بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده آب و خاک - گروه علوم خاک

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)
در رشته علوم خاک

مقایسه روش‌های ارزیابی وضعیت تغذیه آهن در باغات هلوی استان گلستان

پژوهش و نگارش:
مریم امامی

استاد راهنما:
دکتر اسماعیل دردی پور

اساتید مشاور:
دکتر فرهاد خرمالی
دکتر مجتبی بارانی مطلق

۱۳۸۹

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به‌منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **مریم امامی** دانشجوی رشته‌ی **علوم خاک** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به

پدرم،

مادرم،

همسرم،

و خواهرم

تقدیر و تشکر

سپاس بی‌کران یگانه خالقم که مرا به رفیع ترین روشنایی‌ها هدایت کرد و راهم را به نورهمیشه فروزان دانش، روشن ساخت. پس از در بندگی خاضعانه ستایشش می‌کنم و در ادامه این راه ،معرفت نفس خویش را از او طلب می‌نمایم.

سپاس ویژه خود را تقدیم می کنم به خانواده ارجمندم به ویژه پدر و مادرم به واسطه تشویق‌ها و حمایت‌های بی‌پایان شان که مرا در وادی دانش اندوزی پرورش دادند و اول بار با آیین علم آموزی آشنا نمودند. از خداوند مهرپیشه سلامتی و سربلندی شان را طلب می کنم.

در مسیری که برگزیدم همسفرانی راهبرم بودند که حضورشان همچون ستارگانی پر نور، فروزنده راهم بود واز این رو بر خود واجب می‌دانم مراتب بی پایان سپاس و تقدیرم را نثارشان کنم. بیش ازهمه استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتراسماعیل دردی‌پور که هدایت‌ها و رهنمودهای ارزنده‌شان چراغی شد فرا رویم که تا پایان راه روشنگر لحظه‌هایم خواهد بود و اگر نبود این هدایت‌ها و رهنمودها، بی شک طی این راه، بس مشکل و چه بسا ناممکن می‌گردید. صبر، سعه صدر و نیک اندیشی ایشان درس‌هایی است که هرگز از یاد نخواهم برد.

تقدیر و سپاس نثار مشاورین محترم جناب آقای دکتر مجتبی بارانی‌مطلق و جناب آقای دکتر فرهاد خرمالی که مصاحبت و مشورت با ایشان را مایه فخر خویش می‌دانم و شاگردی در مکتب‌شان افتخاری است که به آن می‌بالم.

از داوران گرامی جناب آقای دکتر قلی‌زاده و جناب آقای دکتر کیانی و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر زینلی که مطالعه این پایان‌نامه را قبل از ارائه تقبل نمودند و با رهنمودهای ارزشمندشان مرا در ارائه بهتر مطالب یاری کردند سپاسگزارم.

از راهنمایی‌ها و مساعدت‌های اساتید گروه خاکشناسی جناب آقای دکتر علمائی، جناب آقای دکتر موحدی‌نائینی سپاسگزارم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه، جناب آقای مهندس‌علائدین و مهندس عجمی کمال تشکر را دارم.

از مسولین محترم شرکت کشاورزی و دامپروری ران به ویژه مهندس مظاهر علیپور جهت همکاری خاضعانه‌شان کمال سپاس را دارم.

از همکاری همه دوستان خوبم کمال تشکر را دارم.

چکیده

آهن یک عنصر کم مصرف ضروری برای گیاهان است. کلروز آهن یک مشکل مهم درختان هلو در خاک‌های آهکی که بیش از ٦٠ درصد خاک‌های ایران را شامل می‌شود، می‌باشد. هدف از تحقیق، تعیین حد بحرانی آهن در خاک، حد کفایت آهن در برگ هلو، مقایسه روش‌های مختلف عصاره‌گیری آهن و انتخاب بهترین عصاره‌گیر برای تعیین وضعیت تغذیه آهن بود. به این منظور نمونه‌های مرکب خاک از دو عمق ٣٠-٠ و ٦٠-٣٠ سانتی‌متر باغات هلو در سطح استان برداشته شد. آزمایشی به‌صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اصلی خاک ٢٤ باغ و فاکتور فرعی تیمارهای آهن شامل (Fe_0Zn_0, Fe_0Zn_1, and Fe_1Zn_1) از منبع سکوسترین آهن ١٣٨ (٦٪) در مقادیر ٠ و ١٠ کیلوگرم در هکتار به صورت نواری در سایه انداز درخت زیر خاک در چهار تکرار بود. مقادیر آهن خاک‌ها با چهار عصاره‌گیر DTPA، AB-DTPA، هیدروکسیل آمین‌هیدروکلراید و مهلیچ١ استخراج و با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. نتایج مقایسات میانگین، بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار مصرف سکوسترین آهن بر غلظت آهن در گیاه بود. حد بحرانی آهن بر اساس روش کیت نلسون تصویری و با استفاده از عصاره‌گیر DTPA برای غلظت نسبی آهن کل، آهن فعال و شاخص کلروفیل متری به‌ترتیب ٦، ٦/٥ و ٥/٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم، با روش AB-DTPA به‌ترتیب ١٣، ١٤ و ١٣ میلی‌گرم بر کیلوگرم و با روش هیدروکسیل آمین هیدروکلراید به‌ترتیب ٥٠، ٥٥ و ٦٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. AB-DTPA به‌عنوان بهترین عصاره‌گیر انتخاب شد. زیرا بیشترین همبستگی را با شاخص کلروفیل متری داشت (**٠/٦٧= r). حد کفایت آهن در برگ هلو با روش بازرسی چشمی، برای غلظت آهن کل وغلظت آهن فعال به‌ترتیب ١٠٠ و ٣٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. حد کفایت آهن برای شاخص کلروفیل متری ٣٠ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آهن، هلو، عصاره گیرها، حد بحرانی، حد کفایت

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تولید هلو در جهان ۲

۱-۳- تولید هلو در ایران ۳

۱-٤- تولید هلو در استان گلستان ۳

۱-۵- گسترش کلروز آهن در جهان ۳

۱-٦- گسترش کلروزآهن در ایران و استان گلستان ۳

۱-۷- اهمیت انجام آزمایش ٤

۱-۸- سوالات تحقیق ۵

۱-۹- اهداف تحقیق ۵

فصل دوم: مرور منابع علمی

۲-۱- چرخه آهن ۸

۲-۲- آهن در گیاه ۸

۲-۲-۱- شکل‌های آهن در گیاه ۸

۲-۲-۲- رابطه مقدار آهن برگ و کلروفیل ۹

۲-۲-۳- علائم ظاهری و ساختمانی ناشی از کمبود آهن ۹

۲-۲-٤ - غیرفعال شدن آهن در برگ‌ها ۱۱

۲-۳- آهن در خاک ۱۲

۲-۳-۱- کانی‌های حاوی آهن ۱۲

۲-۳-۲- اکسیدهای آهن ۱۲

۲-۳-۳- کانی‌های سیلیکاتی حاوی آهن ۱۳

۲-٤- عوامل مؤثر بر شیوع کمبود آهن ۱٤

۲-٤-۱- اثر پ. هاش ۱٤

۲-٤-۲- اثر تهویه ۱٤

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-٤-۳- اثر درجه حرارت ۱۵
۲-٤-٤- اثر شوری ۱۵
۲-٤-۵- اثر مواد آلی ۱۵
۲-٤-٦- اثر یون بیکربنات ۱٦
۲-٤-۷- اثر کربنات کلسیم و روابط آبی گیاه ۱۷
۲-٤-۸- برهم کنش آهن و عناصر دیگر ۱۷
۲-٤-۸-۱- برهم کنش آهن و پتاسیم ۱۷
۲-٤-۸-۲- برهم کنش آهن و فسفر ۱۸
۲-٤-۸-۳- برهم کنش آهن و سایرعناصر کم‌مصرف ۱۸
۲-۵- روش‌های رفع کمبود آهن ۱۹
۲-۵-۱- تزریق محلول حاوی آهن به تنه درختان ۱۹
۲-۵-۲- محلولپاشی برگی ۱۹
۲-۵-۳- کاربرد خاکی منابع آهن به ویژه کلات‌های آهن ۱۹
۲-۵-٤- پاسخ گیاهان به مصرف خاکی کلات آهن به ویژه سکوسترین آهن ۲۰
۲-٦- ارزیابی حاصلخیزی خاک ۲۰
۲-٦-۱- روش‌های ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک ۲۰
۲-٦-۱-۱- علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی در گیاه ۲۰
۲-٦-۱-۲-تجزیه گیاه ۲۱
۲-٦-۱-۳- آزمایشات زیست شناختی ۲۱
۲-٦-۱-٤- آزمون خاک ۲۱
۲-۷- انواع روش‌های عصاره‌گیری آهن ۲٤
۲-۷-۱- روش عصاره‌گیری مهلیچ ۱ ..... ۲۵
۲-۷-۲- روش عصاره‌گیری DTPA ۲۵
۲-۷-۳- روش عصاره‌گیری AB-DTPA ۲٦

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۷-٤- روش عصاره‌گیری هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ۲۷
۲-۸- شاخص‌های ارزیابی وضعیت تغذیه آهن در گیاه ۲۸
۲-۸-۱-آهن کل در گیاه ۲۸
۲-۸-۲- آهن فعال در گیاه. ۲۸
۲-۹- حد بحرانی ۲۹
۲-۹-۱- روش‌های تعیین حد بحرانی ۲۹
۲-۹-۱-۱- روش بازرسی چشمی ۲۹
۲-۹-۱-۲- روش کیت نلسون ۲۹
۲-۹-۱-۳- روش رگرسیون ۳۰

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه ۳۲
۳-۱-۲- اقلیم ۳۳
۳-۱-۳- زمین‌شناسی ۳٤
۳-۱-٤- پوشش گیاهی و کاربری اراضی ۳٤
۳-۲- مطالعات و اندازه‌گیری‌های صحرایی و نمونه‌برداری خاک ۳٤
۳-۲-۱- نمونه‌برداری خاک ۳٤
۳-۲-۲- مطالعات آزمایشگاهی ۳۵
۳-۲-۲-۱- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها ۳۵
۳-۲-۲-۲- آزمایشات اختصاصی ۳۵
۳-۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری ۳۹

فصل چهارم: نتایج و بحث

٤-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه ٤۲
٤-۲- میزان آهن استخراجی با روش‌های عصاره‌گیری مختلف ٤۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

٤-٢-١- میزان آهن استخراجی با روش عصاره‌گیری DTPA ٤٥
٤-٢-٢- میزان آهن استخراجی با روش عصاره‌گیری AB-DTPA ٤٦
٤-٢-٣- میزان آهن استخراجی به روش عصاره‌گیری هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ٤٦
٤-٢-٤- میزان آهن استخراجی با روش عصاره‌گیری مهلیچ۱ ..... ٤٧
٤-٢-٥- مقایسات میانگین میزان آهن استخراجی با روش‌های مختلف عصاره‌گیری ٤٧
٤-٣- تجزیه گیاه ٥٦
٤-٣-١- تجزیه واریانس میزان آهن کل، آهن فعال و شاخص کلروفیل‌متری در باغات هلو ٥٦
٤-٣-٢- آهن کل در برگ ٥٦
٤-٣-٣- آهن فعال در برگ ٥٦
٤-٣-٤- میزان شاخص کلروفیل‌متری ٥٧
٤-٤- همبستگی خطی ساده میان مقادیر آهن استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها ٦٢
٤-٥- همبستگی خطی ساده میان میزان آهن استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ٦٣
٤-٦- همبستگی خطی ساده میان آهن استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها با شاخص‌های گیاهی ٦٤
٤-٧- همبستگی خطی ساده میان بین غلظت آهن کل، آهن فعال و شاخص کلروفیل‌متری ٦٦
٤-٨- تعیین حد بحرانی ٦٧
٤-٨-١- حد بحرانی آهن با روش بازرسی چشمی ٦٧
٤-٨-٢- حد بحرانی آهن با روش کیت نلسون تصویری ٦٨
٤-٨-٢-١- حد بحرانی با روش عصاره‌گیری DTPA ٦٨
٤-٨-٢-٢- حد بحرانی با روش AB-DTPA ٦٩
٤-٨-٢-٣- حد بحرانی با روش هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ٦٩
٤-٨-٢-٤- حد بحرانی با روش مهلیچ۱ ..... ٧٢
٤-٨-٣- حد بحرانی آهن با روش رگرسیونی ٧٢
٤-٨-٣-١- حد بحرانی با روش DTPA ٧٢
٤-٨-٣-٢- حد بحرانی با روش AB-DTPA ٧٣

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

٤-٨-٣-٣- حد بحرانی آهن بر اساس روش هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ٧٤
٤-٩- مقایسه روش‌های عصاره‌گیری ٧٤
٤-١٠- تعیین حد کفایت آهن در برگ‌ها به روش بازرسی چشمی ٧٧
٤-١١- نتیجه‌گیری ٧٩
٤-١٢- پیشنهادات ٨١
فهرست منابع ٨٣
ضمیمه ٨٩

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) خلاصه روش‌های مورد استفاده برای تعیین آهن قابل استفاده در خاک‌ها ۲٤
جدول (۲-۲) ثابت‌های پایداری بعضی کمپلکس‌های Fe^{+2} و Fe^{+} ۲۹
جدول (۳-۱) مشخصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳۲
جدول (٤-۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه ٤۲
جدول (٤-۲) میزان آهن استخراجی با روش عصاره‌گیری DTPA ٤۸
جدول (٤-۳) میزان آهن استخراجی با روش عصاره‌گیری AB-DTPA ۵۰
جدول (٤-٤) میزان آهن استخراجی با روش هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ۵۲
جدول (٤-۵) میزان آهن استخراجی به روش مهلیچ ۱ ..... ۵۳
جدول (٤-٦) نتایج تجزیه واریانس غلظت آهن در خاک ۵۵
جدول(٤-۷) نتایج تجزیه واریانس میزان آهن کل و آهن فعال و شاخص کلروفیل متری در باغات هلو ... ۵۷
جدول (٤-۸) آهن کل در نمونه‌های برگی با روش خشک سوزانی ۵۹
جدول (٤-۹) میزان کلروفیل قرائت شده با دستگاه کلروفیل‌مترمدل (Minolta SPAD-502) ٦۰
جدول (٤-۱۰) آهن فعال در نمونه‌های برگی با روش O-Ph ٦۱
جدول (٤-۱۱) همبستگی خطی ساده میان مقادیرآهن استخراجی به وسیله عصاره‌گیرها از متوسط دو عمق ٦۳
جدول (٤-۱۲) همبستگی خطی ساده میان روش‌های عصاره‌گیری آهن و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در متوسط دو عمق ٦٤
جدول (٤-۱۳) همبستگی خطی ساده میان میزان آهن استخراجی از متوسط دو عمق با مقدار مطلق چند شاخص گیاهی ٦۵
جدول (٤-۱٤)- همبستگی خطی ساده میان میزان آهن استخراجی از متوسط دو عمق با مقدار نسبی چند شاخص گیاهی ٦٦
جدول (٤-۱۵)- همبستگی خطی ساده میان بین غلظت آهن کل،آهن فعال و شاخص کلروفیل‌متری در برگ هلو ٦٦
جدول (٤-۱٦)- معادلات رگرسیونی برای پیش بینی حد بحرانی آهن با روش‌های مختلف بر اساس سه پارامتر غلظت آهن کل، غلظت آهن فعال و شاخص کلروفیل‌متری ۷٦

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- نمودار چرخه آهن در خاک ۸
شکل ۲-۲- علائم کمبود آهن در هلو ۱۰
شکل ۲-۳ - برش عرضی سطح برگ ۱۰
شکل ۲-٤- ساختمان مولکولی کلات‌های شیمیایی آهن (III) ۱۹
شکل ۲-۵- نمایش هندسی نشان دهنده پخشیدگی کلات، کاهیده شدن و جذب آن در مجاورت ریشه گیاهان برای ارزیابی جذب آهن ۲٦
شکل ۳-۱- موقعیت پراکنشی نقاط نمونه برداری در سطح استان گلستان ۳۳
شکل ٤-۱- پراکنش آهن خاک‌های مورد مطالعه با روش عصاره‌گیری DTPA ۵۰
شکل ٤-۲- پراکنش آهن خاک‌های مورد مطالعه با روش عصاره‌گیری AB-DTPA ۵۱
شکل ٤-۳- پراکنش آهن خاک‌های مورد مطالعه با روش عصاره‌گیری هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید ۵۳
شکل ٤-٤- پراکنش آهن خاک‌های مورد مطالعه با روش عصاره‌گیری مهلیچ۱ ..... ۵٤
شکل٤-۵- مقایسه میانگین آهن استخراج شده توسط عصاره‌گیرها از دو عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ ..... ۵۵
شکل ٤-٦- مقایسه میانگین غلظت آهن کل (الف)، غلظت آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل متری (ج) در برگ هلو ۵۸
شکل٤-۷-حدبحرانی آهن براساس روش بازرسی‌چشمی و با استفاده از روش‌عصاره‌گیریDTPA ٦۷
شکل٤-۸-حدبحرانی آهن براساس روش بازرسی‌چشمی و با استفاده از روش‌عصاره‌گیریAB-DTPA.. ٦۷
شکل ٤-۹- حد بحرانی آهن بر اساس روش بازرسی چشمی و با استفاده از روش عصاره‌گیری هیدروکسیل آمین هیدروکلراید ٦۸
شکل ٤-۱۰- حد بحرانی آهن بر اساس روش کیت نلسون تصویری و با استفاده از روش عصاره گیری DTPA و غلظت نسبی آهن کل(الف)و غلظت نسبی آهن فعال (ب) وشاخص کلروفیل متری(ج) در برگ هلو ۷۰
شکل ٤-۱۱- حد بحرانی آهن بر اساس روش کیت نلسون تصویری و با استفاده از روش عصاره گیری AB-DTPA و غلظت نسبی آهن کل (الف) و غلظت نسبی آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) ۷۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ٤-١٢- حد بحرانی آهن با استفاده از روش کیت نلسون تصویری و روش عصاره‌گیری هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید و غلظت نسبی آهن کل (الف) و غلظت نسبی آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) در برگ هلو ٧١
شکل ٤-١٣- حد بحرانی آهن بر اساس روش کیت نلسون تصویری و با استفاده از روش عصاره گیری مهلیچ ١ غلظت نسبی آهن کل (الف) و غلظت نسبی آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) ٧٢
شکل ٤-١٤- حد بحرانی آهن بر اساس روش رگرسیون غیرخطی تکه‌ای و با استفاده از روش عصاره‌گیری DTPA وغلظت آهن کل (الف) غلظت آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) ٧٥
شکل ٤-١٥- حد بحرانی آهن بر اساس روش رگرسیون غیرخطی تکه‌ای و با استفاده از روش عصاره‌گیری AB-DTPA و غلظت نسبی آهن کل (الف)، غلظت نسبی آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) ٧٥
شکل ٤-١٦- حد بحرانی آهن بر اساس روش رگرسیون غیرخطی تکه‌ای و با استفاده از روش عصاره‌گیری هیدروکسیل‌آمین هیدروکلراید و غلظت آهن کل (الف) و غلظت آهن فعال (ب) و شاخص کلروفیل‌متری (ج) ٧٦
شکل٤-١٧- حد کفایت آهن کل در برگ به روش بازرسی چشمی ٧٨
شکل ٤-١٨- حد کفایت آهن فعال در برگ به روش بازرسی چشمی ٧٨
شکل ٤-١٩- حد کفایت کلروفیل در برگ به روش بازرسی چشمی ٧٨

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

آهن اولین عنصرکم‌مصرفی بود که ضرورت آن برای زندگی گیاهان شناخته شد. این ضرورت در سال ۱۸٤٤ توسط Gris فرانسوی درجریان رفع کلروز در انگور از طریق محلولپاشی با سولفات آهن ثابت شد (نیجار، ۱۹۹۰). اگرچه آهن در همه خاکها فراوان است، اما تمام آهن موجود در خاک برای همه گونه‌های گیاهی قابل استفاده نیست. کلروز آهن کمیت وکیفیت محصول را می‌کاهد. این مسئله به ویژه درخاک‌های آهکی و قلیایی نواحی خشک و نیمه‌خشک و همچنین برخی از خاک‌های شنی رایج است (مورت وت، ۱۹۹۱). انواع میوه‌های خزان‌کننده در سطح وسیعی از جهان، جایی که شرایط اقلیمی و رطوبتی مناسب است رشد می‌کنند. گونه‌های خزان‌کننده اغلب در عرض‌های جغرافیایی متوسط ۳۰ تا ۵۰ درجه در نیمکره شمالی و جنوبی کشت می‌شوند. بخش مهمی از درختان میوه در اروپا و مخصوصا در نواحی مدیترانه در خاکهای آهکی و قلیایی واقع شده که مستعد شیوع کلروز آهن می باشند (تاگلیاوینی و رومبلا، ۲۰۰۱). درختان میوه از نظر میزان حساسیت به کلروزآهن متفاوتند. رایج‌ترین ترتیبی که در آن درختان میوه برحسب میزان حساسیت شدید تا کم طبقه بندی شده‌اند، عبارت است از: هلو وگلابی> گیلاس> آلو> زرد آلو> سیب > آلبالو (بارنی و همکاران، ۱۹۸٤).

۱-۲- تولید هلو در جهان

تولید جهانی هلو حدود ۱۰ تا ۱۱ میلیون تن می باشد که دومین مقام را بعد از سیب دارد. کشورهای حوزه مدیترانه در حدود ٤۰ درصد، چین، ژاپن و کره شمالی و جنوبی مجموعاً ۳۰ درصد هلو و شلیل جهان را تولید می‌کنند. چین با تولید سالیانه ۳ میلیون تن بزرگترین تولیدکننده بوده و بعد از آن ایتالیا و ایالات متحده به ترتیب با ۱/٤ و ۱/۳ میلیون تن مقام دوم و سوم را دارند. بنابراین با اینکه تولید هلو در ایالت متحده درحال کاهش و در اروپا ثابت است، در چین و آمریکای جنوبی مخصوصا در شیلی در حال افزایش است. مشکل عمده‌ای که در اغلب کشورها در صنعت هلو به اثبات است، کیفیت اندک میوه، هزینه بالای تولید، رقابت‌های اقتصادی و تولید مازاد بین المللی می باشد (فیدقلی و همکاران، ۱۹۹۸؛ سیاری، ۱۳۸۲).