

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کردستان  
دانشکده کشاورزی  
گروه زراعت و اصلاح نباتات

عنوان:

تأثیر کود گوگرد بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد و  
اجزای عملکرد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) تحت تنش خشکی

پژوهشگر:

سیامک سیف پناهی

استاد راهنما:

دکتر یوسف سهرابی

استاد مشاور:

دکتر غلامرضا حیدری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت

اسفند ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است.

## \*\*\* تعهد نامه \*\*\*

اینجانب سیامک سیف پناهی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت دانشگاه کردستان، دانشکده کشاورزی گروه زراعت و اصلاح نباتات تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید محترم بوده است.

با تقدیم احترام

سیامک سیف پناهی

۱۳۹۱/۱۲/۱۹



دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت

عنوان:

تأثیر کود گوگرد بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) تحت تنش خشکی

پژوهشگر:

سیامک سیف پناهی

در تاریخ ۱۳۹۱/۱۳/۱۹ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ۸۹/۵۶ و درجه ..... به تصویب رسید.

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	استادیار	دکتر یوسف سهرابی	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر غلامرضا حیدری	۲- استاد مشاور
	استادیار	دکتر ابرج طهماسی	۳- استاد داور خارجی
	استادیار	دکتر فرهاد حسین پناهی	۵- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی



تقدیم ہے:

پدر و مادر صبور و دلسوزم

## تقدیر و تشکر

بسی شایسته است از اساتید فرهیخته و بزرگوار جناب آقای دکتر یوسف سهرابی (استاد راهنما) و جناب آقای دکتر غلامرضا حیدری (استاد مشاور) که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کارساز و سازنده بارور ساختند؛ تقدیر و تشکر نمایم. از کارشناس محترم آزمایشگاه فیزیولوژی جناب آقای مهندس کیوان بابایی که در انجام تمام آزمایش‌ها همکاری نمودند، تقدیر و تشکر نمایم. از همکلاسی‌های گرامیم سامان صادقی، فریده صادقی، سونیا غلامی و نسرین امانی که در انجام آزمایش‌ها به اینجانب کمک کردند و همچنین از دوستان عزیزم صابر کانی گنجی، خالد میرزایی، فاتح سهرابی، بهزاد شریفی، سیامک غزالی، فرهاد محمدی، اسماعیل خالدی، کیهان جوانمردی و حسن حسینی که همیشه به خاطر داشتندشان شکرگزار خدا بوده‌ام؛ سپاسگزاری نمایم.

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود گوگرد بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) تحت سطوح مختلف آبیاری، در بهار سال ۱۳۹۰، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. سطوح آبیاری در سه سطح، شامل: شاهد (آبیاری در پتانسیل آب خاک ۲- بار)، تنش قبل از گلدهی (آبیاری در پتانسیل آب خاک ۸- بار) و تنش بعد از گلدهی (آبیاری در پتانسیل آب خاک ۸- بار) به عنوان فاکتور اصلی در نظر گرفته شدند. استفاده از کود گوگرد در سه سطح به صورت - عدم مصرف گوگرد (شاهد) - مصرف ۳۰ کیلوگرم گوگرد - مصرف ۴۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به صورت خاک مصرفی، سطوح فاکتور فرعی را تشکیل دادند. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش مقادیر صفات عملکرد غده، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد خشک غده، وزن مخصوص غده، شاخص برداشت و پایداری غشاء سلولی گردید اما درصد ماده خشک غده را افزایش داد. همچنین تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ، ارتفاع ساقه، قطر ساقه و محتوای نسبی آب برگ گردید اما میزان SPAD کلروفیل را افزایش داد. کاربرد کود گوگرد باعث افزایش شاخص سطح برگ و ارتفاع ساقه گردید و همین امر سبب شد که گیاه یک منبع فتوسنتزی قوی داشته باشد که در نهایت سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش خشکی گردد. نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، کاهش یافت و فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش پیدا کرد. علاوه بر این، مشخص شد که کاربرد کود گوگرد، فعالیت آنزیم کاتالاز را در شرایط تنش افزایش می‌دهد. نهایتاً استفاده از کود گوگرد نتوانست مانع از اثرات تنش خشکی بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی شود ولی تا حدود زیادی اثرات آن را تعدیل نمود. بنابراین کاربرد این کود تا حدودی می‌تواند در شرایط کم آبیاری، مفید و قابل توصیه باشد.

**کلمات کلیدی:** تنش خشکی، خصوصیات فیزیولوژیکی، سیب‌زمینی، گوگرد.



۱	مقدمه	۱
۱	مشخصات استان کردستان	۱
۲	تاریخچه و خصوصیات گیاه شناسی سیب زمینی	۲
۳	ارزش غذایی و اقتصادی سیب زمینی	۳
۳	تنش های محیطی	۳
۴	تنش خشکی	۴
۶	اثر تغذیه مناسب گیاه بر کاهش اثرات تنش خشکی	۶
۶	گوگرد	۶
۶	اهداف تحقیق	۶
۸	<b>۲ بررسی منابع</b>	۸
۸	۱-۲ اثرات تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه	۸
۸	۲-۲ تنش خشکی و اثرات آن بر صفات مورفولوژیک گیاه	۸
۹	۱-۲-۲ شاخص سطح برگ (LAI)	۹
۱۱	۲-۲ قطر و ارتفاع ساقه	۱۱
۱۲	۳-۲ اثرات تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک گیاه	۱۲
۱۲	۱-۳-۲ پایداری غشای سلولی و اثرات تنش خشکی روی آن	۱۲
۱۴	۲-۳-۲ محتوی نسبی آب برگ (RWC)	۱۴
۱۶	۳-۳-۲ میزان کلروفیل	۱۶
۱۷	۴-۳-۲ تنش خشکی و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت	۱۷
۱۹	۵-۳-۲ پروتئین محلول	۱۹
۲۱	۶-۳-۲ اثرات تنش خشکی بر فعالیت آنزیم کاتالاز	۲۱
۲۲	۷-۳-۲ اثرات تنش خشکی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز	۲۲
۲۴	۴-۲ تنش خشکی و اثرات آن بر عملکرد و اجزای عملکرد	۲۴

- ۲-۴-۱ عملکرد ماده خشک کل (عملکرد بیولوژیک) ..... ۲۴
- ۲-۴-۲ عملکرد غده ..... ۲۵
- ۲-۴-۳ تعداد ساقه در بوته ..... ۲۶
- ۲-۴-۴ تنش خشکی و سایر اجزای عملکرد ..... ۲۶
- ۲-۴-۵ وزن مخصوص غده ..... ۲۷
- ۲-۴-۶ درصد ماده خشک غده ..... ۲۸
- ۲-۴-۷ شاخص برداشت ..... ۲۸
- ۲-۵-۱ گوگرد ..... ۲۹
- ۲-۵-۲ گوگرد در فیزیولوژی گیاهی ..... ۲۹
- ۲-۵-۳ جذب و انتقال گوگرد ..... ۳۱
- ۲-۶-۱ اثر کود گوگرد بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ..... ۳۲
- ۲-۶-۲ تأثیر کود گوگرد بر صفات مورفولوژیک ..... ۳۲
- ۲-۶-۳ تأثیر کود گوگرد بر صفات فیزیولوژیک ..... ۳۲
- ۲-۶-۴ تأثیر کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ..... ۳۴
- ۲-۶-۵ اثر مصرف کود گوگرد بر کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه ..... ۳۶
- ۳ مواد و روش ها ..... ۳۷**
- ۳-۱-۱ آزمایش مزرعه ای ..... ۳۷
- ۳-۱-۲ خصوصیات اقلیمی و جغرافیایی محل اجرای آزمایش ..... ۳۷
- ۳-۱-۳ طرح آماری مورد استفاده و نحوه اجرای آزمایش ..... ۳۸
- ۳-۱-۴ تعیین میزان رطوبت خاک ..... ۳۹
- ۳-۲-۱ صفات مورد بررسی ..... ۴۰
- ۳-۲-۲ تعیین صفات مورفولوژیک ..... ۴۰
- ۳-۱-۲-۱ شاخص سطح برگ (LAI) ..... ۴۰
- ۳-۱-۲-۲ قطر و ارتفاع ساقه ..... ۴۰
- ۳-۱-۲-۳ درصد خسارت به غشای سلولی ..... ۴۰

۴۱	.....محتوی نسبی آب برگ (RWC)
۴۱	.....میزان کلروفیل ۵-۱-۲-۳
۴۲	.....تهیه بافر تریس ۶-۱-۲-۳
۴۲	.....استخراج پروتئین توسط بافر تریس ۷-۱-۲-۳
۴۲	.....اندازه گیری پروتئین های محلول ۸-۱-۲-۳
۴۳	.....آنزیم های آنتی اکسیدانت ۲-۲-۳
۴۳	.....کاتالاز ۱-۲-۲-۳
۴۴	.....پراکسیداز ۲-۲-۲-۳
۴۴	.....عملکرد و اجزای عملکرد ۳-۳
۴۴	.....شاخص برداشت ۱-۳-۳
۴۵	.....درصد ماده خشک غده ۲-۳-۳
۴۵	.....وزن مخصوص غده ۳-۳-۳
۴۵	.....تجزیه های آماری ۴-۳
۴۶	.....نتایج و بحث ۴-۳
۴۶	.....صفات فیزیولوژیکی ۱-۴
۴۶	.....درصد خسارت به غشای سلولی ۱-۱-۴
۴۷	.....محتوی نسبی آب برگ (RWC) ۲-۱-۴
۴۹	.....میزان کلروفیل ۳-۱-۴
۵۱	.....پروتئین محلول ۴-۱-۴
۵۱	.....آنزیم های آنتی اکسیدانت ۲-۲-۴
۵۱	.....آنزیم کاتالاز ۱-۲-۴
۵۲	.....آنزیم پراکسیداز ۲-۲-۴
۵۴	.....صفات مورفولوژیکی ۳-۴
۵۴	.....شاخص سطح برگ (LAI) ۱-۳-۴
۵۵	.....ارتفاع ساقه ۲-۳-۴

۵۶	..... ۳-۳-۴ قطر ساقه
۵۸	..... ۴-۴ عملکرد و اجزای عملکرد
۵۸	..... ۱-۴-۴ تعداد ساقه در بوته
۵۹	..... ۲-۴-۴ تعداد غده در بوته
۶۱	..... ۳-۴-۴ متوسط وزن غده
۶۲	..... ۴-۴-۴ عملکرد غده
۶۴	..... ۵-۴-۴ عملکرد بیولوژیک
۶۵	..... ۶-۴-۴ عملکرد خشک غده
۶۷	..... ۷-۴-۴ درصد ماده خشک غده
۶۸	..... ۸-۴-۴ وزن مخصوص غده
۶۹	..... ۹-۴-۴ شاخص برداشت
۷۲	..... نتیجه گیری
۷۳	..... پیشنهادات
۷۴	..... منابع

### مشخصات استان کردستان

استان کردستان قابلیت بالایی برای تولید گیاهان زراعی دارد. این استان با مساحت ۲۸۲۳۵ کیلومتر مربع، ۱/۷ درصد سطح کشور را تشکیل می‌دهد و رتبه شانزدهم را در بین استان‌های کشور دارا می‌باشد. این استان در غرب ایران واقع شده و از شمال به استان‌های آذربایجان غربی و زنجان، از جنوب به استان کرمانشاه، از شرق به استان‌های همدان و زنجان و از شرق به کشور عراق محدود شده است. قسمت اعظم استان، روی رشته کوه زاگرس قرار گرفته و به همین دلیل به لحاظ فیزیوگرافی و اقلیمی دارای شرایط ویژه‌ای است. اقلیم‌های مختلف از جمله اقلیم نیمه خشک تا خشک و سرد با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر (بیجار) تا اقلیم نیمه مرطوب معتدل با متوسط بارندگی حدود ۸۰۰ میلی‌متر (مریوان) در استان یافت می‌شود. نواحی شرقی و مرکزی استان متأثر از آب و هوای برخی نواحی مرکزی ایران، و مناطق غرب، متأثر از آب و هوای مدیترانه‌ای است. مرتفع‌ترین نقطه استان، کوه چهل چشمه با ارتفاع ۳۱۷۰ متر از سطح دریا و پائین‌ترین نقطه استان، خروجی حوضه سیروان از استان با ارتفاع ۶۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد. از مساحت استان، ۴۹/۶ درصد معادل یک میلیون و چهار صد هزار هکتار را، مراتع، حدود ۱۱/۳ درصد معادل سیصد و بیست هزار هکتار را جنگل، و ۳۹/۱ درصد معادل یک میلیون و صد هزار هکتار را اراضی زراعی به خود اختصاص داده‌اند. این استان با دارا بودن متوسط بارندگی سالیانه ۴۲۰ میلی‌متر، و حدود چهارده میلیارد مترمکعب آب، از جمله استان‌های با بارش متوسط می‌باشد. استان کردستان دارای ۶ حوزه منابع آبی، سیروان، قزل اوزن، زرینه رود، سیمینه رود، راز آور، زاب و رودخانه‌های متعددی می‌باشد و مجموع روان آب‌های استان حدود ۷/۸ میلیارد متر مکعب است که ۱۷ درصد از

آن مورد بهره برداری قرار می‌گیرد. منابع آب‌های زیرزمینی استان شامل ۳۶۸۸ دهنه چشمه، ۲۴۵ رشته قنات و ۶۳۸۴ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق می‌باشد. دشت‌های استان به میزان ۲۱۹۰۰۰ هکتار شامل دشت‌های دهگلان، قروه، بیجار، مریوان و کامیاران به ترتیب با مساحت ۶۳۰۰۰، ۵۸۰۰۰، ۵۳۰۰۰، ۱۳۰۰۰ و ۱۱۰۰۰ هکتار مهم‌ترین دشت‌های استان هستند. در صورت تأمین آب، در حدود ۳۹۰۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی استان، قابل آبیاری است (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

### تاریخچه و خصوصیات گیاه شناسی سیب‌زمینی

گیاهان، سر منشأ زنجیره غذایی و حیات در کره زمین بوده و به عنوان ثروت ملی هر کشور به شمار می‌روند. هر چه مساحت اختصاص یافته برای گیاهان مربوط به یک گونه و یا یک جنس، بیشتر باشد اهمیت آن گیاه نیز به طور طبیعی افزایش خواهد یافت. سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. از خانواده بادمجانیان (*Solanaceae*) و جنس سولانوم می‌باشد (استراسبورگر<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۷۸). سیب‌زمینی از نظر گلدهی گیاهی روز بلند است اما برای غده بندی به طول روز کوتاه نیازمند است. دوره رسیدن این گیاه بسته به نوع رقم آن ۸۰ تا ۱۸۰ روز برای ارقام خیلی زودرس تا دیررس متغیر می‌باشد (هرس و کولپال<sup>۲</sup>، ۱۹۷۶). سیب‌زمینی ظاهراً از سلسله کوه‌های آند در آمریکای جنوبی منشأ گرفته است (رحیمیان و بنانیان اول، ۱۳۷۵). حدود ۲۰۰ سال پیش در زمان فتحعلی شاه قاجار، سرجان ملکم سفیر دولت انگلستان در ایران مقداری بذر سیب‌زمینی به دربار پادشاه قاجار هدیه کرد. این بذر، ابتدا در روستای پشند در اطراف تهران کاشته شد و سپس در فریدن اصفهان و بعد به تدریج در زنجان، خراسان و فارس مورد زراعت قرار گرفت. این محصول در ۱۴۰ کشور دنیا کاشته می‌شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده اند اما هنوز بیشترین میزان تولید در مناطق معتدله در کشورهای صنعتی متمرکز است. تقریباً یک سوم این محصول در کشورهای در حال توسعه، عمدتاً در کشورهای آسیایی تولید می‌گردد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). سیب‌زمینی از نظر تولید ماده خشک و قرار گرفتن در جیره غذایی، دارای اهمیت زیادی است. میزان تولید سیب‌زمینی در دنیا، حدود ۳۲۱ میلیون تن می‌باشد (فائو<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱). سیب‌زمینی پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار دارد. ایران، سومین تولید کننده سیب‌زمینی در آسیا می‌باشد (فائو، ۲۰۱۱). سطح زیر کشت سیب‌زمینی در ایران، حدود ۱۷۳ هزار هکتار برآورد شده است که ۹۸/۵۰ درصد آن آبی و بقیه به صورت دیم است. میزان تولید آن در سال ۱۳۹۰ حدود ۴/۵ میلیون تن با میانگین ۲۵ تن در هکتار بوده است که ۹۹/۲۷ درصد آن از اراضی

<sup>۱</sup>- Strasburger

<sup>۲</sup>- Herse and Kolpal

<sup>۳</sup>- FAO

آبی حاصل شده است. عملکرد سیب‌زمینی آبی در کشور، ۲۴۴۹۳ کیلوگرم و سیب‌زمینی دیم، ۱۱۸۴۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. استان کردستان با ۵/۹۶ درصد از کل سطح زیر کشت، مقام ششم را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است. عمده سطح زیر کشت این محصول در داخل استان، مربوط به شهرستان‌های قروه و دهگلان است و میزان تولید سیب‌زمینی در این استان ۲۸۱ هزار و ۶۰۰ تن با متوسط عملکرد ۳۲ تن در هکتار گزارش شده است. سطح زیر کشت سیب‌زمینی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در استان کردستان حدود ۹۳۰۰ هکتار بوده است که میزان تولید کل استان از این سطح، ۳۲۷ هزار تن گزارش گردیده است (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

### ارزش غذایی و اقتصادی سیب‌زمینی

سیب‌زمینی از لحاظ اقتصادی بسیار با ارزش است و کاشت این محصول در سطح ۲۸ میلیون هکتار و عملکرد بیش از ۴۰۰ میلیون تن در جهان باعث شده که حجم زیادی از تحقیقات به افزایش تولید و درآمد حاصل از این محصول اختصاص یابد (گروزا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۵؛ هالوران<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵ و پاولستا و فوز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). سیب‌زمینی از محصولات غده‌ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و دارای ارزش اقتصادی بالایی می‌باشد. سیب‌زمینی دارای عملکرد بالایی در واحد سطح بوده و غده آن حاوی کربوهیدرات فراوانی می‌باشد. ارزش بیولوژیکی پروتئین سیب‌زمینی ۷۳ درصد است و پس از تخم مرغ که دارای ۹۶ درصد پروتئین می‌باشد در مقایسه با سایر محصولات مثل سویا با ۷۲، ذرت با ۵۴ و لوبیا با ۴۶ درصد پروتئین در مرتبه دوم قرار دارد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

### تنش‌های محیطی

رشد و عملکرد گیاهان زراعی، تابعی از کلیه عوامل محیطی و اثرات متقابل آنها می‌باشد. مطالعات گسترده‌ای در مورد نقش عوامل محیطی مانند عوامل آب و هوایی (بارندگی، درجه حرارت، رطوبت، نور و باد)، عوامل غیر اقلیمی (مواد غذایی، گازها، آفات و بیماری‌ها، رقابت با علف‌های هرز)، فاکتورهای مدیریت زراعی و میزان نهاده‌های کشاورزی بر کاهش یا افزایش رشد و نمو گیاهان انجام گرفته است (لویت<sup>۴</sup>، ۱۹۸۰). لویت (۱۹۸۰) تنش را نتیجه روند غیر عادی فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌داند، که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. در حقیقت مقدار یا شدت نامناسب عوامل فوق است که می‌تواند به طور بالقوه برای موجود زنده، مشکل ساز باشد و باعث تنش و بروز آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم در گیاه یا اجزای آن شود. وی برای این عوامل محدود کننده،

<sup>۱</sup>- Groza

<sup>۲</sup>- Halloran

<sup>۳</sup>- Pavlista and Feuz

<sup>۴</sup>- Levitt

اصطلاح تنش‌های محیطی را به کاربرد و آنها را به دو دسته تنش‌های زیستی و غیر زیستی تقسیم بندی کرد. تنش‌های زیستی شامل بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز و علف کش‌ها و تنش‌های غیر زیستی شامل خشکی، شوری، گرما، سرما، یخ زدگی و کمبود و زیاد بود نور می‌باشد.

## تنش خشکی

نوکس<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) با مطالعه تغییراتی که تنش خشکی روی گیاهان ایجاد می‌کند بیان کرد که در طبیعت، آب یکی از بزرگ‌ترین محدود کننده‌های رشد گیاهان است و اگر گیاهان از طریق بارندگی یا آبیاری، آب کافی دریافت نکنند تنش خشکی در آن‌ها ظاهر می‌شود و رشد گیاه کاهش می‌یابد. تنش خشکی زمانی به وجود می‌آید که میزان هدر روی آب از گیاه بیشتر از جذب آن از ریشه‌ها باشد. گیاهان با کاهش موقت رشد، فتوسنتز و فرآیندهای متابولیکی، مصرف آب را کاهش می‌دهند و رنگ برگ‌هایشان تغییر کرده، معمولاً به رنگ سبز تیره در می‌آید، سپس شروع به پژمردگی نموده و با ادامه خشکی، برگ‌ها ریزش می‌کنند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا تنش خشکی به گیاه صدمه بزند به ظرفیت نگهداری آب در خاک، شرایط محیطی، مرحله رشد گیاه، گونه‌های گیاهی، سیستم ریشه‌ای و اندازه شاخ و برگ گیاه بستگی دارد. گیاهانی که سیستم ریشه‌ای کوچک و ضعیف با شاخ و برگ زیادی دارند در برابر تنش خشکی حساس‌تر هستند.

به طور کلی، توانایی گیاهان برای پاسخ به تنش، و بقا در شرایط کمبود آب به مجموع راهکارهایی بستگی دارد که سلول‌های گیاهی در پاسخ به این شرایط به کار می‌برند. علاوه بر این، پاسخ به شرایط کمبود آب، به گونه و رقم گیاهی، طول و مدت تنش خشکی، سن و مرحله نمو گیاه، نوع سلول و اندام گیاهی و اجزای زیرسلولی و ساختار آن بستگی دارد (برای<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷ و لویت، ۱۹۸۰). پاسخ گیاه به تنش آب در بعد زمانی می‌تواند در چند ثانیه، دقیقه، ساعت، روزها، هفته‌ها و یا ماه‌ها صورت گیرد (برای، ۱۹۹۷). درک گیاه از کمبود آب از طریق آزادسازی یک سری پیام‌های سلولی و از طریق مسیرهای خاص انتقال انجام می‌گیرد. یعنی در گیاه یک تنش فیزیکی به یک پاسخ بیوشیمیایی تبدیل می‌شود. بنابراین، با توجه به مطالب ذکر شده، خشکی در هر مقیاسی در سطح جهانی، منطقه‌ای، مزرعه‌ای تا سلولی، اثرات خاصی را می‌گذارد و بسته به مقیاس مورد مطالعه، پارامترهای آن، تحت تأثیر کمبود آب قرار گرفته و تنش خشکی بروز می‌کند. با توجه به نیاز آبی سیب‌زمینی، کمبود آب برای تولید مناسب آن یکی از معضلات مهم کشور به شمار می‌آید. در کشور ایران نزولات جوی کم و منابع آب محدود است، لذا استفاده بهینه از آب موجود، ضروری به نظر می‌رسد و باید از حداقل آب حداکثر بهره برداری

<sup>۱</sup>- Knox

<sup>۲</sup>- Bray



لازم صورت پذیرد تا سطح بیشتری از زمین‌های کشاورزی به زیر کشت برده شود (بیات و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیقات نشان داده است که گیاه سیب‌زمینی، به تنش کمبود آب بسیار حساس است. با توجه به اینکه در شرایط تعلق شدید یا کمبود آب، محتوای آب نسبی (RWC) برگ سیب‌زمینی از بسیاری از گونه‌ها مانند گوجه فرنگی و چچم کمتر است، جبران شبانه کمبود آب این گیاه نیز نسبت به سایر گیاهان از جمله پنبه و سورگوم، کمتر می‌باشد. این موضوع می‌تواند یکی از دلایل حساسیت سیب‌زمینی به کمبود آب باشد (لون و وان<sup>۱</sup>، ۱۹۸۱). عامل مؤثر دیگر در حساسیت سیب‌زمینی به کمبود آب، عمق محدود ریشه‌دهی این گیاه است (هرس و کولپال، ۱۹۷۶). تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی و تا قبل از مرحله تشکیل غده‌ها، سطح برگ، تعداد ساقه‌های فرعی، سیستم ریشه، ارتفاع بوته و به طور کلی نمو پوشش سبز گیاه را کاهش می‌دهد (اخوان و همکاران، ۱۳۸۴). در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر استان کردستان که محور کشاورزی را آب و آبیاری تشکیل می‌دهد، هم‌گرایی کلیه عملیات کشاورزی در جهت استفاده مطلوب از آب و به حداکثر رسانیدن عملکرد به ازاء هر واحد آب مصرفی، ضروری می‌باشد. افزایش عملکرد سیب‌زمینی، مستلزم شناخت روش‌های مدیریتی مناسب است که از جمله این روش‌ها می‌توان به انتخاب تراکم مناسب و رژیم‌های مناسب آبیاری اشاره نمود. نظر به اینکه در این استان، میزان بارندگی و رطوبت ذخیره شده در خاک در طول رشد سیب‌زمینی برای جبران نیاز گیاه کافی نیست بنابراین برای تولید بهینه آن لازم است این محصول آبیاری شود. تحقیقات نشان می‌دهد سیب‌زمینی برای رشد و عملکرد بهینه، نیاز به آبیاری مکرر دارد (یوان<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۳) و از آن جایی که در این استان، دوره رشد سیب‌زمینی با رشد برخی از گیاهان زراعی مانند چغندر قند، یونجه و ذرت علوفه‌ای هم‌زمان می‌باشد لذا شناخت مراحل رشدی حساس به کمبود آب ضروری است. زیرا مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی به تنش کمبود آب، واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند (اخوان و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به این که در مناطق سیب‌زمینی کاری، کاشت این گیاه هم‌زمان با کاشت محصولاتی است که از نیاز آبی بالایی برخوردار هستند لذا ضروری است که مراحل رشدی سیب‌زمینی، بررسی شده و برنامه مدیریتی را طوری تنظیم کرد که مراحل حساس رشدی سیب‌زمینی با کمبود آب مواجه نشود. آمار موجود در مرکز پژوهش و اسناد کشور (۱۳۸۷) نشان می‌دهد که متوسط بارندگی -ها در جهان، ۸۶۵ میلی‌متر و در ایران، ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد به عبارتی متوسط بارندگی‌های ایران از یک سوم متوسط بارندگی جهان کمتر است و در بیشتر نقاط کشور ما تنش خشکی حاکم می‌باشد. سهم مصرف آب کشاورزی در جهان، ۷۰ درصد و در ایران، ۹۲ درصد است که نشان دهنده نامناسب بودن سیستم‌های آبیاری کشور و نداشتن کارایی مناسب نسبت به استانداردهای جهانی در کشور است. با توجه

<sup>۱</sup>- Loon and Van

<sup>۲</sup>- Yuan

به اینکه میانگین مصرف آب آشامیدنی در جهان و ایران به ترتیب ۱۴۲ و ۲۵۶ در لیتر در روز به ازای هر نفر است و میانگین سهم سرانه آب تجدید شونده در جهان ۷۶۰۰ متر مکعب و در ایران ۱۹۰۰ متر مکعب است، به نظر می رسد در آینده نه چندان دور کشور ما با از دست دادن ذخیره‌های آبی خود با کمبود شدید آب برای کشاورزی روبه رو شود (شعبانی فروتن، ۱۳۸۰).

### اثر تغذیه مناسب گیاه بر کاهش اثرات تنش خشکی

تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش ها نقش بسزایی دارد. مصرف بهینه کود در گیاهان زراعی ضمن افزایش عملکرد، موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و سرمازدگی، بهبود فعالیت‌های زیستی در خاک، زود رسی محصول، کاهش غلظت آلاینده‌هایی نظیر کادمیم و کاهش سمیت بور و افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد (ملکوتی و سپهر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

### گوگرد

گوگرد در عرض چند سال از یک آلوده کننده به ماده مغذی محدود کننده تولید گیاهان زراعی در غرب اروپا تبدیل شده است و از این نظر، منحصر به فرد است. اثرات مضر بر جای گذاشته شده توسط گوگرد در جنگل‌های اروپا طی سال ۱۹۷۰ باعث شده که این عنصر نام زهر زرد را به خود بگیرد (آلریچ<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰). کمبود شدید گوگرد در تولید محصولات زراعی در سال ۱۹۸۰ در غرب اروپا پدیدار شد (شناگ<sup>۳</sup> و هانکلاس، ۱۹۹۴). برآورد شده است کمبود گوگرد تا سال ۲۰۱۲ در سراسر جهان به ۱۱ میلیون تن در سال خواهد رسید، که از این میزان، ۶ میلیون تن در آسیا و ۲/۳ میلیون تن در امریکا می‌باشد (مسیک<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). کمبود شدید گوگرد باعث کاهش بهره‌وری و کیفیت محصول می‌شود و از طرف دیگر بر سلامت گیاه و محیط زیست اثرگذار خواهد بود. پژوهش‌ها نشان داده اند که گوگرد اثرات مطلوبی در رابطه با تغذیه گیاه و همچنین کنترل آفات و بیماری‌ها دارد (شناگ، ۱۹۹۷).

### اهداف تحقیق

برای افزایش تولیدات کشاورزی پایا، بایستی تعدیل و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، افزایش مواد آلی در خاک و همچنین استفاده از منابع تجدید شونده در کنار سایر عوامل، جدی گرفته شود که هدف عمده از طرح و اجرای این برنامه‌ها بالابردن سطح تولید و تمهید زندگی بهتر برای کشاورزان و ایجاد

<sup>1</sup>- Malakouti and Sepehr

<sup>2</sup>- Ulrich

<sup>3</sup>- Schnug and Haneklaus

<sup>4</sup>- Messick

شرایط هماهنگ با تولیدکنندگان سایر کشورها می‌باشد. سیب‌زمینی به علت ارزش غذایی بالا، محصول بسیار مهمی در تغذیه کشورهای در حال توسعه‌ی جهان به شمار می‌رود. بنابراین برای ایجاد امنیت غذایی، افزایش راندمان و بهره‌وری بیشتر محصولات استراتژیک نظیر سیب‌زمینی، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. برای دستیابی به این مهم، افزایش عملکرد در واحد سطح با ملاحظه پارامترهای مؤثر بر آن همواره بخشی از تحقیقات مربوط به سیب‌زمینی را به خود اختصاص داده است (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵؛ سرمندیا و کوچکی، ۱۳۶۶؛ صوفیان و عمادی، ۱۳۷۱ و قلی‌پور، ۱۳۷۵). گرم شدن زمین باعث نوسانات توزیع بارش می‌شود که خطر در معرض تنش خشکی قرار گرفتن گیاهان را افزایش می‌دهد. به دلیل حساسیت سیب‌زمینی به تنش خشکی، زراعت این محصول به مناطقی که دارای بارش کافی و یا آب مناسب برای آبیاری است محدود می‌شود (دیبلوند و لیدنت<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). از طرف دیگر، ۷۰ درصد از مساحت ایران را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهند که متوسط بارندگی سالانه آنها کمتر از ۱۵۰ میلی متر می‌باشد. لذا نظر به اهمیت زراعت سیب‌زمینی در کشور و روند رو به افزایش سطح زیر کشت آن و محدودیت منابع آبی در کشور و اجرای برنامه افزایش تولید سیب‌زمینی، این مطالعه جهت بررسی تأثیر مصرف کود گوگرد بر افزایش تحمل به خشکی گیاه سیب‌زمینی و در نتیجه، امکان توسعه کشت این محصول در مناطق با آب کمتر به اجرا درآمد.

مهم ترین اهداف این تحقیق عبارت بودند از:

- ۱) ارزیابی واکنش‌های مورفولوژیکی سیب‌زمینی نسبت به تنش خشکی و مصرف کود گوگرد.
- ۲) بررسی تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک (پایداری غشای سلولی، میزان کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ)، رشد و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی.
- ۳) بررسی میزان تأثیر سطوح مختلف کود گوگرد در تعدیل اثرات تنش خشکی بر رشد و عملکرد گیاه سیب‌زمینی.
- ۴) ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف کود گوگرد در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیب‌زمینی.

---

<sup>1</sup> - Deblonde and Ledent

## ۲ بررسی منابع

### ۱-۲ اثرات تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه

### ۲-۲ تنش خشکی و اثرات آن بر صفات مورفولوژیک گیاه

میانگین بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر، ایران را در زمره کشورهای خشک جهان قرار داده است. آب از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان به خصوص در مناطق خشک است. یکی از دلایل مورفولوژیکی تحمل پایین گیاه سیب‌زمینی به شرایط خاک‌های نامناسب و تنش خشکی، علاوه بر فیزیولوژی خاص این گیاه، سیستم ریشه سطحی آن و درصد بیشتر فعالیت ریشه در افق سطحی خاک می‌باشد که عملاً استفاده ریشه‌ها از آب افق‌های پایین‌تر خاک را محدود می‌کند (صوفیان و عمادی، ۱۳۷۱). مسعودی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه اثر دور آبیاری بر عملکرد و صفات گیاهی سیب‌زمینی به این نتیجه رسیدند که صفات قطر ساقه، ارتفاع بوته، عملکرد تر غده، عملکرد خشک غده، میانگین وزن تر غده در بوته و اندازه غده در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر سطوح تنش خشکی قرار گرفتند. نتایج تحقیقات تورنکس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد در اثر تنش خشکی گسترش شاخ و برگ و در نتیجه آن شاخص سطح برگ و تاج پوشش کاهش می‌یابد همچنین مشخص گردید که رقم آلفا در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه در این تحقیق، با گسترش شاخ و برگ بالا، بهترین بازده را تحت شرایط تنش آب داشت. کنترل رشد برگ، و انتقال کربن تحت شرایط خشکی به عنوان فاکتورهای مؤثر بر رفتار گیاه و خصوصیات مورفولوژیکی و زراعی مطرح می‌باشند. برخی محققین بر اهمیت تأمین آب کافی در مرحله رشد رویشی سیب‌زمینی تأکید کرده‌اند. همچنین اخوان و همکاران (۱۳۸۴) در یک

<sup>۱</sup>- Tourneux