور، ۱۳۹۰). تکامل بادام در طی سالیان دراز باعث ظهور اکوتیپ‌های مشخص بادام شده که امروزه به صورت توده باغ‌های بذری پراکنده هستند و یا به صورت کلون‌های گزینش شده مورد استفاده قرار می‌گیرند (گراسلی، ۱۹۷۶). صفاتی که در اصلاح بادام مورد نظر هستند شامل: دیر گلدهی (برای فرار از سرمای دیر رس بهاره)، کیفیت بالای مغز، چوب قوی (برای جلوگیری از آسیب سرمای یخبندان زمستانه)، نیاز سرمایی بالا (برای رشد در نواحی سردسیری)، نیاز سرمایی پایین (برای رشد در نواحی نیمه گرمسیری که دارای سرمای کم در زمستان هستند)، تحمل به کم آبی، خودسازگاری (برای کاهش نیاز به زنبورهای گرده‌افشان)، بهبود اندازه، شکل، شاخه دهی و عادات رشد درخت و مقاومت آن به آفات و بیماری‌ها می‌باشد. از جمله روش‌های اصلاحی بادام می توان به انتخاب تصادفی میان گیاهچه‌های بذری ایجاد شده، هیبریداسیون درون و بین گونه‌ای، انتخاب درون کلونی، القاء موتاسیون و کشت بافت اشاره نمود (جینک و مور، ۱۹۹۶).

در احداث موفقیت‌آمیز باغ بادام، انتخاب پایه مناسب اهمیت فراوانی دارد و در انتخاب پایه بایستی به شرایط اقلیمی، خاک، نوع رقم و آفات و بیماری‌های غالب منطقه توجه نمود. پایه‌های بادام شامل دو نوع بذری (بادام تلخ، بادام شیرین، هلو و دورگه‌های نسل اول هلو × بادام) و رویشی می‌باشد. از اثرات مهم پایه می‌توان به اثر روی خصوصیات رشدی پیوندک، عملکرد و کیفیت محصول، زود رسی و زود باردهی، کارایی جذب عناصر غدایی و کنترل رشد و اندازه درخت اشاره نمود (ادسترون و وی‌وروز، ۱۹۹۷ و فلیپ، ۲۰۰۲). پایه‌های بذری بادام (بادام تلخ و شیرین) ریشه عمیق و قوی، عمر باردهی طولانی، تحمل به خاکهای آهکی، تحمل به خشکی، تحمل به افزایش بر و کلر و کارایی بالا در جذب آب و عناصر غذایی بخصوص در شرایط کم آبی دارند. با این وجود این پایه‌ها به دلیل هتروزیگوت بودن یکنواخت نیستند و به خاکهای سنگین با شرایط ماندابی و شوری حساس می‌باشند. تأخیر در باردهی و حساسیت به بیماریهای خاکزاد نیز از دیگر معایب این پایه‌ها می‌باشد (فلیپ، ۲۰۰۲). پایه‌های بذری هلو برخلاف پایه‌های بذری بادام به زیادی بر و کلر حساس بوده ولی مقاومت انها به سدیم بیشتر از پایه‌های بذری بادم است (کستر و گرادزیل، ۱۹۹۶).

پایه‌های رویشی بادام در واقع دورگه‌های نسل اول هلو × بادام هستند که به صورت ازدیاد رویشی تکثیر و استفاده می‌شوند. از مزایای اصلی این پایه‌ها می‌توان به یکنواختی، قدرت رویشی زیاد، تحمل خاکهای آهکی و قدرت استقرار خوب اشاره نمود (دانکن، ۲۰۰۶).

۲-۱-۴ اهمیت بادام

بادام به دلیل تحمل درجه حرارت‌های بالا، کم آبی و خشکی هوا در فصل تابستان، به عنوان یک گیاه مطلوب و با ارزش برای نواحی گرم و خشک شناخته شده است. یکی از دلایل مقاومت نسبی بادام به خشکی قدرت نفوذ ریشه‌های عمیق و فشرده آن در عمق‌های مختلف خاک می‌باشد. برخلاف اکثر درختان میوه، بادام علاوه بر رشد مطلوب در خاک‌های آهکی، در زمین‌های فقیر ولی قابل نفوذ نیز محصول قابل توجهی تولید می‌کند (کستر و گرادزیل، ۱۹۹۶). از دیگر خصوصیات مطلوب بادام، مقاومت به سرمای زمستانه می‌باشد به طوریکه تا بیش از ۲۲- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند. تنوع زیاد گونه‌های بادام و سازگاری آن با شرایط اقلیمی متفاوت، امکان استفاده از آن در تمامی عرصه‌های کشاورزی را فراهم نموده است. همچنین از درخت بادام برای کنترل فرسایش بادی و خاکی، جلوگیری از حرکت شن‌های روان در مناطق کم بارش، احیای مراتع تخریب شده و دیمزارهای رها شده نیز استفاده می‌شود (به نقل از محسنی، ۱۳۹۰). پرورش بادام همچون سایر درختان میوه می‌تواند در اشتغال‌زایی و ایجاد درآمد نقش مهمی را ایفا کند. صادرات بادام علاوه بر ارزآوری اقتصادی، منبع درآمد تولید کنندگان آن به شمار می‌رود و گاهی معیشت باغداران صرفا به تولید این محصول وابسته است (یزدانی و اشراقی، ۱۳۸۵). همچنین سهولت برداشت و انبارداری آسان، کم هزینه و بدون مراقبت‌های خاص بادام به دلیل داشتن پوست میوه سخت بر اهمیت اقتصادی پرورش آن می‌افزاید (به نقل از محسنی، ۱۳۹۰).

۲-۱-۵ وضعیت جهانی تولید بادام

طبق آمارنامه فائو، تولید جهانی بادام افزایش ۶۳ درصدی را در بین سال‌های ۲۰۰۹ – ۲۰۰۰ شاهده بوده است و سطح زیر کشت آن در سطح جهان از یک میلیون و ششصد و هشتاد هزار هکتار در سال ۲۰۰۰ به حدود یک میلیون و هشتصد هزار هکتار با میزان تولید دو میلیون و سیصد و هفتاد هزار تن در سال ۲۰۰۹ افزایش داشته است. کشورهای آمریکا، اسپانیا، ایران، ایتالیا، مراکش، سوریه، تونس، ترکیه، الجزایر و یونان از عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده بادام در جهان می‌باشند.

ایالات متحده آمریکا بزرگترین تولید کننده بادام جهان با تولید یک میلیون و یکصد و هفتاد هزار تن می‌باشد و در بین کشورهای مدیترانه‌ای، اسپانیا با تولید بالغ بر ۲۸۲ هزار تن بیشترین سهم تولید بادام بعد از آمریکا را به خود اختصاص داده است.

۲-۱-۶ تولید بادام درایران

کشت و کار بادام از دیرباز در مناطق مختلف دنیا رایج بوده است. ایران به عنوان یکی از خواستگاه‌های اصلی بادام و با سابقه‌ی چندین هزار ساله در پرورش آن، مقام ویژه‌ای را در بین کشورهای تولید کننده این محصول به خود اختصاص داده است (تهرانی فر و همکاران، ۱۳۷۷).

وجود شرایط آب و هوایی مناسب برای پرورش بادام و گسترش انواع اهلی و وحشی بادام در کشور، بیانگر امکان بهره برداری از این منابع طبیعی در ایران است و در صورت توجه ویژه به این محصول ثروت قابل توجهی عاید مملکت می‌گردد. بدیهی است که با یک برنامه ریزی مناسب و استفاده از دانش باغبانی و ارقام اصلاح شده مطلوب و کاهش خسارت ناشی از تنش های زنده و غیر زنده می‌توان سطح زیر کشت و عملکرد این گیاه را افزایش داد و به این ترتیب پشتوانه ارزی مناسب برای کشور فراهم کرد (رجایی و همکاران، ۱۳۹۰). در حال حاضر حدود ۱/۵میلیون تن بادام در جهان تولید می شود و ایران با داشتن ۱۸۵ هزار هکتار سطح زیر کشت رتبه پنجم و با تولید سالانه ۲۳۷ هزار تن مقام سوم جهان بعد از آمریکا و اسپانیا را به خود اختصاص داده است. بر همین اساس ایران با میزان عملکرد ۹۱۷ کیلوگرم در هکتار دارای رتبه بیست و نهم در جهان می‌باشد (آمار نامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). چهارمحال و بختیاری با دارا بودن امکانات و شرایط زیستی مناسب از جمله آب کافی، اقلیم مناسب و زمین‌های مستعد یکی از مناطق مهم برای پرورش بادام است و با داشتن بیش از ۱۵۰۰۰ هکتار (۱۴۳۰۰ هکتار کشت آبی و ۷۰۰ هکتار کشت دیم) رتبه دوم تولید بادام کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۸۹).

۲-۱-۷ تنش‌های مؤثر بر رشد و عملکرد بادام

با توجه به اهمیت اقتصادی و مزایای گونه درختی بادام، لزوم شناخت عوامل محدود کننده رشد آن و شناخت مکانیسم‌های مقاومت آشکار می‌گردد. اساسا تولید گیاهان تحت تأثیر تنش‌های زیستی و غیر زیستی گوناگونی قرار می‌گیرد (بوت و همکاران، ۲۰۰۰). رشد و عملکرد بادام نیز مانند سایر گیاهان توسط عوامل بیماریزای مختلف از قبیل قارچ‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و ویروس‌ها محدود می‌گردد.

پوسیدگی طوقه و ریشه فیتوفترایی (*Phytophthorqa* spp.)، شانکر یا بیماری فتیله نارنجی (*Ceratocystis fimbriata*)، لکه برگی آلترناریایی (*Alternaria alternaria*)، پوسیدگی ریشه آرمیلاریایی (*Armillaria mellea*)، سفیدک پودری (*Oidium passerini*)، لکه آجری (*Polystigma ochraceum*)، لکه غربالی (*Wilsonomyces carpophilus*)، پژمردگی ورتیسلیومی (*Verticillium dahliae*)، اسکورچ (*Xylella fastidiosa*)، شانکر باکتریایی (*Pseudomonas syringae*)، گال باکتریایی (*Agrobactrium tumefaciens*)، نماتد خنجری (*Xiphinema americanum*)، نماتد ریشه‌گرهی(*Meloidogyne* spp.)، نماتد زخم ریشه (*Pratylenchus* spp.)، ویروس لکه‌حلقوی نکروتیک آلو (*prunus necrotic ring spot*) و ویروس موزائیک هلو از مهمترین بیماری‌های بادام محسوب می‌شوند (مکنری، ۱۹۸۵). در این بین نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.) از مهمترین عوامل بیماری‌زای گیاهی محسوب می‌شوند که به واسطه تخریب فیزیولوژی گیاه میزبان منجر به کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شوند.