دانشکده ی علوم کشاورزی

گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش زراعت

عنوان:

بررسی تاثیر کودآلی میسلیومی و نیتروژنه بر خصوصیات کمی و کیفی رقم آگریا سیب‌زمینی در منطقه اردبیل

اساتید راهنما:

دکتر عبدالقیوم قلی‌پوری

دکتر مرتضی برمکی

اساتید مشاور:

مهندس امیراصلان حسین‌زاده

دکتر محمدتقی آل‌ابراهیم

پژوهشگر:

علیرضا قلی‌زاده

تابستان ۱۳۹۲

دانشکده‌ی علوم کشاورزی

گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش زراعت

عنوان:

بررسی تاثیر کودآلی میسلیومی و نیتروژنه بر خصوصیات کمی و کیفی رقم آگریا سیب‌زمینی در منطقه اردبیل

پژوهشگر:

علیرضا قلی‌زاده

ارزیابی وتصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه بادرجه‌ی .....

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
دکتر عبدالقیوم قلی‌پوری	استادیار	استاد راهنمای اول و رییس کمیته‌ی داوران	
دکتر مرتضی برمکی	استادیار	استاد راهنمای دوم	
مهندس امیراصلان حسین‌زاده	مربی پژوهشی پایه هفده	استاد مشاور اول	
دکتر محمدتقی آل ابراهیم	استادیار	استاد مشاور دوم	
دکتر محمد صدقی	دانشیار	داور	

شهریور ۱۳۹۲

نام خانوادگی دانشجو: قلی‌زاده شیخ عظیم‌لو نام: علیرضا

عنوان پایان‌نامه: بررسی تاثیر کودآلی میسلیومی و نیتروژنه بر خصوصیات کمی و کیفی رقم آگریا سیب‌زمینی در منطقه اردبیل

اساتید راهنما: دکتر عبدالقیوم قلی‌پوری-دکتر مرتضی برمکی
اساتید مشاور: مهندس امیراصلان حسینزاده-دکتر محمدتقی آل ابراهیم

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: مهندسی کشاورزی
گرایش: زراعت دانشگاه: **محقق اردبیلی**
دانشکده: علوم کشاورزی تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۶/۱۶ تعداد صفحات: ۸۵

چکیده:

به منظور بررسی اثر کودآلی میسلیومی و نیتروژنه بر روی برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل(سامیان) انجام شد. در این آزمایش عامل اول کودآلی میسلیومی در سه سطح(محلول صفر، ۵ و ۲/۵ درصد) و عامل دوم کود نیتروژنه در دو سطح(صفر و ۲۵۰کیلوگرم در هکتار)بود. نتایج حاصل نشان داد که اثر اصلی کودآلی میسلیومی و کود نیتروژنه روی صفات عملکرد تک‌بوته، عملکردکل، عملکرد قابل‌فروش، میزان کلروفیل برگ، درصد و عملکرد پروتئین غده، درصد ازت غده، درصد نشاسته، درصد کلسیم غده و میزان نیترات غده معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که اثر اصلی کودآلی میسلیومی برای صفات درصد اسیدآمینه لیزین، درصد پتاسیم و فسفر غده و اثر اصلی کود نیتروژنه بر صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه و نیز اثر متقابل کودآلی میسلیومی و کود نیتروژنه بر روی صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد تک بوته، عملکردکل و قابل‌فروش، میزان کلروفیل برگ، درصد و عملکرد پروتئین غده، درصد اسیدآمینه‌های لیزین و متیونین، درصد ازت غده، درصد نشاسته و ماده خشک، میزان کلسیم و نیترات غده معنی‌دار بود. کاربرد محلول ۲/۵ و ۵ درصد کودآلی میسلیومی در اکثر صفات اندازه‌گیری شده اثر بهتری داشت و کیفیت غده‌های حاصل از آن‌ها نسبت به کاربرد کود نیتروژنه بالا بود و از نظر کمیت با کود نیتروژنه در یک سطح قرار داشتند. بیشترین میزان عملکردکل و قابل‌فروش (حدود ۳۶ و ۳۳ تن در هکتار)، درصد ماده خشک و نشاسته (۱۸ درصد)، عملکرد تک‌بوته (۴۹۰ گرم)، شاخص کلروفیل (۴۵)، میزان پروتئین (۵/۶ درصد) و اسیدآمینه لیزین (۲/۵ درصد) و متیونین (۰/۴۲درصد)، میزان ازت (۰/۹ درصد) و کلسیم غده (۱/۳ درصد) در کاربرد محلول ۲/۵ و ۵ درصد کودآلی میسلیومی و استفاده توام آن‌ها با نیتروژن به‌دست آمد از طرفی استفاده از محلول ۲/۵ و ۵ درصد کودآلی میسلیومی منجر به‌افزایش جذب عناصر پتاسیم (۲/۳ درصد) و فسفر (۰/۴۳ درصد) و نیز کاهش تجمع نیترات (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گردیدند. به‌طور کلی کودآلی میسلیومی منجر به‌افزایش کمیت و کیفیت سیب‌زمینی در این آزمایش گردید.

کلید واژه‌ها: رقم آگریای سیب‌زمینی، صفات کمی و کیفی، کودآلی میسلیومی، کود نیتروژنه

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب **صفحه**

فصل اول (مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته)

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- تغذیه گیاه..... ۳

۱-۲-۱- کودهای شیمیایی..... ۳

۱-۲-۱-۱- عناصر پرمصرف..... ۳

۱-۲-۱-۱-۱- نیتروژن..... ۴

۱-۲-۱-۱-۲- فسفر..... ۵

۱-۲-۱-۱-۳- پتاسیم..... ۶

۱-۲-۱-۱-۴- منیزیم..... ۷

۱-۲-۱-۱-۵- کلسیم..... ۷

۱-۲-۱-۱-۶- گوگرد..... ۸

۱-۲-۱-۲- عناصر کم‌مصرف..... ۸

۱-۲-۱-۲-۱- آهن..... ۹

۱-۲-۱-۲-۲- مولیبدن..... ۹

۱-۲-۱-۲-۳- روی..... ۱۰

۱-۲-۱-۲-۴-کبالت..... ۱۰

۱-۲-۱-۲-۵-مس..... ۱۰

۱-۲-۱-۲-۶- بر..... ۱۱

۱-۲-۱-۲-۷-منگنز..... ۱۲

۱-۲-۲- مواد آلی..... ۱۳

۱-۲-۲-۱- کشاورزی ارگانیک..... ۱۳

۱-۳- سیب‌زمینی..... ۱۴

۱-۳-۱- مبدا و تایخچه سیب‌زمینی..... ۱۴

۱-۳-۲- مصرف و ارزش غذایی سیب‌زمینی..... ۱۵

۱-۳-۳- خصوصیات گیاه شناسی سیب-

زمینی..... ۱۶

۱-۳-۳-۱- غده سیب‌زمینی..... ۱۷

۱-۳-۳-۲- ریشه سیب-
زمینی..... ۱۸
۱-۳-۳-۳- ساقه و برگ سیب-
زمینی..... ۱۸
۱-۳-۳-۴- استولون..... ۱۹
۱-۳-۳-۵- گل..... ۱۹
۱-۳-۳-۶- میوه..... ۱۹
۱-۳-۳-۷- بذر حقیقی..... ۲۰
۱-۳-۴- بلوغ فیزیولوزیکی..... ۲۰
۱-۳-۴-۱- دوره استراحت..... ۲۰
۱-۳-۴-۲- دوره غالبیت انتهایی..... ۲۰
۱-۳-۴-۳-دوره جوانه‌زنی طبیعی..... ۲۱
۱-۳-۴-۳-دوره پیری..... ۲۱
۱-۳-۵- سازگاری..... ۲۱
۱-۳-۶- ترکیبات غده..... ۲۱
۱-۳-۷- روش های تکثیر سیب-
زمینی..... ۲۲
۱-۳-۷-۱- تکثیر از طریق
غده..... ۲۲
۱-۳-۷-۲- تکثیر از طریق بذر
حقیقی..... ۲۳
۱-۳-۷-۳- تکثیر از طریق کشت
بافت..... ۲۳
۱-۳-۸- خاک..... ۲۴
۱-۳-۹- ارقام..... ۲۴
۱-۴- برسی منابع..... ۲۵
۱-۴-۱- نیتروژن..... ۲۵
۱-۴-۲- کود آلی میسلیومی..... ۳۱
۱-۶- اهداف پژوهش..... ۳۳
فصل دوم (مواد و روش‌ها)
۲-۱- موقعیت جغرافیایی اجرای
آزمایش..... ۳۵
۲-۲- نوع آزمایش..... ۳۵

۲-۳- طرز تهیه کود آلی میسلیومی..... ۳۶
۲-۴- ویژگی‌های رقم آگریا..... ۳۶
۲-۵- عملیات زراعی..... ۳۷
۲-۶- روش اندازه‌گیری صفات..... ۳۹
۲-۶-۱- اندازه‌گیری صفات کمی..... ۳۹
۲-۶-۱-۱- ارتفاع بوته..... ۳۹
۲-۶-۱-۲- قطر ساقه..... ۴۰
۲-۶-۱-۳- تعداد ساقه اصلی..... ۴۱
۲-۶-۱-۴- کلروفیل..... ۴۱
۲-۶-۱-۵- عملکرد تک بوته..... ۴۱
۲-۶-۱-۶- تعداد غده در بوته..... ۴۲
۲-۶-۱-۷- وزن متوسط غده..... ۴۲
۲-۶-۱-۸- وزن مخصوص غده..... ۴۲
۲-۶-۱-۹- عملکرد کل..... ۴۲
۲-۶-۱-۹- عملکرد قابل فروش..... ۴۳
۲-۶-۲- اندازه‌گیری صفات کیفی غده..... ۴۳
۲-۶-۲-۱- اندازه‌گیری سدیم، پتاسیم و کلسیم غده-ها..... ۴۳
۲-۶-۲-۲- اندازه‌گیری فسفر غده-ها..... ۴۴
۲-۶-۲-۳- اندازه‌گیری نیترات غده-ها..... ۴۵
۲-۶-۲-۴- اندازه‌گیری نشاسته‌ی غده-ها..... ۴۵
۲-۶-۲-۵- درصد ماده خشک غده-ها..... ۴۵
۲-۶-۲-۶- درصد پروتئین غده-ها..... ۴۶
۲-۶-۲-۷- درصد نیتروژن کل غده-ها..... ۴۷

۲-۶-۲-۸- عملکرد پروتئین غده-
ها..... ۴۷
۲-۶-۲-۹- درصد اسیدآمینه‌های لیزین و متیونین..... ... .
۴۷...
۲-۷- تجزیه آماری..... .... ۴۹
فصل سوم(نتایج و بحث)
۳- نتایج و بحث..... ۵۱
۳-۱- روند تغییرات صفات کمی مورد مطالعه..... ۵۱
۳-۱-۱- ارتفاع بوته..... ۵۱
۳-۱-۲- قطر ساقه..... ۵۲
۳-۱-۳- تعداد ساقه اصلی..... ۵۳
۳-۱-۴- میزان کلروفیل
برگ..... ۵۳
۳-۱-۵- عملکرد تک بوته..... ۵۴
۳-۱-۶- تعداد غده در بوته..... .... ۵۵
۳-۱-۷- وزن متوسط غده..... .. .. ۵۵
۳-۱-۸- وزن مخصوص غده..... .. .. ۵۶
۳-۱-۹- عملکرد کل..... ۵۶
۳-۱-۱۰- عملکرد قابل فروش..... ۵۸
۳-۲- روند تغییرات صفات کیفی مورد مطالعه..... ۶۰
۳-۲-۱- میزان پتاسیم غده..... ۶۰
۳-۲-۲- میزان سدیم
غده..... ۶۲
۳-۲-۳- میزان کلسیم
غده..... ۶۲
۳-۲-۴- میزان فسفر
غده..... ۶۳
۳-۲-۵- میزان نیتروژن
غده..... ۶۴
۳-۲-۶- میزان نیترات
غده..... ۶۵
۳-۲-۷- میزان ماده خشک
غده..... ۶۸

۳-۲-۸- درصد نشاسته غده
..... ۶۹
۳-۲-۹- عملکرد و درصد پروتئین
غده..... ۷۰
۳-۲-۹- میزان اسیدآمینه لیزین و متیونین
غده..... ۷۲
۳-۳- نتیجه-
گیری..... ۷۵
۳-۴-
پیشنهادها..... ۷۶
فهرست منابع..... ۷۷

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه

شکل۲-۱- تصویر ماهواره‌ای از محل اجرای طرح واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی
اردبیل(سامیان)..... ۳۵
شکل۲-۲- طرز تهیه کود آلی
میسلیومی..... ۳۶
شکل۲-۳- سیستم
کشت..... ۳۸
شکل۲-۴- برداشت سیب-
زمینی..... ۳۹
شکل۲-۵- اندازه گیری ارتفاع بوته..... ۴۰
شکل۲-۶- اندازه گیری قطر ساقه با
کولیس..... ۴۰

شکل۲-۷- دستگاه کلروفیل‌متر SPAD-۵۰۲
.....۴۱
شکل۲-۸- دستگاه Flame
photometer.....۴۴
شکل ۲-۹- دستگاه اندازه‌گیری نیترات غده(PH/ion meter)
.....۴۵
شکل۲-۱۰- دستگاه Spectro photometer برای اندازه‌گیری
پروتئین.....۴۷
شکل۳-۱- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی ارتفاع بوته در سیب‌زمینی رقم
آگریا.....۵۲
شکل۳-۲- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی قطر ساقه در سیب‌زمینی رقم
آگریا.....۵۳
شکل۳-۳- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی شاخص کلروفیل برگ سیب-
زمینی رقم
آگریا.....۵۴
شکل۳-۴- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی عملکرد تک بوته در سیب-
زمینی رقم
آگریا.....۵۵
شکل۳-۵- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی عملکرد کل غده‌ی سیب‌زمینی
رقم
آگریا.....۵۷
شکل۳-۶- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی عملکرد قابل‌فروش غده‌ی سیب
زمینی رقم
آگریا.....۵۹
شکل۳-۷- تاثیر کود آلی میسلیومی روی میزان پتاسیم غده‌ی سیب‌زمینی رقم
آگریا.....۶۱
شکل۳-۸- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان کلسیم غده‌ی سیب-
زمینی رقم
آگریا.....۶۲
شکل۳-۹- تاثیر کود آلی میسلیومی روی میزان فسفر غده‌ی سیب‌زمینی رقم
آگریا.....۶۴

شکل۳-۱۰- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی نیتروژن کل غده‌ی سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۶۵
شکل۳-۱۱- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان نیترات غده‌ی سیب-زمینی رقم آگریا..... ۶۷
شکل ۳-۱۲- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان ماده خشک غده‌ی سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۶۹
شکل ۳-۱۳- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان نشاسته غده‌ی سیب-زمینی رقم آگریا..... ۷۰
شکل ۳-۱۴- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی درصد پروتئین غده‌ی سیب-زمینی رقم آگریا..... ۷۱
شکل ۳-۱۵- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی عملکرد پروتئین غده‌ی سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۷۱
شکل ۳-۱۶- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان اسید آمینه لیزین غده-ی سیب زمینی رقم آگریا..... ۷۳
شکل ۳-۱۷- مقایسه میانگین تاثیر متقابل کود نیتروژنه و کود آلی میسلیومی روی میزان اسید آمینه متیونین غده‌ی سیب زمینی رقم آگریا..... ۷۳

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول **صفحه**

جدول ۱-۱- ترکیبات عمده غذایی موجود در ۱۰۰ گرم سیب-زمینی..... ۲۲
جدول ۱-۲- تاثیرشوری خاک و آب آبیاری بر پتانسیل عملکرد سیب-زمینی..... ۲۴
جدول۱-۳- برخی خصوصیات سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۲۵
جدول ۲-۱- ویژگی های خاک مزرعه و برخی توصیه‌های کودی لازم پس از آزمایش خاک..... ۳۸
جدول ۳-۱- تجزیه واریانس صفات کمی سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۶۰
جدول ۳-۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۷۴

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه:

با توجه به روند روز افزون رشد جمعیت جهان، یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی جوامع بشری تأمین غذا برای ساکنان این کره‌ی خاکی است. به‌طوریکه امروزه بیش از ۱/۳ میلیارد از مردم جهان از گرسنگی یا سوء تغذیه ناشی از آن در رنج بسر می‌برند. پیش بینی می‌شود که جمعیت جهان در سال ۲۰۱۵ به ۸ میلیارد نفر برسد. در کنار این رشد روز افزون پیامدهایی چون کمبود غذا، قحطی و گرسنگی هر روز خود را بیش از پیش نمایان می‌سازد. هم‌چنین با توجه به افزایش سرانه غذا و مصرف کالری تلاش برای تولید بیشتر محصولات کشاورزی در جهان و به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه امری اجتناب ناپذیر است. سیب‌زمینی در جهان از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را داراست و مهمترین منبع دولپه‌ای در تغذیه انسان می‌باشد. وجود اسیدآمینه‌های مهم، ویتامین‌ها و مواد معدنی در حد مطلوب این محصول را پس از تخم مرغ به دومین منبع غذایی ساده در سطح جهان تبدیل کرده است. در این میان تولید محصول سیب‌زمینی با توجه به ارزش غذایی که در جیره روزانه انسان دارد، به‌ویژه در کشورهای اروپایی و برخی کشورهای آمریکایی که در آن‌ها جایگزین نان گردیده است، اهمیت ویژه‌ای دارد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۹). افزایش سطح زیر کشت این محصول در ایران نیز اهمیت آن را نشان می دهد. با توجه به تنوع اقلیمی ایران چنانچه برنامه منظمی در جهت تعیین زمان کاشت این محصول، تهیه بذر سالم، شکستن رکود غده‌ها و تعیین میزان مصرف کود مناسب تدوین گردد، می‌توان بازار مصرف این محصول را به گونه‌ای تنظیم کرد که سیب‌زمینی تازه در تمام فصل در اختیار مصرف کننده قرار گیرد و نیازهای انباری و ضایعات ناشی از انبارداری و نیز زیان‌های ناشی از مصرف کود زیاد را کاهش داد. اهمیت استراتژیکی و ارزش غذایی سیب‌زمینی در تغذیه انسان و حتی دام و تنوع آب و هوا و خاک مناطق مختلف کشور، تحقیقات منطقه‌ای را برای دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح ضروری می‌سازد (زاهدی، ۱۳۶۴).

۱-۲- تغذیه گیاهی:

موجودات زنده از جمله گیاهان برای رشد و نمو نیاز به غذا دارند. خاک تأمین کننده اکثریت قریب به اتفاق عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد. به‌جز کربن، اکسیژن و هیدروژن که عمدتاً از طریق آب و هوا تأمین می‌گردند، منبع اصلی عناصر مورد نیاز گیاه محلول خاک می‌باشد. در خاک تقریباً تمام عناصر غذایی که در جدول تناوبی وجود دارد، موجود می‌باشد. یک سیستم کشاورزی زمانی پایدار است که درآن

عناصر غذایی هدر رفته به‌نحوی جایگزین شود. در این سیستم‌ها عناصر غذایی معمولاً با استفاده از کودهای تجاری تأمین می‌شود (کوچکی و هاشمی دزفولی، ۱۳۷۵).

۱-۲-۱- کودهای شیمیایی:

کودهای شیمیایی یکی از مهم‌ترین منابع تأمین عناصر غذایی گیاه بوده و استفاده به‌جا و بهینه از آن‌ها در حصول نتیجه مورد نظر، حفظ نظام اکولوژیکی محیط و تضمین سلامت مصرف کننده تولیدات کشاورزی نقش اساسی دارند. امروزه مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی تقریباً در کلیه نقاط دنیا موجبات تخریب زمین‌بوم را فراهم آورده است. در ایران نیز کاربرد کودهای شیمیایی در چهل سال اخیر ۱۰۰ برابر شده که آثار سوء آن به‌تدریج با آلودگی منابع آب و خاک پدیدار می‌شود که متأسفانه تجزیه‌های خاک و گیاه نقشی در توصیه‌های کودی و مصرف کود نداشته است این در حالی است که مصرف صحیح کود مهم‌ترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی است (ملکوتی، ۱۳۷۸). تولید موفقیت‌آمیز گیاهان مستلزم خاک مناسب و وجود مقدار کافی از عناصر غذایی و قابل استفاده گیاه است. عناصر غذایی نه‌تنها باید به‌صورت ترکیباتی باشند که به‌سهولت مورد استفاده گیاهان قرار گیرند، بلکه تعادل بین مقدار آن‌ها نیز حائز اهمیت است (تاندون، ۱۹۸۹).

۱-۲-۱-۱- عناصر پرمصرف:

مقدار جذب عناصر پرمصرف که مهم‌ترین آن‌ها نیتروژن، فسفر و پتاسیم است، توسط گیاه بیشتر از سایرین است و به‌همین دلیل به آن‌ها پرمصرف اطلاق می‌شود (داوودی، ۱۳۸۶). عناصر پرمصرف عبارتند از:

۱-۲-۱-۱-۱- نیتروژن:

یکی از کودهای مهم که نقش زیادی در افزایش عملکرد محصول دارد نیتروژن است، مقدار آن در وزن خشک گیاه ۵-۱ درصد است. بخش عمده نیتروژن مورد نیاز گیاه به‌صورت نیترات (NO_3^-) جذب می شود هرچند که به‌شکل آمونیوم نیز جذب گیاه می‌شود و اوره نیز شکل دیگری از اشکال قابل جذب آن می‌باشد. نیتروژن در ساختن کلروفیل گیاه نقش اساسی دارد. هم‌چنین نیتروژن سبب افزایش پروتئین در اندام‌هایی که آن را ذخیره می‌کنند، می‌شود. نیتروژن نسبت اندام هوایی به ریشه گیاه را افزایش داده و قدرت پنجه‌زنی را بالا می‌برد. اما تجمع بیش از حد نیتروژن در محصولاتی نظیر سیب‌زمینی می‌تواند سلامت مصرف کننده را به‌خطر اندازد. از طرف دیگر مصرف بیش از حد کودهای حاوی نیتروژن سبب

آلودگی منابع آب های زیرزمینی و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد (قنبری و طاهری مازندرانی، ۱۳۸۲).

تولید هر تن غده سیب‌زمینی موجب جذب و استخراج ۴/۵ تا ۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از خاک توسط اندام‌های هوایی و غده‌های سیب‌زمینی می‌شود(رئیسی و خواجه پور، ۱۳۷۱). مدیریت مصرف و کاربرد مقادیر مناسب نیتروژن در زراعت سیب‌زمینی امری دقیق و حساس است. کاربرد مقادیر کمتر و یا بیشتر از نیاز و مصرف زود یا دیرهنگام نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی غده‌های تولیدی موثر است. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد(مودب شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹). کمبود نیتروژن در اوایل فصل رشد ممکن است با تاثیر سوء بر غده‌بندی عملکرد را کاهش دهد(اورن و ویتوش، ۱۹۹۵). از طرف دیگر، مصرف مقدار زیاد نیتروژن، رشد رویشی اندام‌های هوایی را تحریک می‌کند، تشکیل غده‌ها را به تاخیر می‌اندازد و باعث دیررسی محصول می‌شود، در نتیجه افت عملکرد و کاهش کیفیت آن را به‌دنبال دارد(منزل و همکاران، ۱۹۸۵، روبرت و همکاران، ۱۹۸۲، زافرونی و همکاران، ۱۹۹۱، خلقانی و همکاران، ۱۳۷۶). گسترش بیش از حد شاخ و برگ و اندام‌های هوایی در نتیجه مصرف بیش از حد نیتروژن سبب رقابت بین اندام‌های هوایی و غده‌های در حال رشد برای مواد پرورده می‌گردد و راندمان تولیدی گیاه کاهش می‌یابد. مطابق با اکثر مطالعات انجام شده(حسندخت و همکاران، ۱۳۷۷، خدادادی و مسیحا، ۱۳۷۵، خلقانی و همکاران، ۱۳۷۶، هوشمند، ۱۳۷۷، روبرت و همکاران ۱۹۸۲) با مصرف نیتروژن عملکرد سیب‌زمینی تا حد معینی افزایش یافته و از آن به بعد مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن تغییر معنی‌داری در عملکرد ایجاد نکرده است. مصرف کود نیتروژن علاوه بر عملکرد کمی سیب زمینی کیفیت غده‌های تولیدی را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. مصرف نیتروژن می‌تواند با افزایش درصد نیتروژن غده‌ها و تبدیل آن‌ها به پروتیین موجب بهبود ارزش غذایی غده‌ها گردد(کوچکی و هاشمی دزفولی، ۱۳۷۵). در عین حال، بر اثر مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه، ممکن است بخشی از آن به‌صورت نیترات در غده‌ها تجمع یابد. در صورتی که مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود، برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود. ابتلا به بیماری کمبود اکسیژن و تشکیل ترکیبات سرطان زای نیتروزآمین از عوارض ورود بیش از حد نیترات به بدن است (ملکوتی، ۱۳۷۹).

۱-۲-۱-۱-۲- فسفر:

فسفر از عناصر ضروری و پرمصرف و محدود کننده‌ترین عنصر بعد از نیتروژن برای گیاه است و چندین نقش کلیدی را در گیاه ایفا می‌کند که شامل شرکت در واکنش‌های انتقال انرژی، فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته و انتقال خصوصیات ژنتیکی در گیاه می‌باشد (کیم و همکاران، ۱۹۸۹). فسفر باعث زودرسی در

گیاه، کاهش رطوبت دانه و بهبود کیفیت محصول می‌شود (ملکوتی، ۱۳۷۸). این عنصر حساس‌ترین عنصر غذایی نسبت به pH خاک می‌باشد. گزارش شده که مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده به طوری‌که در خاک‌های آهکی به ترکیبات محلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به فسفات آهن تبدیل شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود (وازگیوس و همکاران، ۲۰۰۰). در امر تولید گیاهان، فسفر نقش مهمی در افزایش عملکرد ماده خشک داشته و در کنار عناصر مهم دیگری مثل نیتروژن و پتاسیم ارکان تغذیه‌ای گیاهان و حصول به عملکردهای بالا را برعهده دارد. اهمیت فراوان فسفر باعث شد که در سال ۱۸۴۳ میلادی در انگلستان برای اولین بار کود سوپرفسفات تولید شود و این آغازی بر اهمیت دادن به مصرف فسفر و جایگزینی کمبود احتمالی آن بر اثر کشت و زرع در خاک‌ها بود. وقتی که گیاه دچار کمبود فسفر می‌شود، فسفر ذخیره‌ای جایگزین کمبود فسفر می‌گردد و علایم کمبود زمانی به وجود می‌آید که سرعت انتقال فسفر از محل ذخیره، یعنی واکوئل، به سیتوپلاسم فوق العاده کم باشد. غلظت فسفر ریشه در برقراری تعادل عناصر کم‌مصرف فلزی در برگ مهم است. هرگاه مقدار فسفری که به گیاه داده می‌شود زیاد باشد، در خاک‌های اسیدی مقدار زیادی از سایر عناصر مثل روی، مس و منگنز جذب گیاه می‌شود و مقدار بعضی از این عناصر گاهی تا حد سمیت نیز می‌رسد. بنابراین، نقش مهم دیگر فسفر در گیاه را می‌توان برقراری تعادل بین نیاز گیاه و عرضه عناصر کم‌مصرف در محیط خارج ریشه دانست. یکی دیگر از مواردی که باعث اهمیت فسفر در گیاهان شده است، نقش آن در رشد ریشه‌ی گیاهان است. باید توجه داشت که افزودن فسفر به خاکی که از نظر این عنصر فقیر است، هم وزن ریشه و هم وزن اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد، ولی افزایش نسبی نمو اندام‌های هوایی از ریشه بیشتر است. شارما (۲۰۰۲) مزیت تغذیه با فسفر برای گیاه را در تولید ریشه‌های عمیق‌تر و فراوان گزارش داده است. از سایر موارد مربوط به اهمیت فسفر در گیاهان نقش این عنصر در بالا بردن رشد گیاه‌چه است. علت فیزیولوژیک این موضوع مربوط به نقش ساختمانی فسفر در سلول‌ها یا شرکت آن در ساخت فسفولیپیدها است. در سلول‌های جوان مقدار زیادی فسفر مورد نیاز است. در این سلول‌ها سرعت متابولیسم زیاد است و تقسیم سلولی (ساخته شدن غشای فسفولیپیدی) نیز سریع است و به همین دلیل فسفر نقش مهمی در رشد گیاه‌چه دارد. غلظت فسفر در محلول خاک بسیار کم و در حدود ۰/۱ تا ۱ قسمت در یک میلیون قسمت (ppm) است. فسفر در خاک بیشتر به صورت ترکیب‌های فسفات‌کلسیم می‌باشد. یون فسفات نیز به مقدار کم وجود دارد که توسط مواد کلوئیدی مانند رس و هوموس جذب می‌شود. (برقعی، ۱۳۸۷). برای تعیین مقدار کود فسفر مورد نیاز، میزان فسفر خاک را معمولا تا عمق ۱۵ سانتی‌متری ارزیابی می‌کنند. در زراعت سیب‌زمینی برای حصول عملکردهای حدود ۴۰ تن در هکتار غده سیب زمینی تا حداکثر ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به

صورت پیش کاشت و همراه با نیتروژن پیش از کاشت مصرف کرد. قرار دادن کود فسفر به صورت نواری در خاک بر سایر روش‌ها از لحاظ راندمان مصرف کود ارجعیت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۲-۱-۱-۳- پتاسیم:

پتاسیم به‌عنوان یکی از عناصر پرمصرف اهمیت بسیار زیادی دارد و اگرچه خود جزئی از ساختمان گیاه نیست، ولی در انجام واکنش‌های داخلی گیاه نقش کلیدی دارد تا حدی که به آن عنصر کیفیت می‌گویند (ملکوتی، ۱۳۷۸). بیش‌ترین نقش پتاسیم در گیاهان خاصیت کاتالیزوری آن است. پتاسیم فعال‌کننده آنزیم‌های گیاه است که کاتالیزور ساخت موادی از جمله نشاسته و پروتئین هستند. پتاسیم هم‌چنین در فتوسنتز، تنظیم اسمزی، رشد سلولی، تنظیم روزنه‌ای و نظام آبی گیاه، بارگیری هیدروکربن‌های ساخته شده در برگ به آوند آب‌کش و انتقال آن‌ها در گیاه، تعادل آنیون-کاتیون و به‌عنوان کاتیون همراه در انتقال نیتروژن نقش دارد (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۹). پتاسیم نیز مانند نیتروژن و فسفر یکی از عناصر غذایی اصلی گیاه به‌شمار می‌رود و مقدار آن بین ۲/۵ تا ۵ درصد وزن ماده خشک گیاه می‌باشد. قسمت اعظم پتاسیم به صورت ترکیب‌های معدنی در سیتوپلاسم سلول‌ها مشاهده می‌شود. پتاسیم سرعت انتقال مواد نیتروژن‌دار را از اندام‌های رویشی به دانه افزایش می‌دهد. هم‌چنین وجود پتاسیم کافی بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم در بقولات، از طریق انتقال سریع مواد ساخته شده از برگ‌ها به گره-های موجود در ریشه، اثر می‌گذارد. علاوه بر این، پتاسیم در ساخت ترکیب‌های پلیمری در گیاه نقش اساسی دارد(برقعی، ۱۳۸۷). مقدار پتاسیم خاک را معمولا تا عمق ۱۵ سانتی متری ارزیابی می‌کنند. در زراعت سیب‌زمینی برای حصول عملکردهای حدود ۴۰ تن در هکتار مصرف حدود ۵۰ و به ندرت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم کافی‌است. تمامی کود پتاسیم را همراه با کود نیتروژن پیش کاشتی و به صورت نواری مصرف می‌کنند. مصرف سولفات پتاسیم بر کلرور پتاسیم ارجح است زیرا کلر موجب کاهش وزن مخصوص غده یا درصد ماده خشک می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۲-۱-۱-۴- منیزیم:

منیزیم یکی از عناصر ضروری و مهم برای گیاهان است که در ساختمان کلروفیل بکار رفته است که با کاربرد سنگ‌های دولومیتی می‌توان کمبود آن را رفع کرد. کمبود این عنصر بیشتر در خاک‌های شنی و اسیدی رخ می‌دهد مقدار منیزیم خاک‌های شنی در حدود ۶۸-۶۷ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد و در خاک-های ریزبافت در حدود ۱۶۸-۱۳۴ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (محمد دوست چمن آباد، ۱۳۸۱). منیزیم به شکل mg^{2+} جذب شده و کمبود آن موجب کاهش رشد می‌گردد و نیز منیزیم در واکنش‌های فسفریلاسیون، اعم از نوری یا اکسیداتیو مؤثر است و در نتیجه، کمبود این عنصر باعث ایجاد محدودیت در دوباره‌سازی ریبولوزبیس‌فسفات در چرخه‌ی کالوین می‌شود (احمدی، ۱۳۶۳).

۱-۲-۱-۱-۵- کلسیم:

کلسیم در فعال کردن آنزیم‌ها موثر است و به‌صورت ca^{2+} قابل جذب می‌باشد. کلسیم هم‌چنین یکی از عناصر مهم دیواره‌ی سلولزی سلول است، بنابراین در اندام گیاهی تثبیت شده و انتقال پذیر نیست. مقدار کلسیم گیاهان عالی عموماً زیاد است و به حدود ۳۰-۵ میلی‌گرم در هر گرم ماده خشک گیاه می-رسد. این غلظت زیاد کلسیم به‌علت مکانیسم سریع جذب نیست، بلکه نتیجه‌ی غلظت زیاد آن در خاک است. علایم کمبود کلسیم مانند اختلال در رشد از طریق تقسیمات سلولی، تغییر شکل برگ‌ها و کاهش رشد ریشه ابتدا در قسمت‌های جوان مشاهده می‌شود. وجود کلسیم برای فعال کردن میکروارگانیسم‌های خاک به‌ویژه باکتری‌های ریزوبوم ضرورت دارد (محمد دوست چمن آباد، ۱۳۸۱). این عنصر تنظیم کننده قابلیت نفوذ غشاها و فعال کننده‌ی چند آنزیم و سنگ‌بنای ترکیبات مهمی مانند فیتین، پکتین و اگزالات‌کلسیم می‌باشد (کسرایی، ۱۳۶۴). هم‌چنین شواهدی وجود دارد که در آن کلسیم به عنوان یک رابط ثانویه از طریق ارتباط با کالمودولین عمل می‌کند. کالمودولین در حقیقت یک پروتئین تنظیم کننده‌ی وابسته به کلسیم می‌باشد که در کنترل وظایف غشای سلولی گیاه و فعالیت آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. کالمودولین پروتئین اسیدی کوچک و بسیار مقاوم به تغییر شکل در برابر تیمار گرما و اسید می‌باشد (طلایی، ۱۳۷۷).

۱-۲-۱-۱-۶- گوگرد:

وجود گوگرد کافی در خاک رشد ریشه را افزایش می‌دهد و باعث رنگ سبز تیره می‌گردد (محمد دوست چمن آباد، ۱۳۸۱). گوگرد، همانند کلسیم و منیزیم برای همه‌ی گیاهان ضروری است و به‌عنوان یک عنصر غذایی ثانویه طبقه‌بندی می‌گردد، چرا که در مقادیری کمتر از عناصر اصلی، اما بیش از عناصر غذایی کم‌مصرف مورد نیاز گیاهان می‌باشد (برقعی، ۱۳۸۷). گوگرد نقش مهمی در ترکیب شیمیایی دانه ایفا می‌کند و درصد روغن دانه را افزایش می‌دهد (چاودری و همکاران، ۱۹۹۲). گوگرد یکی از اجزای ساختمانی اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین می‌باشد و در سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها نقش اساسی دارد (شرر، ۲۰۰۱). نسبت نیتروژن به گوگرد در پروتئین‌های گیاهی تقریبا پانزده به یک است. گوگرد با دخالت در برخی واکنش‌های آنزیمی، جزئی از ترکیبات فرار رایحه پیاز، سیر و خردل را ایجاد می‌کند. ویتامین‌های بیوتین و تیامین نیز محتوی گوگرد می‌باشند (داوودی، ۱۳۸۶). گوگرد ابتلا به بیماری را در گیاهان کاهش می‌دهد و در تنظیم و ساخت قند، نشاسته و همی‌سلولز موثر است. این عنصر به صورت یون سولفات (SO_4^{2-}) جذب گیاه می‌گردد و در گیاه نیز به‌همین شکل انتقال می‌یابد. از آن‌جایی که گوگرد با اسیدی کردن محیط ریشه قابلیت جذب دیگر عناصر غذایی مانند آهن و روی را بالا می‌برد،

مصرف این کود علاوه بر مقدار موجود در کودهای دیگر می‌تواند در افزایش تولید بسیار مؤثر باشد (ضیائیان، ۱۳۸۲).

۱-۲-۱-۲- عناصر کم‌مصرف:

از بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، هفت عنصر آهن(Fe)، روی(Zn)، منگنز(Mn)، بُر(B)، مس(Cu)، مولیبدن(Mo) و کبالت (Co)، جزو عناصر کم‌مصرف به‌شمار می‌روند اختلاف این گروه با عناصر پرمصرف، مقدار مصرف کمتر گیاه از آن‌ها می‌باشد اما ارزش فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای یکسانی با آن‌ها دارند (محمد دوست چمن آباد، ۱۳۸۱).

۱-۲-۱-۲-۱- آهن(Fe):

آهن فلز سنگینی است که در خاک و گیاه به‌صورت کاتیون ۲ و ۳ ظرفیتی یا به‌همین صورت در ترکیبات آهن (اکسید، نمک) یافت می‌شود. تحرک‌پذیری این عنصر در خاک‌های اسیدی از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی خاک به‌مقدار کافی وجود دارد، در صورتی که در خاک‌های قلیائی کمبود آن مشاهده می‌شود. در مقایسه با ریشه و ساقه، برگ‌های گیاهان محتوی مقدار آهن زیادتری می‌باشند. حداکثر احتیاج گیاه به این عنصر به‌تناسب تکامل برگ‌ها می‌باشد. آهن جزئی از بنیان‌های پروستتیک آنزیم‌ها (سیتوکروم، پراکسیداز، کاتالاز) می‌باشد (کسرایی، ۱۳۶۴). متجاوز از یک قرن است که ضرورت وجود آهن برای تغذیه‌ی گیاهان شناسایی شده است. اولین بار در سال ۱۸۶۰ ضرورت آهن برای گیاهان توسط کناپ کشف شد (ضیائیان، ۱۳۸۲). آهن فاقد قدرت تحرک در اندام‌های گیاه است و به‌همین علت نشانه‌های کمبود آهن بیشتر در برگ‌های جوان ظاهر می‌شوند و این در حالی است که برگ‌های پیرتر سالم‌تر به‌نظر می‌آیند و آهن فقط از طریق آوند چوبی به سلول‌های برگ جوان می‌رسد. این عنصر به‌عنوان عامل انتقال دهنده‌ی الکترون در انواع سیتوکروم‌های واکنش‌های تنفسی و فتوسنتزی نقش دارد و اغلب رابطه‌ای بین مقدار کلروفیل گیاه و عرضه‌ی آهن به آن دیده می‌شود. اگر گیاه با کمبود آهن مواجه باشد، تولید کلروفیل در آن کاهش می‌یابد. بنابراین آهن در ساخته شدن کلروفیل مؤثر است. حدود ۸۰٪ آهن موجود در گیاه به صورت فسفوپروتئین فریک در کلروپلاست متراکم است. در ساختمان فرودکسین نیز، که در کلروپلاست متمرکز است، آهن وجود دارد (احمدی، ۱۳۶۳). در اثر کمبود آهن فتوسنتز شدیداً کاهش می‌یابد درحالی که کمبود آن اثری بر تنفس ندارد. تصور بر این است که آهن در سنتز پروتئین و رشد سیستم انتهایی ریشه دخالت دارد. به‌طور کلی در برگ‌های تمام گونه‌های گیاهی، علامت اصلی کمبود آهن جلوگیری از رشد کلروپلاست است (مارشنر و همکاران، ۱۹۹۵).

۱-۲-۱-۲-۲- مولیبدن(Mo):

سنگین‌ترین عنصر در بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است که در خاک و گیاه بیش از همه به‌صورت ترکیبات ۶ ظرفیتی یعنی تحت عنوان آنیون مولیبدات MOO_4^{2-} یا در محلول‌های اسیدی به‌صورت پلی مولیبدات یافت می‌شود. مولیبدن از اجزای آنزیم نیترات ردوکتاز می‌باشد که برای تبدیل نیتریت به نیترات به‌کار می‌رود و نیز در تشکیل اسید آسکوربیک و در ساختمان آنزیم‌های شرکت کننده در سوخت و ساز فسفر شرکت دارد (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

۱-۲-۱-۲-۳- روی (Zn):

روی از اجزای فلزی برخی از آنزیم‌ها از جمله آنزیم‌هایی که توسط روی فعال می‌شوند مانند کربنیک آنهیدراز، الکل دهیدروژناز و سوپراکسید دیسموتازها است کمبود روی سنتز پروتئین را مختل می‌سازد هم‌چنین کمبود روی سبب زرد شدن ساقه‌ها و کوتاهی شاخه‌ها (به دلیل اختلال در سنتز اکسین) می‌گردد کمبود پنهان روی حتی بدون ظهور علایم ظاهری، ممکن است عملکرد محصول را تا ۵۰ درصد کاهش دهد (محمد دوست چمن آباد، ۱۳۸۱).

۱-۲-۱-۲-۴- کبالت (Co):

کاتیون‌های کبالت با نیروی زیاد به‌سطح ذرات کلوئیدی می‌چسبند و به‌سختی از آن‌ها جدا می‌شوند. در نتیجه غلظت کبالت در محلول خاک کم است. کبالت، پس از جذب به وسیله‌ی ریشه، با شیره‌ی خام در گیاه منتقل می‌شود و به‌همین دلیل غلظت آن در حاشیه و نوک برگ‌ها بیشتر است. از سوی دیگر، اگر کبالت به‌صورت نمک محلول در سطح برگ پاشیده شود از طریق برگ نیز جذب می‌گردد اما در این صورت جابجایی ندارد. ضرورت کبالت برای زندگی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در گره‌های ریشه‌ی لگوم‌ها و توسکا ثابت شده است. کبالت جزئی از مولکول ویتامین $B12$ است و در متابولیسم نیتروژن در جانوران نشخوارکننده اهمیت دارد (احمدی، ۱۳۶۳).

۱-۲-۱-۲-۵- مس (Cu):

علی‌رغم پیچیدگی مکانیسم‌های جذب، بین تحرک و غلظت مس در محلول غذایی با محلول خاک و غلظت آن در گیاه رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد که نسبت آن در گیاهان مختلف و در اندام‌های متفاوت فرق می‌کند. انتقال و پویایی مس در گیاهان نیز بسیار پیچیده و در عین حال ناچیز می‌باشد. در بین کاتیون‌های کم‌مصرف، مس شدیداً با نیتروژن و سولفور آلی مانند پروتئین و اسیدهای آمینه پیوند داده ودر نتیجه تحرک آن بسیار کم می‌گردد، تحرک و پویایی مس بستگی به‌مقدار آن در گیاه دارد (کوچیان، ۱۹۹۱). مس جزئی از آنزیم‌ها (اکسیدازها) مانند کاتالازها، فنل اکسیدازها و اسید آسکوربیک‌اکسیداز می‌باشد. مس در عمل فتوسنتز و تشکیل کلروفیل نقش داشته و علاوه بر این مس در دومین مرحله احیای نیترات یعنی مرحله نیتریت به هیدرواکسیل‌آمین شرکت می‌جوید (کسرایی، ۱۳۶۴). با توجه به