بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده علوم کشاورزی

گروه گیاه‌پزشکی

(بیماری‌شناسی گیاهی)

عنوان:

بررسی شدت آلودگی چهار رقم سیب‌زمینی به بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی در انبارهای شهرستان اردبیل

از:

لیلا خوشنویس

استاد راهنما:

دکتر احمد روحی بخش

استاد مشاور:

دکتر صدیقه موسی نژاد

مهندس بیتا سهیلی

شهریور ۹۲

تقدیر و تشکر

سپاس و ستایش کردگار یکتایی که ذات بی‌کرانش آکنده از علم و دانش است. اکنون که در پرتو لطف و عنایت الهی پژوهش حاضر را به انجام رسانیده‌ام، بر خود لازم میدانم از تمامی عزیزانی که در این راه مرا یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد محترم، جناب آقای دکتر احمد روحی بخش که راهنمایی این تحقیق را عهده‌دار بودند کمال تشکر و امتنان را دارم.

از استاد محترم مشاور، سرکار خانم دکتر صدیقه موسی نژاد که با راهنمایی‌های ارزنده علمی خود در تمام مراحل پژوهش مرا یاری نموده‌اند نهایت تشکر و سپاس را دارم.

از استادان بزرگوار جناب آقای پروفسور سید علی الهی نیا و مهندس حسن پدرام فر به خاطر قبول زحمت داوری این پایان‌نامه سپاسگزارم.

از آقایان دکتر سید اکبر خداپرست، مهندس امیر رضا امیر میجانی و مهندس سید عبدالله هاشمی که در طول دوره تحصیل اینجانب را راهنمایی نموده‌اند سپاسگزارم.

از پدر و مادر عزیزتر از جانم که وجودشان گرما بخش زندگیم بوده و هست صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از خواهر مهربانم که در تمام مدت تحصیل همیشه مهر و محبت صمیمانه‌اش بدرقه راهم بود تشکر می‌کنم.

از دوستان مهربان و فداکار دکتر شبنم شیرین و دکتر مینا جعفری و مهندس اعظم اسلامی و مهندس اکرم حیدری نهایت تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

لیلا خوشنویس

شهریور ۹۲

بررسی شدت آلودگی چهار رقم سیب‌زمینی به بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی در انبارهای شهرستان اردبیل

لیلا خوشنویس

چکیده

کشت سیب‌زمینی به عنوان کشت غالب استان اردبیل بوده و این استان بعد از همدان دارای رتبه دوم کشت سیب‌زمینی در کشور می‌باشد. بیماری‌های قارچی سیب‌زمینی پس از آفت سوسک کلرادو دومین مشکل کشت و کار و ذخیره سازی سیب‌زمینی در استان اردبیل به شمار می‌روند. یکی از عوامل قارچی خسارت‌زای خاک‌زاد غده‌های سیب‌زمینی در انبارهای شهرستان اردبیل، گونه‌های مختلف فوزاریوم می‌باشند. در این تحقیق ۳۹ انبار در شهرستان اردبیل مورد بررسی قرار گرفت و مجموعا ۱۵۰ نمونه مشکوک به آلودگی فوزاریومی از انبارها جمع آوری گردید. همزمان میزان آلودگی هر انبار و درصد فراوانی غده‌های پوسیده با انتخاب ۳ گونی ۵۰ کیلویی سیب‌زمینی و شمارش تعداد غده-های پوسیده و ایجاد برش در آنها تعیین شد. پس از انتقال نمونه‌های مشکوک به پوسیدگی خشک فوزاریومی به آزمایشگاه، جداسازی و خالص سازی قارچ ها انجام گرفت. با انجام آزمون بیماری‌زایی بر روی غده‌های رقم آگریا، چهار گونه فوزاریوم به نام‌های *F. oxysporum*، *F. poae*، *F. solani* و *F. sporotichioides* به عنوان عوامل بیماری‌زای سیب‌زمینی در شهرستان اردبیل شناسایی شدند. نتایج بررسی نشان داد که گونه *F. solani* تقریبا در تمامی انبارهای شهرستان اردبیل وجود دارد. به منظور ارزیابی عکس العمل پنج رقم سیب‌زمینی به چهار گونه فوزاریوم و تعیین رقم مقاوم به بیماری پوسیدگی خشک، آزمایشی با چهار تکرار انجام شد. در این بررسی جدایه‌ها به روش تلقیح سوسپانسیون کنیدیوم (۱×۱۰^{۴} کنیدیوم / میلی لیتر) به برش‌های غده سیب‌زمینی مایه زنی شدند. حساسیت غده‌ها نسبت به عوامل بیماری پس از گذشت چهار روز از مایه زنی در شرایط تاریکی و حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد بررسی گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد بین گونه‌های فوزاریوم مورد بررسی از نظر قدرت بیماری‌زایی به لحاظ آماری اختلاف معنی دار وجود ندارد. عکس العمل ارقام نسبت به گونه‌های مختلف فوزاریوم مورد آزمون متفاوت بود. رقم بورن (Boren) دارای کمترین میزان آلودگی (۱۲/۵درصد) و رقم سبلان دارای بیشترین میزان آلودگی (۹۸/۸۷ درصد) بود. رقم سبلان به همراه ارقام خاوران، آگریا و هیبرید از بیشترین حساسیت نسبت به گونه‌های مختلف قارچ فوزاریوم مورد بررسی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی خشک، *Fusarium*، سیب‌زمینی، مقاومت

Evaluation of the infection severity among the four potato cultivars to F*usarium* dry rot in Ardabil Storages

Leila Khoshnevis

Abstract

Potato cultivation is the main one in Ardabil province which put Ardabil in second place after Hamedan province. Potato fungal diseases, after Colorado beetle pest, are the second problem in cultivation and storage of potato in Ardabil. One of the important soilborne fungi which can make loss to potato tubers in Ardabil storages are different species of *Fusarium*. In this research 39 storages were studied and totally 150 suspicious specimens to *Fusarium* contamination were collected. The percent of infected tubers and each storage infection index identified with inspecting three 50 kilo potato bags. The fungi isolated and purified from the tubers with dry rot symptoms. Pathogenicity test was done on Agria cultivar and four species of *Fusarium* were identified as follows: *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. solani* and *F. sporotichioides*. Results showed that *F. solani* is a commmon causal agent of dry rot in most storages of Ardabil province. In order to evaluate the reaction of five potato cultivars to four *Fusarium* species and determining the one resistant to dry rot, a test with four replications was done. Meanwhile potato tuber slices were inoculated via conidial suspension of *Fusarium* species (1×10^4 conidium/ml). Cultivars susceptibility evaluated four days after inoculation and tubers storing in darkness and $25^{\circ}C$. Results of variance analysis showed that there is no meaningful difference between *Fusarium* species in pathogenicity. The reaction of cultivars to various *Fusarium* species were different. Boren and Savalan had the minimum (12.5 %) and maximum (98.87 %) contamination respectively. Savalan, Khavaran, Agria and Hybrid had the highest susceptibility to various studied *Fusarium* species.

Key words: Dry rot, *Fusarium*, Potato, Resistance

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**
چکیده فارسی..... ح
چکیده انگلیسی..... خ
مقدمه..... ۲
فصل اول: بررسی منابع
۱-۱- تاریخچه سیب‌زمینی..... ۴
۱-۲-خصوصیات گیاهشناسی سیب‌زمینی..... ۴
۱-۳-بیماری‌های قارچی وانباری سیب‌زمینی..... ۵
۱-۴- پوسیدگی خشک فوزاریومی..... ۵
۱-۵- گونه‌های مختلف فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک درجهان..... ۶
۱-۶- فراوانی ومیزان بیماریزایی گونه‌های مختلف فوزاریومی عامل پوسیدگی خشک..... ۸
۱-۷- تغییرپذیری قدرت بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریوم..... ۹
۱-۸- کنترل بیماری پوسیدگی خشک سیب‌زمینی..... ۹
۱-۸-۱- کنترل بیماری پوسیدگی خشک بااستفاده ازنمک..... ۹
۱-۸-۲-کنترل بیولوژیکی عامل پوسیدگی خشک فوزاریومی بااستفاده از باکتری ها..... ۹
۱-۸-۳- کنترل بیولوژیکی عامل پوسیدگی خشک فوزاریومی با استفاده از قارچ *Trichoderma* spp. ۱۰
۱-۸-۴- کنترل شیمیایی..... ۱۰
۱-۹- تاریخچه وشناسایی گونه‌های فوزاریومی عامل پوسیدگی خشک درایران..... ۱۱
فصل دوم: مواد و روش‌ها
۲-۱- جمع آوری نمونه و تعیین شدت آلودگی انبارها..... ۱۳
۲-۲- کشت نمونه‌هاوجداسازی قارچ‌ها..... ۱۵
۲-۳- خالص سازی گونه‌های قارچی..... ۱۶
۲-۳-۱- تک اسپورکردن قارچ..... ۱۶
۲-۳-۲- روش نوک ریسه(hyphal – tip)..... ۱۶
۲-۴–محیط‌های کشت مورد استفاده..... ۱۶
۲-۴-۱- محیط کشت آب - آگار (Water -Agar)..... ۱۷
۲-۴-۲- محیط کشت سیب زمینی- دکستروز- آگار (Potato – Dextrose- Agar)..... ۱۷
۲-۴- ۳- محیط کشت برگ میخک-آگار(Carnation Leaf Agar)..... ۱۷
۲-۵- نگه داری نمونه‌ها..... ۱۸
۲-۶- اثبات بیماریزایی جدایه‌ها..... ۱۸
۲-۷- تشخیص گونه‌های فوزاریوم..... ۱۸
۲-۷-۱- کشت جدایه‌هاروی محیط‌های غذایی..... ۱۹
۲-۷-۲- شرایط مناسب برای رشد قارچ‌ها وتشخیص گونه‌ها..... ۱۹
۲-۸- بررسی مقاومت ارقام..... ۱۹
۲-۸-۱-تهیه ارقام..... ۲۰
۲-۸-۲- تهیه مایه تلقیح..... ۲۰

۲-۸-۳- ارزیابی مقاومت ارقام وکلون‌های امیدبخش سیب‌زمینی نسبت به بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی غده ۲۰
فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- تعیین شدت آلودگی انبارها وجمع‌آوری نمونه‌ها..... ۲۳
۳-۲- جداسازی وخالص سازی قارچ‌ها..... ۲۶
۳-۳- اثبات بیماریزایی جدایه‌ها..... ۲۸
۳-۴- تشخیص جدایه‌ها..... ۲۹
۳-۴-۱-گونه*Fusarium poae*..... ۲۹
۳-۴-۲- گونه *Fusarium sporotichioides*..... ۳۰
۳-۴-۳- گونه *Fusariumoxysporum*..... ۳۲
۳-۴-۴- گونه *Fusariumsolani*..... ۳۳
۳-۵- بررسی مقاومت ارقام..... ۳۶
نتیجه گیری کلی..... ۳۹
پیشنهادها..... ۴۰
منابع ۴۱

فهرست جداول

عنوان ..... **صفحه**

جدول ۲-۱- درجه بندی آلودگی غده‌ها ۱۳

جدول ۲-۲- مشخصات انبارهای نمونه‌برداری شده در مناطق مختلف شهرستان اردبیل ۱۴

جدول ۲-۳- مشخصات ارقام و کلون‌های امید بخش مورد استفاده در آزمون بررسی مقاومت ارقام سیب زمینی به بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی غده ۲۰

جدول ۲-۴- ارزیابی شدت بیماری حاصل از گونه‌های مختلف فوزاریوم

جدول۳-۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس شدت آلودگی در انبارهای سیب زمینی شهرستان اردبیل ۲۴

جدول۳-۲- مقایسه میانگین شدت آلودگی انبارهای شهرستان اردبیل ۲۴

جدول ۳-۳- گونه‌های شناسایی شده قارچ فوزاریوم از نمونه‌های دارای علایم پوسیدگی خشک در انبارهای شهرستان اردبیل ۲۶

جدول۳-۴- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مقاومت ارقام مختلف سیب زمینی نسبت به گونه‌های مختلف فوزاریوم ۳۶

فهرست اشکال

عنوان ..... **صفحه**

شکل۳-۱- علایم پوسیدگی خشک فوزاریومی سیب زمینی در انبار، الف: انتخاب نمونه آلوده به صورت تصادفی، ب: نمای ظاهری غده آلوده، ج و د: برش عرض و طولی غده آلوده ۲۳

شکل۳-۲- الف: آزمون بیماریزایی روی رقم اکریا، ب: جداسازی مجدد قارچ عامل بیماری از غده‌های مایه‌زنی شده با قارچ، ج: غده‌های مایه‌زنی شده درون انکوباتور ۲۹

شکل۳-۳- سطح رویی پرگنه قارچ *Fusariumpoae* در محیط PDA ۳۰

شکل۳--۴ الف: ماکروکنیدی، ب: میکروکنیدی و ماکروکنیدی و ج: میکروکنیدی قارچ *Fusariumpoae* در محیط CLA (بزرگنمایی۲۰ میکرون) ۳۰

شکل۳-۵- قارچ *Fusariumsporotichioides* ، الف: تشکیل اسپورودوکیومکرم رنگ بعد از یک هفته روی محیط CLA، ب: تولید رنگدانه ارغوانی رنگ در محیط CLA، ج: تولید کلامیدوسپورهای منفرد و زنجیری روی محیط CLA، د: سطح رویی پرگنه قارچ در محیط PDA ۳۱

شکل۳-۶- قارچ *Fusariumsporotichioides*، الف: ماکروکنیدی، ب: میکروکنیدی های دوکی، ج: میکروکنیدی‌های گلابی شکل (بزرگنمایی ۲۰ میکرون) ۳۱

شکل۳-۷- قارچ *Fusariumoxysporum* الف: پرگنه در محیط PDA، ب: کلامیدوسپور در محیط CLA، ج: اسپورودوکیوم در محیط CLA، د: ماکروکنیدی، ه: میکروکنیدی (بزرگنمایی ۲۰ میکرون) ۳۳

شکل۳-۸- قارچ *Fusariumsolani* الف: پرگنه در محیط PDA، ب: کلامیدوسپور در محیط CLA، ج: ماکروکنیدی، د: میکروکنیدی ه: ریسه (بزرگنمایی ۲۰ میکرون) ۳۵

شکل۳-۹- الف: غده‌های برش خورده جهت اسپری سوسپانسیون اسپور، ب: ایجاد و پیشرفت علایم پوسیدگی خشک فوزاریومی روی غده‌های مایه‌زنی شده با سوسپانسیون اسپور قارچ فوزاریوم ۳۶

شکل۳-۱۰- نمودار مقایسه میانگین حساسیت ارقام مختلف سیب زمینی نسبت به گونه های قارچ فوزاریوم ۳۶

مقدمه

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از خانواده بادمجانیان (Solanaceae)، یکی از محصولات مهم و استراتژیک جهان محسوب می‌شود. محصول این گیاه در تغذیه انسان از اهمیت زیادی برخوردار است، به طوری که پس از گندم، ذرت و برنج در رژیم غذایی انسان جای دارد[Harris, 1992]. بر اساس آمارهای ارائه شده توسط سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد، میزان تولید سیب زمینی در جهان حدود ۳۱۰ میلیون تن با سطح زیر کشت حدود ۱۹ میلیون هکتار در ۱۲۵ کشور دنیا می‌باشد [FAO, 2004]. در حال حاضر متوسط عملکرد سیب زمینی آبی در ایران حدود ۲۶ تن در هکتار بوده و ۱۶۴ هزار هکتار از زمین‌های زراعی ایران زیر کشت سیب‌زمینی قرار دارد. میزان تولید سیب زمینی در ایران حدود ۴ میلیون و ۲۰۰ هزار تن می‌باشد که بیشترین مقدار مربوط به استان همدان با ۸۷۵ هزار تن است. استان همدان با ۲۰/۸۳ درصد از تولید سیب زمینی کشور در رتبه نخست قرار گرفته و استان‌های اردبیل، اصفهان، آذربایجان شرقی، کردستان، جیرفت و کهنوج، خراسان رضوی، مرکزی، فارس، سمنان، گلستان، خوزستان، مازندران و تهران به ترتیب با ۱۶/۲۳، ۱۲/۲، ۶/۹۵، ۶/۵۳، ۴/۳۸، ۳/۵، ۳/۱۹، ۳/۰۵، ۲/۸۲، ۲/۶، ۲/۳۵، ۰/۸۶، ۰/۵۳ درصد از تولید سیب زمینی کشور در رتبه‌های بعدی قرار دارند و سهم سایر استان‌ها حدود ۱۱/۰۷ درصد بوده است [بی نام، ۱۳۸۹].

از مهمترین عوامل خسارت‌زای سیب زمینی، عوامل بیماریزا هستند. بیماری‌های مهم سیب زمینی را می‌توان به چند گروه از جمله بیماری‌های پروکاریوتی، ویروسی و ویروئیدی، قارچی، نماتدی و میکوپلاسمایی تقسیم نمود. از بیماری‌های مهم پروکاریوتی سیب زمینی بیماری پژمردگی باکتریایی، ساق سیاه و پوسیدگی نرم ، پوسیدگی حلقوی، جرب(اسکاب) معمولی می‌باشد از بیماری‌های مهم ویروسی می‌توان ویروس لوله ای شدن برگ سیب زمینی، ویروس A، M و S و موزائیک، سرجارویی سیب زمینی را نام برد. از بیماری‌های میکوپلاسمایی می‌توان به پژمردگی انتها ارغوانی اشاره نمود. از بیماری‌های نماتدی نیز نماتدهای سیست سیب زمینی، نماتدهای مولد غده ریشه، نماتدهای مولد زخم را می‌توان نام برد [صفوی و دهدار مسجدلو، ۱۳۸۵].

مهمترین بیماری‌های قارچی سیب زمینی در ایران پوسیدگی صورتی شانکر شانکرساقه وسیاه دانه ، پژمردگی آوندی ورتیسیلیومی، پژمردگی فوزاریومی، پوسیدگی خشک فوزاریومی، سفیدک دروغی و لکه برگی آلترناریایی می‌باشند [خانیزاده و محمدی، ۱۳۸۹].

پوسیدگی خشک فوزاریومی یکی از بیماری‌های مهم و محدود کننده سیب زمینی جهت نگه داری در انبار و در زمان حمل و نقل آن محسوب می‌شود. در این بیماری غده‌های آلوده معمولاً خشک می‌شوند، اما ممکن است گاهی پوسیدگی

مرطوب نیز رخ دهد. پوسیدگی خشک معمولا توسط گونه‌های مختلف فوزاریوم صورت می‌گیرد در صورتی که در آلودگی‌های ناشی از باکتری، سطح غده‌های آلوده، چروکیده یا دچار پوسیدگی مرطوب با بافت قهوه‌ای رنگ مایل به خاکستری یا سیاه می‌شود و گاهی غده‌های آلوده به رنگ صورتی نیز دیده می‌شوند. در دماهای پایین این پوسیدگی به صورت پودری هم دیده می‌شود [Rowe et al., 2006].

قارچ فوزاریوم از شاخه Ascomycota و متعلق به راسته Hypocreales و خانواده Necteriaceae می‌باشد که در بسیاری از گیاهان زراعی باعث ایجاد بیماری می‌شود. فوزاریوم‌ها از قارچ‌های خاکزی محسوب می‌شوند که گونه‌های متعدد آن روی گیاهان مختلف فعالیت می‌کنند. کنیدیوفورهای این قارچ ساده یا به صورت مجتمع با انشعاب انتهایی هستند که به سلول اسپورزا ختم می‌شوند. سلول‌های اسپورزا در این قارچ از نوع فیالیدی هستند. این قارچ دارای چند نوع کنیدیوم به نام‌های میکروکنیدیوم، ماکروکنیدیوم و کلامیدوسپور می‌باشد. میکروکنیدیوم‌ها یک یا دو سلولی بوده و استوانه‌ای شکل و ماکروکنیدی‌ها چند سلولی و هلالی شکل هستند. کلامیدوسپورها با دیواره ضخیم در وسط ریسه‌ها و حتی در میان سلول‌های ماکروکنیدی و یا در انتهای ریسه‌ها به صورت انفرادی، خوشه‌ای یا زنجیری تشکیل می‌شوند [صارمی، ۱۳۸۴]. این قارچ مایکوتوکسین‌هایی تولید می‌کند که علاوه بر گیاهان بر روی حیوانات نیز ایجاد بیماری کرده و بسیار خطرناک هستند. گونه *F. oxysporum* می‌تواند در انسان‌ها بیماری آلرژیک تنفسی ایجاد کند [Rebell, 1981].

تاکنون برای تعیین میزان تنوع در گونه‌های مختلف فوزاریوم از روش‌های مختلف از جمله خصوصیات فنوتیپی که شامل مورفولوژی پرگنه‌ها و اندام‌های زایشی غیر جنسی قارچ می باشد، روش‌های مولکولی و تشخیص نژاد و مطالعه گروه های سازگار رویشی استفاده شده است [Burnet et al., 2010].

در کشور ما گونه‌های مختلف فوزاریوم به عنوان عوامل پوسیدگی خشک از انبارها و مزارع و حتی خاک‌های مختلف جداسازی و توسط محققین شناسایی گردیدند، ولی تاکنون این امر در استان اردبیل به صورت یک تحقیق میدانی بر روی ارقام مختلف سیب زمینی صورت نگرفته است.

فصل اول

کلیات و بررسی منابع

۱-۱- تاریخچه گیاه سیب‌زمینی

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از محصولات غذایی مهم دنیا است. مبداء پیدایش سیب زمینی منطقه رشته کوه آند در کشور های پرو و بولیوی می باشد، تقریباً ۲۰۰۰ سال قبل از ورود کاشفان اسپانیایی به این قاره کشت سیب زمینی بوسیلهٔ اقوام اینکا در این منطقه رواج داشته است.

کربن ۱۴ موجود در نشاستهٔ بدست آمده در کاوش‌های باستانشناسی نشان می دهد که حداقل در ۸۰۰۰ سال قبل، این گیاه مورد استفاده انسان قرار می‌گرفته است.

باور عمومی بر این است که نام انگلیسی سیب زمینی (Potato) از واژه ای اینکایی با نام " papa " مشتق شده است.

سیب زمینی تقریباً در سال ۱۵۷۰ میلادی از آمریکای جنوبی به اسپانیا معرفی شد و از این کشور به دیگر نقاط اروپا برده شد و کمتر از ۱۰۰ سال بعد در بسیاری از مناطق این قاره کشت آن آغاز گردید. این گیاه تقریباً در سال ۱۶۱۰ در هند، ۱۷۰۰ در چین و ۱۷۶۶ در ژاپن معرفی شد و برای اولین بار در ابتدای قرن هجدهم بوسیله مهاجران ایرلندی به آمریکای شمالی برده شد. در ایران، سرجان ملکم سفیر دولت بریتانیا بین سالهای ۱۸۰۰ تا ۱۸۱۰ میلادی در زمان فتحعلی شاه قاجار مقداری بذر سیب زمینی به دربار شاه ایران هدیه کرد. این سیب زمینی‌ها ابتدا در روستای پشند در اطراف تهران و سپس در فریدن اصفهان و بعد به تدریج به سایر نقاط کشور برده و کاشته شد [پوریای ولی، ۱۳۸۸].

۱-۲- خصوصیات گیاه‌شناسی سیب‌زمینی

گیاه سیب زمینی از خانواده Solanaceae (سولاناسه) می‌باشد و فقط زیر گونه *Solanum tuberosum* در سطح جهان کشت می‌گردد و بقیه گونه‌های آن محدود به کوه‌های آند واقع در آمریکای جنوبی می‌باشند که در این مناطق گونه‌های وحشی از آن یافت می‌شوند. سیب‌زمینی گیاهی چند ساله بوده و دارای برگ‌های مرکب و بریده و گل‌های سفید یا بنفش است. میوه آن کوچک، کروی، قرمز، سته و سمی است ولی دارای ساقه‌های زیرزمینی خوراکی است که حاوی اندوخته نشاسته فراوان است گل‌هایش پنج قسمتی (۵ گلبرگ بهم چسبیده و ۵ کاسبرگ بهم چسبیده) و تعداد پرچم‌ها نیز ۵ است که بهم متصل شده و یک لوله‌ی بساکی را ساخته‌اند و مادگی از وسط آن خارج شده‌است. این گیاه دارای رقم-های مختلف است که آنها را به زودرس، دیررس و میانه‌رس تقسیم می‌کند و برحسب استفاده این گیاه به سیب زمینی خوراکی، علوفه‌ای و صنعتی (جهت استفاده الکل یا نشاسته و یا قند) تقسیم می‌شود. در حال حاضر هر ساله در حدود

۳۳۰ میلیون تن سیب زمینی در سراسر جهان تولید می‌شود. چین، هند و روسیه بزرگ‌ترین تولیدکنندگان سیب زمینی هستند. و استان اردبیل و همدان یکی از تولیدکنندگان مهم این محصول در ایران هستند [پوریای ولی، ۱۳۸۸].

۱-۳- بیماری‌های قارچی و انباری سیب‌زمینی

گیاه سیب‌زمینی به تعداد زیادی از عوامل بیماری‌زا حساس است. باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها، میکوپلاسماها، ویرویید‌ها و نماتدها از جمله این عوامل محسوب می‌شوند[Hall et al., 2005]. تحقیقات بر روی بیماری‌های قارچی سیب زمینی برای نخستین بار پس از سال۱۸۳۰ میلادی و مشاهده اولین بیماری قارچی در اروپا به خصوص پس از اپیدمی شدن فیتوفتورا در ایرلند آغاز شد [بهداد، ۱۳۸۵].

از بیماری‌های قارچی سیب‌زمینی می‌توان بیماری نقطه سیاه، شانکر، پوسیدگی زغالی، لکه موجی و پوسیدگی خشک فوزاریومی را نام برد. از بیماری‌های قارچی انباری سیب‌زمینی می‌توان به پوسیدگی خشک (dry rot) با عامل *F. solani* و *F. roseum* و پوسیدگی صورتی (pink rot) با عامل *Phytophthora erythroseptica* و تغییر رنگ آوندی (vascular discoloration) با عامل *Verticillium albo-atrum* و *F. oxysporum* و بادزدگی سیب زمینی (late blight) با عامل *Phytophthora infestans* اشاره نمود [Davis and Denis, 2005].

شناسایی صحیح عوامل بیماری‌زای گیاهی به منظور کنترل آن‌ها ضروری است [Mc Cartney et al., 2003]. برای ردیابی، شناسایی و تفکیک قارچ‌ها تا سطح گونه از ویژگی‌های ریخت شناسی، بیوشیمیایی و بیولوژیکی استفاده شده است [Narayanasamy, 2011].

۱-۴- پوسیدگی خشک فوزاریومی

پوسیدگی غده و قطعات بذری سیب‌زمینی از مهم‌ترین و خسارت‌زاترین بیماری‌های پس از برداشت، انبارداری و در زمان کاشت سیب‌زمینی محسوب می‌شوند. شایع‌ترین نوع پوسیدگی غده و قطعات بذری، پوسیدگی خشک فوزاریومی است که عامل آن تعدادی از گونه‌های جنس فوزاریوم می‌باشند [Rowe, 1993]. در تحقیقات انجام شده در قالب پروژه *Hpoll3* درکشور انگلستان، بیماری‌های مختلف سیب زمینی و عوامل ایجاد کننده آن‌ها شناسائی شدند. نتایج تحقیق نشان داد که عوامل ایجاد پوسیدگی خشک بیش از ۷۰٪ محصول انبار شده را از بین برده‌اند، لذا قارچ‌های ایجاد کننده پوسیدگی خشک به عنوان یکی از مهمترین عوامل بیماریزای سیب زمینی در انبارها معرفی گردیدند. این تحقیقات نشان

داد که ۷۰٪ غده‌های خوراکی و ۱۰۰٪ غده‌های بذری تحت تاثیر بیماری پوسیدگی خشک قرار داشته و بیش از ۱٪ از غده-ها علایم ظاهری بیماری را نشان می‌دادند [Bradshaw et al., 2001].

خسارت ناشی از این بیماری در آمریکا سالیانه مبلغی بالغ بر یکصد میلیون دلار برآورد شده است که علاوه بر خسارت مالی به علت توکسین‌زا بودن اغلب گونه‌های فوزاریوم، خطر جدی برای سلامت انسان و دام به شمار می‌روند [Marasas et al., 1984]. بیماری پوسیدگی خشک در غده‌هایی که در زمان برداشت، درجه‌بندی و حمل و نقل زخمی شده و فرصت لازم برای تکمیل دوره‌ی ترمیم و چوب پنبه‌ای شدن به بافت زخمی داده نشده است، بوجود می‌آید [Boyd, 1979; Hudson and Orr, 1997]. حساسیت غده‌ها نسبت به عامل بیماری پس از دو ماه انبارداری افزایش می‌یابد و گسترش بیماری سه ماه پس از شروع زمان انبارداری اتفاق می‌افتد [Guenthner, 2001]. کشت غده‌های بذری آلوده موجب پوسیدگی غده‌ها و اندام‌های بذری جدید شده و کاهش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه کاهش عملکرد را در بر خواهد داشت [Theron and Holz, 1991]. این بیماری بیش از ۶۰ درصد محصول انبار شده را در معرض خطر پوسیدگی قرار می‌دهد که در ۶-۲۵٪ از محصول انبار شده علایم مشاهده می‌شود [Carnegia et al., 1990].

۱-۵- گونه‌های مختلف فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک در جهان

گونه‌های مختلفی از جنس فوزاریوم از سراسر جهان به عنوان عامل بیماری پوسیدگی خشک سیب‌زمینی گزارش شده اند. اما در هر کشور تنها یک الی دو گونه از نظر فراوانی و شدت بیماری‌زایی در اولویت قرار دارند. تا کنون ۱۳ گونه *Fusarium* به عنوان عوامل مهم پوسیدگی خشک سیب‌زمینی معرفی شده‌اند [Cullen et al., 2005]. ویزر در سال ۱۹۷۵ پوسیدگی خشک را یکی از مهمترین بیماری‌های انباری غده‌های سیب‌زمینی در آفریقای جنوبی معرفی و عامل این بیماری را چند گونه فوزاریوم معرفی کرد و خسارت‌زاترین آن‌ها را گونه *Fusarium solani* اعلام کرد[Visser, 1975]. طی تحقیقاتی در آمریکا مشخص گردید که ۲۴ تا ۳۸٪ از ضایعات سیب زمینی طی سه ماهه اول انبارداری مربوط به عوامل بیمارگر می‌باشد [Varns et al., 1985]. گونه *F. sulphureum* مهمترین عامل بیماری در شمال آمریکا و اروپا [Mecteau et al., 2002; Stevenson et al., 2001; Hanson et al., 1995; Hide et al., 1992] و گونه *F. solani* عامل اصلی بیماری در انگلستان معرفی شده است [Peters et al., 2004].

گونه‌هایی از قبیل *F. crookwellens*، *F. acuminatum*، *F. oxysporum*، *F .lateritium*، *F. culmorum*، *F. avenaceum*، *F. reticulatum*، *F. scirpi*، *F. semitectum*، *F. graminearum*، *F. equiseti* از نقاط مختلف

جهان به عنوان عوامل بیماری گزارش شده‌اند [Theron and Holz, 1991; Cullen et al., 2005; Seppanen, 1981; Hanson et al., 1996]. در گزارشی در مجله بیماری‌های گیاهی میشیگان که توسط فیلیپ و همکاران از دانشگاه ایالتی میشیگان ایالات متحده منتشر شده است، گونه‌های *F. sambucinum*، *F. avenaceum* و *F. solani* به عنوان عوامل اصلی ایجاد کننده بیماری پوسیدگی خشک معرفی شدند [Phillip et al., 2007]. گونه‌های *F. culmorum*، *F. avenaceum* و *F. oxyporum* از سایر نقاط جهان به عنوان عوامل بیماری پوسیدگی خشک گزارش شده‌اند [Theron and Holz, 1991]. در سال ۱۹۸۹ ترون و هولز [Theron and Holz, 1989] عامل پوسیدگی خشک سیب‌زمینی در مزارع آفریقای جنوبی را هشت گونه از قارچ فوزاریوم معرفی کردند. همچنین گونه‌ی *F. sambusinum* در آمریکا، بریتانیا و ساحل عاج، گونه *F. solani* در اروپا و آمریکای شمالی، گونه *F . avenaceaum* در فنلاند، گونه *F. equiseti* در هند، گونه های *F. oxysporum* و *F. sporotrichoiodes* در کشورهای مصر، آفریقای جنوبی و ایرلند شمالی به عنوان گونه‌های غالب شناسایی شده‌اند.

صنعت سیب زمینی یکی از مهمترین و مشهورترین صنایع کشاورزی شهر ساسکاچوان در کشور کانادا می‌باشد. به منظور حفظ این اعتبار، دانشگاه این شهر با همکاری بیش از ۲۰۰۰ واحد تولیدی و ۳۵ انبار ذخیره‌سازی سیب زمینی در سال‌های زراعی ۱۹۹۷-۱۹۹۹ میلادی مطالعاتی به منظور شناسایی گونه‌های مولد بیماری پوسیدگی خشک انجام دادند و گونه‌های *F. sambucinum*، *F. acuminatum*، *F. equiseti*، *F. solani*، *F. semitectum*، *F. flociferum* و *F. acuminatum* به عنوان عوامل پوسیدگی خشک سیب‌زمینی شناسایی شدند [Jill and Waterer, 1999]. در طی تحقیقی در دانشگاه آیداهو روی بیماری‌های قارچی سیب زمینی در سال ۲۰۰۶، گونه‌های *F. sambucinum* و *F. coeruleum* به عنوان عوامل ایجاد پوسیدگی خشک در انبارهای این ایالت معرفی شدند [Olsen et al., 2006]. عوامل بیماری پوسیدگی خشک در کشور لهستان طی تحقیقی در سال ۲۰۰۸ به کمک روش‌های مورفولوژیکی و مولکولی شناسایی شدند و در نتیجه گونه‌های *F. sambucinum* و *F. solani* به عنوان عوامل اصلی پوسیدگی خشک، و گونه‌های *F. sulphureum*، *F. coeruleum*، *F. oxysporum*، *F. avenaceum*، *F. culmorum* و *F. equiseti* نیز به عنوان عواملی با اهمیت کمتر تعیین شدند[Lenc and Sadowski, 2008].

در بررسی آماری فراوانی گونه‌های فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک که از سال۲۰۰۱ الی۲۰۰۶ در شهر چارلوت تون کانادا انجام شد، گونه *F. sambucinum* با فراوانی ۴۰-۷۰ درصد به عنوان مهمترین عامل ایجاد کننده پوسیدگی خشک و گونه *F. coeruleum* با فراوانی۲۰-۴۰ درصد به عنوان دومین عامل و گونه *F. avenaceum* با فراوانی۲۰-۱۰ درصد به عنوان سومین عامل ایجاد بیماری معرفی گردیدند. شایان ذکر است که در این تحقیق مخلوط این قارچها هم زمان در

یک رقم سیب زمینی به صورت واضح دیده نشد. در همان تحقیق گونه‌های *F. crookwellense*، *F. sporotrichioides* و *F. oxysporum* در تعدادی از غده‌های آلوده در چندین مرحله مشاهده شدند [Peters, 2006].

در مطالعات مشترک بین دانشگاه ایالتی اورگون و انجمن کشاورزان تولید کننده محصولات ارگانیک در اورگون و واشنگتن به منظور شناسایی عامل ناهنجاری‌های غده‌های سیب‌زمینی گونه‌های *F. sambucinum*، *F. solani* و *F. avenaceum* به عنوان عوامل اصلی پوسیدگی خشک سیب زمینی در انبارهای این ایالت‌ها معرفی شدند [Selman et al., 2008].

در بررسی مقاومت ارقام مختلف سیب زمینی به پوسیدگی خشک که در سانجرویل آمریکا صورت گرفت، پس از جداسازی و شناسایی گونه‌های قارچ فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک که شامل *F. roseum*، *F. avenaceum*، *F. sambucinum* و *F. coeruleum* بودند، از بین ۱۳ رقم و ۲۴۷ کلون مختلف، تفاوت‌هایی در مقاومت به یک یا چند گونه فوزاریوم مشاهده گردید، به طوری که کلون *B7200-33* بیشترین مقاومت را به هر چهار گونه فوزاریوم عامل بیماری از خود نشان داد [Leach and Webb, 1980].

۱-۶- فراوانی و میزان بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریومی عامل پوسیدگی خشک

در مطالعه‌ای که توسط پترز و لیس [Peters and Lees, 2004] انجام شد، از ۲۱۹ محموله سیب زمینی با۱۰۹۵۰ غده آلوده به پوسیدگی خشک، ۲۱۷ جدایه از گونه‌های مختلف قارچ *Fusarium* جداسازی شدند. فراوانی گونه *F. sulphureum* در مقایسه با سایر گونه‌ها کمتر بود. با این حال میزان بیماری‌زایی این گونه در مقایسه با سایر گونه‌ها قابل ملاحظه و در حدود ۱۳٪ بود. گونه *F. avenceum* با نرخ بیماری‌زایی پایین، اما گونه *F. hermes* بالاترین نرخ بیماری‌زایی را داشت. در سال زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۰ گونه *F. coeruleum* از نظر تعداد با ۳۹٪ فراوانی در رده اول و سپس گونه‌های *F. culmorum* و *F. avenceum* به ترتیب با۲۰٪ و ۱۶٪ فراوانی در رده‌های بعدی قرار داشتند، اما شیوع آن‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای از سالی به سال دیگر متفاوت بود. در رتبه چهارم گونه *F. sulphureum* قرار داشت. همه جدایه‌های *F. sulphureum* به تیوبندازول حساسیت شدید نشان دادند. جدایه‌های *F. avenceum*، *F. coeruleum* و *F. culmorum* به طور کامل به تیوبندازول حساسیت نشان دادند. هر چهار گونه فوزاریوم به ایمازالیل حساسیت نشان دادند و این ماده می‌تواند به عنوان یک قارچکش عمل کند. مقاومت ارقام مختلف در واکنش به جدایه‌های مختلف فوزاریوم متفاوت بود. همچنین نتایج نشان داد که مقاومت بر سازگاری نیز در گونه‌های مختلف متفاوت است. در نهایت گونه‌های

مختلف *Fusarium* به عنوان عامل آلودگی۷۰ الی ۱۰۰٪ غده‌های انبار شده معرفی شدند که بسته به شدت آلودگی در سال‌های مختلف ، ۳۵۰۰۰۰ تن از محصول را در کشور اسکاتلند نابود می‌کنند و موجب بروز مشکلات اقتصادی می‌گردند.

۱-۷- تغییر پذیری قدرت بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریوم

بررسی‌های به عمل آمده توسط لووک در شناسایی گونه‌های مختلف فوزایوم عامل پوسیدگی خشک در کشور استونی در دو دوره مختلف از سال‌های ۱۹۸۱-۱۹۷۷ و۱۹۹۶-۲۰۰۰ نشان دهنده تغییر توانایی گونه‌های مختلف فوزاریوم در این دو دوره در ایجاد بیماری پوسیدگی خشک بوده است. نتایج این بررسی نشان داد که در دوره اول گونه *F. coeruleum* با ۱۶/۸ درصد آلوده‌سازی غده‌ها در رده اول و در دوره دوم نیز با ۲۶/۷٪ طی چهار سال همچنان در رده اول قرار داشت. گونه *F. solani* از ۰/۶٪ در دوره اول به ۲۰ درصد در دوره دوم رسید و رده دوم را به خود اختصاص داد. گونه *F. poae* از ۱/۳٪ به ۱۵٪ رسید و گونه *F. oxysporum* از ۱/۷٪ به ۱۳/۳٪ افزایش یافت. با این حال قدرت آلوده‌سازی گونه *F. sambucinum* از دوره اول به دوره دوم به حدود صفر رسید. توانایی آلوده‌سازی *F. verticilliodes* از ۰/۶٪ به ۵٪ افزایش یافت. در دوره دوم گونه *F. equiseti* مشاهده نشد، در حالی که در دوره اول جزء گونه‌های شناسایی شده بود [Loivek, 2006].

۱-۸- کنترل بیماری پوسیدگی خشک سیب‌زمینی

۱-۸-۱- کنترل با استفاده از نمک

در مطالعه‌ای که به منظور بررسی اثر نمک‌های مختلف روی رشد گونه‌های *F. solani* و *F. coeraleum* به عنوان عوامل اصلی ایجاد کننده پوسیدگی خشک در شرایط آزمایشگاه انجام شد، مشخص گردید که کلرید آلومینیوم تأثیر بیشتری در کاهش پوسیدگی خشک نسبت به سایر نمک‌ها داشته است [Melanie et al., 2008].

۱-۸-۲-کنترل بیولوژیکی عامل پوسیدگی خشک فوزاریومی با استفاده از باکتری ها

بر اساس بررسی انجام یافته به منظور کنترل بیولوژیک عامل بیماری پوسیدگی خشک در انبارهای ایالت آیداهو و داکوتای شمالی در ایالات متحده که در سال ۲۰۰۰ میلادی توسط شیسلر و همکاران انجام گرفت، استفاده از

Pseudomonas fluorescens (s22:To4) با غلظت ۱×۱۰^{۸} *cfu/ml* سلول باکتری در هر میلی لیتر باعث کاهش بیماری پوسیدگی خشک ناشی از گونه‌های *F. solani* و *F. coeruleum* در انبارهای داکوتای شمالی گردید.

در تحقیقی که به همین منظور در کشور کانادا توسط مارلین و همکاران در سال ۲۰۰۸ صورت گرفت، تلقیح باکتری *Serratia polymuthica*، در بیش از ۶۰ درصد غده‌ها موجب نابودی قارچ *F. sambucinum* شد و پیشروی بیماری پوسیدگی خشک متوقف گردید. استفاده همزمان از باکتری *Serratia grimesii* و *S. plymuthica* درصد توقف بیماری در غده‌های آلوده را به ۹۷-۹۶ درصد افزایش داد. البته با توجه به خطرات احتمالی باکتری‌های فوق برای انسان، مطالعات بیشتر برای استفاده از آن‌ها ضروری است[Marilyn et al., 2008]. تاثیر باکتری *Pseudomonas* spp. در کاهش فعالیت قارچ فوزاریوم به علت رقابت در جذب آهن در کالیفرنیا به اثبات رسیده است. همچنین مزارعی که حاوی میکروارگانیزم‌های آکتینومایست بوده‌اند، در کاهش فعالیت فوزاریوم نقش موثری داشته‌اند [Parker, 1985].

۱-۸-۳- کنترل بیولوژیکی عامل پوسیدگی خشک با استفاده از قارچ *Trichoderma spp.*

گونه‌های مختلف *Trichoderma* از جمله گونه‌های *Trichoderma viride*، *Trichoderma longibrachianum*، *Trichoderma virins*، *Trichodrma harizanum* در کنترل فعالیت‌های بیولوژیک گونه‌های فوزاریوم نقش عمده‌ای ایفا می‌نمایند[صارمی و زند، ۱۳۸۲]. زهرابه تولیدی *Trichodrma harizanum* باعث کاهش جمعیت قارچ فوزاریوم گردیده و به این طریق کنترل بیولوژیکی قارچ به وسیله قارچ را اعمال می‌کند[Sivan and Chet., 1986]. همچنین این قارچ می‌تواند با تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در اطراف سیستم ریشه در کنترل *F . oxysporum* موثر می‌باشد [Chet, 1987].

۱-۸-۴- کنترل شیمیایی گونه‌های مختلف فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک

در تحقیقی که روی تأثیر پنج ماده شیمیایی غیر زنده در کنترل و درمان بیماری پوسیدگی خشک سیب‌زمینی انجام گرفت، گروه تحقیق با جداسازی گونه‌های مختلف فوزاریوم عامل بیماری در کشور تونس، *F. roseum* و *F. sambucinum* را به عنوان عوامل اصلی ایجاد پوسیدگی خشک در انبارهای این کشور معرفی نمودند و ماده شیمیایی اسید بتا آمینوبیوتریک (*BABA*) را به همراه اسید سالسیلیک و بنزو تیادیازول در کنترل و درمان پوسیدگی خشک موثرتر از کاربندازیم و اپوکسی کونازول دانستند [Trabelsi and Mohamed, 2009].