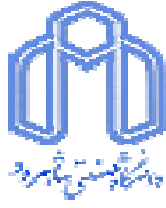


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان پایان نامه ارشد

بررسی اثرات برش غده و تیمار با بتائین گلیسین در بهبود عملکرد سیب
زمینی در شرایط تنش کم آبی

دانشجو

عادلہ حسنی

اساتید راهنما

دکتر احمد غلامی

دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور

دکتر مهدی برادران فیروز آبادی

دکتر حمید عباس دخت

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیرماه ۱۳۹۰



بریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره: ۴۰۰۰
تاریخ: ۱۳۹۰/۰۵/۲۶
ویرایش:

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم عادلہ حسنی رشته زراعت تحت عنوان: " بررسی اثرات برش غده و تیمار با بنائین گلابسیین در بهبود عملکرد سیب زمینی در شرایط تنش کم آبی " که در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۱۲ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: ممتاز) دفاع مجدد مردود

۱- عالی (۲۰ - ۱۹) ۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸)

۳- خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹) ۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴) ۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- اساتید راهنما	۱- احمد غلامی ۲- منوچهر قلی پور	دانشیار دانشیار	
۲- اساتید مشاور	۱- مهدی برادران ۲- حمید عباس دخت	استادیار استادیار	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	شاهرخ قرنچیک	استادیار	
۴- استاد ممتحن	محمد رضا عامریان	استادیار	
۵- استاد ممتحن	حمیدرضا اصغری	استادیار	

رئیس دانشکده:

با سپاس از سه وجود مقدس:

...آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم پدرانمان

موهایشان سپید شد تا ما رو سفید شویم مادرانمان

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند استادانمان

راز و رمز پویای علم و کشف معانی بدیع و تجلی جلوه های شهودی معرفت کیمیایی است که آسمان علم به برکت

سیما و سیره ی نورانی نبی اکرم صلی الله علیه و آله و سلم، انسان در بند خاک را به معراج حضور می خواند.

جناب آقایان دکتر غلامی، دکتر قلی پور، دکتر برادران و دکتر عباس دخت اساتید راهنما و مشاورم:

روشنایی بخش تاریکی جان هستی و ظلمت اندیشه را نور می بخشید چگونه سپاس گویم مهربانی و لطف شما را که

سرشار از عشق و یقین است. چگونه سپاس گویم تاثیر علم آموزی شما را که چراغ روشن هدایت را بر کلبه ی محقر

وجودم فروزان ساخته است. آری در مقابل این همه عظمت و شکوه شما مرا نه توان سپاس است و نه کلام وصف

همچنین از پدر و مادر دلسوز و مهربانم که آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند تا با حمایت های همه جانبه

در محیطی مطلوب مراتب تحصیل و نیز پایان نامه درسی را به نحو احسن به اتمام برسانم سپاسگذارم.

سپاسگذارم از همسر و خانواده همسر که در مراحل آخر پایان نامه با من همراه شدند. همچنین از خانم ها سمیه

احمدی، جلیله احمدی، مریم اکبری، سمیه قاضوی، زهره شاه حسینی، زهرا کاظمی و آقایان مجید محمدی، جلال

شفقی، منوچهر حسینی، حمیدرضا شاه حسینی، عبدالله کرم زاده، جناب آقای مهندس حسین پور، جناب آقای مهندس

شاکری و جناب آقای مهندس مطهری نژاد کمال تشکر را دارم.

بر منتهای همت خود کامران شدم

شکر خدا هر چه طلب کردم از خدا

چکیده

تنش کم آبی یکی از موانع موجود بر سر راه تولید محصول مطلوب در کشاورزی است. از جمله مکانیسم های دفاعی گیاهان برای مقابله با صدمات ناشی از تنش کم آبی می توان به تولید مولکول های بتائین گلیسین به عنوان یک تنظیم کننده اسمزی اشاره کرد. به منظور بررسی اثر محلول پاشی این ماده بر سیب زمینی در شرایط تنش کم آبی و تاثیر برش دار کردن غده، آزمایشی در دانشکده کشاورزی شاهرود اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح تنش کم آبی (شاهد، تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن غده)، بتائین گلیسین (شاهد و محلول پاشی بتائین گلیسین) و برش غده (غده سالم و غده برش خورده) بود که با سه تکرار در قالب آزمایش اسپلت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. محلول پاشی بتائین گلیسین سبب افزایش عملکرد و وزن خشک اجزای بوته گردید. تنش کم آبی در هر دو مرحله گلدهی و حجیم شدن غده باعث کاهش عملکرد گیاه شد و این در حالی بود که کمترین عملکرد مربوط به تیمار تنش کم آبی در مرحله گلدهی بود که از نظر آماری با تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف معنی داری نداشت. برش دار کردن غده نیز سبب کاهش وزن خشک اجزای بوته و افزایش عملکرد شد و این در حالی بود بین سطوح غده سالم و غده برش دار اختلاف معنی داری وجود نداشت. تاثیر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلیسین نیز بر افزایش وزن خشک اجزای بوته و وزن تر غده موثر بود، با محلول پاشی بتائین گلیسین در شرایط تنش کم آبی، افت عملکرد کاهش یافت.

کلمات کلیدی: سیب زمینی، بتائین گلیسین، تنش کم آبی، برش غده و عملکرد

Keywords: Potato; Glycine betaine; Water deficit stress; Slicing tuber, Yield

فهرست مطلب ها

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : مقدمه
۴	فصل دوم : بررسی منابع
۵	۲-۱- تاریخچه سیب زمینی
۵	۲-۲- نگاهی بر وضعیت کشت و تولید سیب زمینی در جهان
۵	۲-۳- نگاهی بر وضعیت کشت و تولید سیب زمینی در ایران
۶	۲-۴- اهمیت غذایی سیب زمینی
۷	۲-۵- خصوصیات گیاهشناسی سیب زمینی
۷	۲-۵-۱- شاخ و برگ
۸	۲-۵-۲- ریشه
۸	۲-۵-۳- گل
۸	۲-۵-۴- غده
۱۰	۲-۶- اکولوژی و سازگاری سیب زمینی
۱۰	۲-۷- تنش در گیاهان
۱۱	۲-۷-۱- تنش کم آبی
۱۲	۲-۷-۲- پاسخ گیاهان به تنش کم آبی
۱۵	۲-۸- بتائین گلايسين
۱۶	۲-۸-۱- محلول پاشی بتائین گلايسين
۱۶	۲-۹- اثر برش در غده های سیب زمینی
۱۸	فصل سوم : مواد و روش ها

۱۹	۳-۱- موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی محل اجرای آزمایش
۱۹	۳-۲- نوع آزمایش و عملیات زراعی
۱۹	۳-۳- آماده سازی غده های بذری
۱۹	۳-۴- آماده سازی زمین و کاشت
۲۰	۳-۵- مرحله داشت
۲۰	۳-۶- محلول پاشی بتائین گلابسین
۲۰	۳-۷- مرحله اعمال تیمار تنش کم آبی
۲۱	۳-۸- روش نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد مطالعه
۲۱	۳-۹- برداشت نهایی
۲۱	۳-۱۰- شاخص های فیزیولوژیکی رشد
۲۲	۳-۱۰-۱- وزن خشک کل
۲۲	۳-۱۰-۲- سرعت رشد محصول
۲۲	۳-۱۰-۳- شاخص سطح برگ
۲۳	۳-۱۰-۴- سرعت جذب خالص
۲۳	۳-۱۱- تجزیه آماری داده ها
۲۴	فصل چهارم : نتایج و بحث
۲۵	۴-۱- صفات مورفولوژیکی سبب زمینی
۲۷	۴-۱-۱- وزن خشک برگ
۲۷	۴-۱-۲- وزن خشک ساقه
۲۸	۴-۱-۳- وزن خشک ریشه
۳۰	۴-۱-۴- وزن خشک غده

۳۳	۴-۱-۵- وزن تر غده
۳۴	۴-۲- تجزیه و تحلیل رشد
۳۵	۴-۲-۱- وزن خشک کل
۳۷	۴-۲-۲- شاخص سطح برگ
۴۰	۴-۲-۳- سرعت جذب خالص
۴۲	۴-۲-۴- سرعت رشد محصول
۴۵	۴-۳- نتیجه گیری و پیشنهادات
۴۷	منابع
۵۵	پیوست

فهرست شکل ها

شکل	صفحه
۱-۲- ترکیبات شیمیایی غده سیب زمینی (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰)	۶
۲-۲- مسیر تبدیل کولین به بتائین گلايسين (اقتباس از هانسون، ۱۹۹۳)	۱۵
۱-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف	۲۵
۲-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف	۲۶
۳-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف	۲۷
۴-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف	۲۸
۵-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف	۲۹
۶-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف	۳۰
۷-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک غده تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف	۳۱
۸-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک غده تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف	۳۲

- ۳۳-۹-۴- عملکرد نهایی غده تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن
- ۳۴-۱۰-۴- عملکرد نهایی غده تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن
- ۳۶-۱۱-۴- روند تغييرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف
- ۳۶-۱۲-۴- روند تغييرات وزن خشک کل تحت تاثیر محلول پاشی بتائين گلايسين در نمونه برداری های مختلف
- ۳۸-۱۳-۴- روند تغييرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف
- ۳۹-۱۴-۴- روند تغييرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر محلول پاشی بتائين گلايسين در نمونه برداری های مختلف
- ۳۹-۱۵-۴- روند تغييرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر برش زدن غده در نمونه برداری های مختلف
- ۴۰-۱۶-۴- روند تغييرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف
- ۴۱-۱۷-۴- روند تغييرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر محلول پاشی بتائين گلايسين در نمونه برداری های مختلف
- ۴۲-۱۸-۴- روند تغييرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر برش زدن غده در نمونه برداری های مختلف
- ۴۳-۱۹-۴- روند تغييرات سرعت رشد تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف
- ۴۴-۲۰-۴- روند تغييرات سرعت رشد تحت تاثیر محلول پاشی بتائين گلايسين در نمونه برداری های مختلف
- ۴۵-۲۱-۴- روند تغييرات سرعت رشد تحت تاثیر برش دار کردن غده در نمونه برداری های مختلف

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) بعد از ذرت دارای بیشترین کشت در دنیا می باشد. این محصول در حدود ۱۴۰ کشور کشت می شود که تقریباً یک سوم این محصول در کشور های در حال توسعه تولید می شود (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰). این گیاه بسیار با ارزش است، به طوری که حجم زیادی از تحقیقات به افزایش تولید و درآمد حاصل از این محصول اختصاص یافته است (گروزا و همکاران، ۲۰۰۵؛ پاولستا، ۲۰۰۵؛ هالوران و گریفین، ۲۰۰۵). سیب زمینی در بسیاری از کشورهای پیشرفته از نظر صنعت و کشاورزی، جایگاه مهمی را در ردیف محصولات استراتژیک دارا می باشد. در کشور ما نیز استعداد بالقوه ای در زمینه رشد این محصول وجود دارد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

غده های تازه سیب زمینی دارای ۷۵ تا ۸۰ درصد آب، ۱۲ تا ۲۰ درصد نشاسته، ۲ درصد پروتئین و یک درصد خاکستر است. فرآورده های سیب زمینی حاوی اسید آمینه های ضروری و ویتامین های مورد نیاز انسان می باشد (بینام، ۱۳۷۶). اگرچه سیب زمینی فقط ۲ درصد پروتئین دارد ولی مقدار کل پروتئین تولیدی آن در هکتار با توجه به عملکرد بالای غده در واحد سطح رقم قابل توجهی را تشکیل می دهد (کوچکی، ۱۳۶۸).

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب محدودیت اصلی بوده و کم آبی از جمله مهمترین عوامل القا کننده تنش در گیاهان زراعی به حساب می آید. در کشور ما به دلیل خشکسالی در طی چند ساله اخیر عملکرد گیاهان زراعی کاهش یافته است، در دو دهه گذشته تحقیقات زیادی در زمینه افزایش تحمل به تنش انجام شده است (هولمبرگ و بولو، ۱۹۹۸). گیاهان در برابر تنش عکس العمل هایی از خود نشان می دهند، یکی از عمومی ترین پاسخ ها به تنش، تولید انواع مختلفی از ترکیبات آلی سازگار است (سراج و سینکلر، ۲۰۰۲). ترکیبات آلی سازگار، وزن مولکولی بالایی دارند، قابلیت انحلال آنها زیاد است و ترکیبات غیر سمی هستند. این ترکیبات غلظت شیره سلولی را بالا می برند در نتیجه گیاه را در مقابله با تنش متحمل می سازد (یانسی، ۱۹۸۲). این ترکیبات شامل پرولین، ساکارز، پلی یولها، تری هالوزها و ترکیبات آمونیومی چهارتایی است. از ترکیبات آمونیوم چهار تایی می توان بتائین گلیسین، بتائین آلانین و بتائین پرولین را نام برد (هانسون، ۱۹۹۳). بتائین گلیسین تاثیر مثبتی بر روی پایداری آنزیمی و انسجام غشاء سلولی در بعضی از گونه های گیاهی دارد و یکی از ترکیبات آمونیومی است که در گیاهان در پاسخ به استرس کم آبی تولید می شود (ونکاتسان و چلاپان، ۱۹۹۸؛ منصور، ۲۰۰۰؛ موهانتی و همکاران، ۲۰۰۲؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۳). بتائین گلیسین تجمع یافته در کلروپلاست، نقش اساسی در حفاظت از غشای تیلاکوئیدی دارد بنابراین در حفظ و نگهداری کارایی فتوسنتزی نقش دارد (رابینسون و جانز، ۱۹۸۶؛ جنارد و همکاران، ۱۹۹۱). در بسیاری از گیاهان زراعی، میزان تجمع طبیعی بتائین گلیسین کمتر از مقداری است که برای کاهش اثرات ناشی از پسابدگی حاصل از استرس ها کافی باشد (جونز و استوری، ۱۹۸۱؛ یانسی،

۱۹۹۴؛ سابارو و همکاران، ۲۰۰۱). در گیاهانی که تجمع بتائین گلايسين را ندارند و يا مقدار تجمع اين ماده در آنها در شرايط استرس بسيار پايين است، محلول پاشي بتائين گلايسين ممكن است به گياه در جهت کاهش اثرات تنش كمك كند (اگبوما و همكاران، ۱۹۹۷؛ مكللا و همكاران، ۱۹۹۸؛ لانگ و لو، ۲۰۰۵). با محلول پاشي بتائين گلايسين، اين ماده از برگها جذب شده و به ساير اندامهاي گياهي انتقال مي يابد و سبب افزايش تحمل گياه به تنش مي شود (مكللا و همكاران، ۱۹۹۸).

پايين آوردن هزينه هاي توليد در واحد سطح كمك زيادي به افزايش درآمد كشاورز مي نمايد. بطور مثال هزينه لازم جهت تهيه بذر سيب زميني نصف مخارج توليد اين گياه را شامل مي شود (امام ونيك نژاد، ۲۰۰۳). چون كاشت غده كامل سبب اتلاف هزينه مي شود و از سويي مقدار كافي از غده هاي كوچك براي تامين هزينه غده بذري وجود ندارد، لذا اكثر محصول سيب زميني توليد شده در كشوري مثل ايالات متحده امريكا از غده هاي بريده شده بدست مي آيد (اوپنگ، ۱۹۹۷).

هدف كلي در اين آزمايش بررسي اثرات برش غده و تيمار با بتائين گلايسين در بهبود عملكرد سيب زميني در شرايط تنش كم آبي مي باشد كه در اين ميان از تجزيه و تحليل برخي از شاخص هاي رشد در طول فصل رشد كمك گرفته شده است. همچنين اجزاي عملكرد و عملكرد غده در واحد سطح نيز در تيمارهاي مختلف مورد بررسي قرار گرفته است.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه سیب زمینی

سیب زمینی محصول بومی آمریکای جنوبی و منشا آن کشور پرو می باشد. بنابر تحقیقات باستان شناسان سیب زمینی از حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح توسط اینکاها (ساکنین اولیه پرو) در بخش کوهستانی این کشور کاشته و مورد استفاده قرار میگرفته است و در قرن شانزدهم میلادی از امریکای جنوبی به اروپا برده شد و بطور وسیعی گسترش یافت. تولید تجاری سیب زمینی در ابتدا در نیوانگلند و ایالت های آتلانتیک میانه آغاز شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). سیب زمینی ابتدا توسط سفیر ایران در انگلستان به ایران آورده شد و کاشت آن از دوران فتحعلی شاه قاجار آغاز گردید (طباطبایی، ۱۳۶۵). هم اکنون کشت سیب زمینی در اغلب نقاط ایران متداول می باشد.

۲-۲- نگاهی بر وضعیت کشت و تولید سیب زمینی در جهان

سیب زمینی از نظر مقدار تولید، چهارمین محصول پس از گندم، برنج و ذرت می باشد و تقریباً در تمام نقاط جهان کشت می شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). بنابر آمار سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی در سال ۲۰۰۳ بیش از ۳۱۱ میلیون تن سیب زمینی در ۱۹ میلیون هکتار زمین زراعی در جهان تولید شد که بیش از یک سوم این تولید مربوط به کشورهای در حال توسعه می باشد، در حالی که در ابتدای دهه ۱۹۶۰ میلادی تنها ۱۱ درصد میزان کل تولید در جهان متعلق به این کشورها بود. آموزش کشاورزان و ورود تکنولوژی جدید و نیز برنامه های اصلاحی بر روی ارقام مختلف در شرایط اقلیمی این کشورها از عوامل افزایش تولید می باشد (رشیدی، ۱۳۸۳). کشور های چین، روسیه و امریکا به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت سیب زمینی را به خود اختصاص داده اند (کریمی، ۱۳۸۶).

۲-۳- نگاهی بر وضعیت کشت و تولید سیب زمینی در ایران

بنابر آمار وزارت کشاورزی در سال ۱۳۷۸ سطح زیر کشت سیب زمینی در کشور ما حدود ۱۶۳ هزار

هکتار برآورد شده است که ۹۶/۷ درصد اراضی آن آبی و بقیه دیم بوده است. در بین استان ها، استان اردبیل با ۱۵/۷ درصد اراضی تحت کشت سیب زمینی در مقام نخست و استان اصفهان با ۱۴/۵ درصد در جایگاه بعدی قرار گرفته است (کریمی، ۱۳۸۶). در سال ۱۳۷۸ میزان تولید سیب زمینی در کشور ۳/۴ میلیون تن برآورد شده است که ۹۸/۵ درصد آن از اراضی آبی بدست آمده است. استان های اردبیل و اصفهان به ترتیب با ۱۶/۶ و ۱۶/۲ درصد از کل تولید کشور از نظر تولید نیز جایگاه ویژه ای داشته اند. استان های همدان، آذربایجان شرقی، خراسان، فارس و سمنان به ترتیب با ۱۰/۳، ۸/۴، ۶/۶، ۶/۲ و ۳/۹ درصد از سهم تولید سیب زمینی کشور، در رتبه های بعدی قرار گرفته اند. متوسط تولید سیب زمینی آبی کشور در یک هکتار برابر با ۲۱/۵ تن و متوسط دیم ۹/۳ تن می باشد. بنابر آمار وزارت کشاورزی در

سال ۱۳۸۲ تولید سیب زمینی بالغ بر ۴/۱ میلیون تن بوده است که این میزان محصول از سطح ۱۶۷ هزار هکتار زمین کشاورزی بدست آمده است (رشیدی، ۱۳۸۳).

۲-۴- اهمیت غذایی سیب زمینی

سیب زمینی سرشار از بتاکاروتن (پیش ساز ویتامین آ) است که وقتی پخته می‌شود به آسانی جذب می‌شود. ساقه و برگ‌های سیب زمینی حاوی سمی بنام سولانین است، بنابراین نباید آن را مصرف کرد. مهم ترین ماده اصلی موجود در سیب زمینی نشاسته است که معمولاً ۹ تا ۲۵ درصد آن را تشکیل می‌دهد، از این رو برای تامین انرژی، گیاه مفیدی است که نسبت به غلات کمتر تحت تاثیر آفات قرار می‌گیرد و کشت آن آسان تر است (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

سیب زمینی از نظر میزان انرژی و پروتئین تولیدی در هکتار در بین محصولات غذایی عمده، در ردیف اول قرار دارد و مهمترین غذای غیر غله ای در دنیا به حساب می‌آید (باجاج، ۱۹۸۷). ترکیبات مختلف موجود در غده سیب زمینی در جدول ۱-۲ آمده است. سیب زمینی تنها برای تغذیه مستقیم انسان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بلکه بخشی از سیب زمینی پس از تولید وارد چرخه صنعت می‌شود و به صورت فرآوردهای خوراکی مثل چیپس، پوره و مواد دیگر استفاده میگردد و مقداری برای تغذیه حیوانات یا بعنوان بذر مصرف می‌شود (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

مقدار(%)	مواد تشکیل دهنده
۷۸	رطوبت
۱/۹	پروتئین خام
۰/۲	چربی
۱۸	کربوهیدرات
۱/۹	فیبر خام
۰/۹۲	خاکستر

جدول ۱-۲- ترکیبات شیمیایی غده سیب زمینی (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰)

۲-۵- خصوصیات گیاهشناسی

سیب زمینی سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) گیاهی است علفی و یکساله از خانواده سولاناسه است، این گیاه دارای ساقه های تغییر شکل یافته زیرزمینی به نام استولن است سیب زمینی از متورم شدن قسمتهای انتهایی این ساقه بوجود می آید (طباطبایی، ۱۳۶۵).

۲-۵-۱- شاخ و برگ

مشخصه سیب زمینی وجود ساقه های خزنده زیر زمینی به طول ۵ تا ۴۵ سانتی متر است که از گره های پایین و زیر خاک، ساقه های هوایی بوجود می آیند. ساقه های خزنده زیر زمینی دارای برگ های کوچک و فلسی شکل بوده و چنانچه در معرض نور قرار گیرند به ساقه هوایی تبدیل می شوند. بنابراین هر غده سیب زمینی ساقه تغییر شکل یافته است که جوانه های جانبی آن در نقاط فرو رفته ای به نام چشم متمرکز گردیده است. هر چشم سیب زمینی حداقل دارای سه جوانه ساقه است که بوسیله فلس هایی احاطه شده است این جوانه در صورتی که در شرایط مساعدی از دما و رطوبت قرار گیرند تولید یک ساقه هوایی می نمایند. این گیاه در اوایل رشد به روزهای آفتابی و بلند و در اواخر رشد به روزهای کوتاه و شب های خنک نیاز دارد. ساقه های هوایی که ممکن است منشعب باشند، در برش عرضی عموماً تو خالی و مثلثی هستند. ساقه دارای بال های^۲ مستقیم یا موج دار است. بخش تحتانی ساقه گرد و سفت است. برگ بالغ مرکب بوده، شامل دمبرگ با برگچه انتهایی، برگچه های جانبی است (وس و ایرازوم، ۱۹۸۷).

اگر ساقه مستقیماً از غده بذری به وجود آید، ساقه اصلی نامیده می شود، انشعابات جانبی تحتانی که از ساقه اصلی حاصل شده است را ساقه ثانویه می نامند. برگها مهمترین واحد فتوسنتز کننده به حساب می آیند و تولید کربوهیدرات و تامین مواد مورد نیاز بخش های مختلف گیاه بویژه غده ها را به عهده دارند (شکیبا، ۱۳۷۴). برگها ممکن است در ارقام مختلف به صورت بلند، کوتاه، پهن یا باریک باشند. روزنه ها در سطح زیرین برگ ها بسیار زیاد است و مقداری کرک بر روی قسمتهای هوایی وجود دارد. بطور کلی الگوی برگدهی در این گیاه به صورت مرکب پر مانند است در هر برگ ۶ تا ۱۲ جفت برگچه بیضی شکل به همراه یک برگچه انتهایی قرار دارد، حاشیه برگها مژرس یا صاف است. بوته هایی که دارای برگهای متعددی هستند ظاهراً فشرده به نظر می رسند (تاتم و همکاران، ۱۹۵۳). دماهای حداقل و مطلوب برای گسترش سطح برگ به ترتیب ۷ و ۲۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است (شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹).

^۱ - Solanaceae
^۲ Wing -

۲-۵-۲- ریشه

بوته های رشد یافته از غده، در گره های ساقه های زیر زمینی و استولن، تولید ریشه های نابجا می کنند. در سیب زمینی، ریشه ها عموماً کم عمق هستند، اما اگر لایه های غیر قابل نفوذ و سخت در پروفیل خاک وجود نداشته باشد، عمق ریشه ممکن است به یک متر هم برسد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

۲-۵-۳- گل

گلها در سیب زمینی به رنگ سفید یا ارغوانی هستند که دارای دمگلی بلند می باشند که با گل آذین گرز در انتهای ساقه دیده می شوند. لقاح در سیب زمینی از نوع خودگشن است و میوه ای شبیه گوجه فرنگی به قطر ۲ سانتی متر ایجاد می کند. از بذر سیب زمینی عمدتاً در زراعت استفاده نمی شود بلکه از غده برای تکثیر استفاده می گردد (خواجه پور، ۱۳۷۰). تشکیل گل برعکس غده بندی در روزهای بلند تسریع می شود از اینرو سیب زمینی را از نظر گلدهی، گیاهی روز بلند می نامند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). لازم به ذکر است که گلدهی در دمای پایین شب کاهش یافته یا به تاخیر می افتد (الیزابت، ۱۹۹۱).

۲-۵-۴- غده

غده را می توان به عنوان بخشی از ساقه در نظر گرفت که برای ذخیره سازی مواد غذایی و تولید مثل سازش یافته است. غده را می توان یک استولن متورم شده در نظر گرفت. برگ های فلسی و جوانه های موجود در کنار برگ های فلسی ممکن است بعد از برداشت روی پوست به رنگ سبز دیده شوند. پوست غده دارای تعداد زیادی عدسک است. این عدسک ها را نیز می توان به عنوان روزنه های غده در نظر داشت (ویلکاکسون، ۱۹۸۶). در برش عرضی غده، بخشهای قابل مشاهده از خارج به داخل عبارت است از: لایه چوب پنبه ای بیرونی، پارانشیم ذخیره کننده بیرونی، پارانشیم ذخیره کننده درونی و حلقه آوندی. فاصله بین پوست و حلقه آوندی معمولاً در حدود نیم سانتی متر است، ولی پوست و حلقه آوندی در محل جوانه ها و در محل اتصال استولن کم و بیش در تماس نزدیک هستند (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). زمانی که انتهای استولن به صورت غده شروع به تورم کند، پوست توسعه می یابد. لایه سلولی که مستقیماً زیر اپیدرم است به کامبیوم چوب پنبه ساز تغییر پیدا می کند. در قسمت خارجی، کامبیوم چوب پنبه ساز تولید سلول های چوب پنبه ای می کند. کامبیوم چوب پنبه ساز و سلول های چوب پنبه ای را با هم پریدرم می نامند. پریدرم یک غده بالغ از ۵ تا ۱۵ لایه سلولی تشکیل شده است. در غده های نارس که کامبیوم چوب پنبه ساز هنوز فعال است و سلول های کامبیوم، دیواره های نازک دارند، می توان پوست را به راحتی از غده جدا کرد. در زمان بلوغ،

کامبیوم چوب پنبه ساز فعالیت خود را متوقف ساخته، دیواره های سلولی آن و پوست غده ضخیمتر می شوند (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

پوست یک غده تقریباً بالغ به مواد شیمیایی، گازها و مایعات نفوذناپذیر بوده و غده را به خوبی در برابر میکروارگانیسمها و تلفات آب محافظت می کند. عدسک به صورت یک سیستم ارتباطی بین داخل غده و محیط پیرامون آن عمل می کنند. این اندامک ها برای تنفس غده ضروری هستند زیرا عبور دی اکسیدکربن، اکسیژن و آب از پوست به سختی صورت می گیرد (کوچکی، ۱۳۶۸). اگر غده ها در خاک خیلی مرطوب رشد کنند، عدسک ها باز شده و بسیار بزرگ می شوند، بدین ترتیب میکروارگانیسم های مضر می توانند به راحتی وارد غده گردند. میکروارگانیسم ها می توانند حتی پس از ضد عفونی شدن غده در عدسک ها زنده بمانند (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). غده فاقد یک پوست کاملاً توسعه یافته، به سهولت آسیب دیده و بخش اعظم رطوبت آن در طی دوره انبارداری تلف خواهد شد، بعلاوه میکروارگانیسم ها می توانند به راحتی وارد چنین غده هایی شوند. وقتی غده ای آسیب می بیند یا آگاهانه قطع می شود، تشکیل یک لایه چوب پنبه ای جدید به منظور محافظت بافت غده در برابر آلودگی و در برابر هدر روی بیش از حد رطوبت ایجاد می شود. التیام زخم در غده های سیب زمینی فرآیندی زایا ست و شامل چوب پنبه ای شدن دیواره های سلولی که از تهاجم میکرو ارگانیسم ها و تبخیر از سطح زخم جلوگیری می کند (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰). بافت چوب پنبه ساز در بخش بیرونی پریدرم زخم و گاهی در بخش درونی، سلول های چوب پنبه ای را تولید می کند. برای تشکیل سریع و خوب پوست یا التیام زخم غده لازم است که دمای بالا، رطوبت نسبی بالا و اکسیژن کافی وجود داشته باشد. فرآیند التیام زخم در غده های جوان سریعتر از انواع مسن است. در دمایی بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت مناسب و اکسیژن کافی، ۳ تا ۵ روز وقت لازم است تا پوست جدید تشکیل شده و زخم التیام یابد. برای التیام سریع، رطوبت نسبی در حدود ۹۰ درصد مورد نیاز است (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰).

۲-۶- اکولوژی و سازگاری سیب زمینی

سیب زمینی به گرما حساس است و آب و هوای خنک را می پسندد، به طوری که بهترین رشد را در دمای شبانه روزی ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی گراد دارد (خواجه پور، ۱۳۷۰). محدوده پراکنش سیب زمینی از ۶۵ درجه شمالی تا ۴۵ درجه جنوبی می باشد و تا ارتفاع بیش از ۳۵۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) مورد کشت قرار می گیرد. بیشتر مطالعات انجام شده در مورد رشد سیب زمینی در عرضهای جغرافیایی بالاتر از ۴۰ درجه شمالی صورت گرفته است (دیسون و واتسون، ۱۹۷۱؛ کانکل و راسل، ۱۹۷۳؛ سلطانیپور ۱۹۶۹). در ایران سیب زمینی در تمام نواحی و تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا کشت می شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). دمای مناسب جهت شروع غده بندی ۱۶ تا ۱۹ درجه سانتی گراد است .

پوشش کامل سطح خاک توسط اندام های هوایی و وجود مقدار مناسبی از رطوبت خاک، از افزایش دمای خاک جلوگیری می کند. دمای بالا سبب تحریک رشد رویشی و تولید غدد بزرگ شده و دمای پایین سبب افزایش تعداد غده می گردد (خواجه پور، ۱۳۶۶). سیب زمینی از نظر گل دهی گیاهی روز بلند و از نظر غده بندی گیاهی روز کوتاه به شمار می آید. این دو صفت کاملاً از هم مستقل می باشند. هر چه رقم از نظر غده بندی دیررس تر باشد، حساسیت زیادتری نسبت به طول روز دارد. روزهای بلند، هوای گرم و ازت فراوان منجر به توسعه و رشد اندام های هوایی شده و نسبت اندامهای هوایی به غده را افزایش می دهد. در مقابل روز های کوتاه، هوای خنک و کمبود ازت موجب تسریع در غده بندی و زودرسی محصول شده و نسبت اندام های هوایی به غده را کاهش می دهد (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰). شدت نور زیاد برای غده دهی زود هنگام مناسب است و موجب افزایش عملکرد و درصد ماده خشک غده می شود. اما شدت نور خیلی زیاد می تواند موجب تنش رطوبتی، زودرسی و کاهش عملکرد گردد (کریمی، ۱۳۸۶). بافت خاک مناسب برای کشت سیب زمینی، خاک سبک تا متوسط است، سیب زمینی حساسیت زیادی به pH خاک ندارد و در محدوده ۶ تا ۷/۵ به خوبی رشد می کند. شکل غده عمدتاً ژنتیکی بوده ولی ممکن است تحت تاثیر ویژگی های فیزیکی خاک، وقوع تنش آبی و زمان وقوع این تنش قرار گیرد. کودها تاثیر کمی در شکل غده دارند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۷- تنش در گیاهان

عوامل متعددی بر روی رشد و نمو و در نهایت عملکرد نهایی گیاهان اثر سوء دارد، عواملی چون خشکی، شوری، سمیت عناصر، درجه حرارت های نامناسب و... هرعاملی که بر روی موجود زنده تاثیر گذارد و منجر به اختلال در سوخت و ساز و کاهش رشد و نمو موجود شود را تنش می گویند. معمولاً بازتاب های گیاهی به عنوان معیاری برای مقایسه حالت تنش و غیر تنش در نظر گرفته می شود (بویر، ۱۹۸۲). گیاهان تحت شرایط طبیعی و زراعی، بطور پیوسته در معرض تنش هستند. بعضی از عوامل محیطی مانند درجه حرارت در مدت چند دقیقه می توانند تنش را شوند، در صورتی که اثر برخی دیگر از عوامل محیطی ممکن است روزها تا هفته ها و یا حتی ماه ها بطول بیانجامد (بویر، ۱۹۸۲).

۲-۷-۱- تنش کم آبی

واژه تنش خشکی در مواردی بکار می رود که تنش در اثر عدم وقوع بارندگی مفید و بصورت طبیعی حادث شود اما اگر گیاه بطور مصنوعی در معرض کمبود آب قرار گیرد از واژه تنش کمبود آب (کم آبی) استفاده می نماییم. بنابراین به گیاهان دیم، تنش خشکی وارد می شود اما به گیاهان فاریاب تنش کم آبی وارد می شود (سرمدنیا، ۱۳۷۳ و شکاری، ۱۳۸۰). طبق ارزیابی های انجام شده فقط ۱۰

درصد زمینهای زراعی در جهان تحت تاثیر تنش قرار نمی گیرند (دودال، ۱۹۷۶). بیش از ۴۵ درصد از اراضی زراعی جهان در مناطقی وجود دارند که در معرض خشکی مکرر قرار می گیرند و این در حالی است که ۳۸ درصد از مردم جهان در این مناطق زندگی می کنند (بوت و همکاران، ۲۰۰۰). مکانیزم های مقاومت به خشکی به چند دسته تقسیم می شود که عبارت است از تاخیر در پسابیدگی^۱ (توانایی نگهداری آب در بافت) و تحمل به پسابیدگی^۲ (توانایی انجام وظیفه در حال پسابیدگی) (کافی و همکاران، ۱۳۷۹).

در مناطقی از جهان مانند صحرا های آفریقای شمالی، میزان نزولات جوی سالانه به طور متوسط ۵ میلیمتر یا کمتر است. البته این حد خشکی در بیشتر اراضی جهان و خصوصا زمین های زراعی وجود ندارد، با این وجود، اغلب مناطق خشک کشاورزی دنیا کم و بیش با مشکل تنش رطوبت مواجه هستند. در نواحی خشک و نیمه خشک، آب عامل محدود کننده مهم در رشد گیاه است و خسارات ناشی از تنش معمولا توسط آبیاری کاهش داده می شود. متاسفانه، کمبود آب تنها منحصر به این نواحی نمی شود، بلکه حتی در شرایط آب و هوای مرطوب توزیع نامنظم بارندگی منجر به محدود شدن آب قابل دسترس و در نتیجه کاهش رشد گیاه می شود (بویر، ۱۹۸۲).

عملکرد گیاهان در شرایط کمبود آب بستگی به کل آب قابل دسترس و راندمان مصرف آب گیاه دارد. گیاهی که توانایی کسب آب بیشتر یا راندمان مصرف آب زیادتری دارد، مقاومت بیشتری به تنش خشکی و کم آبی خواهد داشت. سازگاری بعضی گیاهان مانند گیاهانی که مسیر فتوسنتزی آنها C4 و CAM است، به آنها اجازه بهره برداری از محیط های خشک را می دهد، بعلاوه گیاهانی نیز دارای مکانیسم های تطابق می شوند که در پاسخ به تنش آب فعال باشند (کافی و همکاران، ۱۳۷۹). از اثرات مهم تنش آب، کاهش توسعه برگ است. اگرچه سطح برگ در رابطه با فتوسنتز حائز اهمیت می باشد، ولی سرعت بالای توسعه برگ می تواند اثرات نامطلوبی بر آب قابل دسترس گیاه داشته باشد. اگر بارندگی فقط در فصل های زمستان و بهار واقع شود و تابستان ها خشک باشند، گیاهان جوان در فصل بهار رطوبت فراوانی در اختیار خواهند داشت و تنش در تابستان به سرعت افزایش خواهد یافت (بویر، ۱۹۸۲). تسریع در رشد اولیه گیاهان منجر به افزایش سطح برگ می شود، به

۱_ Desiccation postponement

۲_ Desiccation tolerance

طوریکه میزان آب موجود در خاک در ابتدای رشد مصرف شده و رطوبت باقیمانده در خاک برای تکمیل چرخه زندگی گیاه خیلی کم می شود. در این وضعیت فقط گیاهانی که مقداری آب برای رشد زایشی خود نگهداری کرده و یا اینکه چرخه زندگی خود را به سرعت قبل از شروع خشکی تکمیل می کنند (فرار از خشکی) قادر به تولید بذر برای فصل آینده خواهند بود. چنین استراتژی باعث موفقیت در تجدید نسل خواهد شد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹).

در صورتی که وقوع بارندگی های قابل توجه اما نامنظم، الگوی غالب منطقه باشد، وضعیت فرق می کند. در این مورد گیاه واجد سطح برگ زیاد یا گیاهی که می تواند خیلی سریع سطح برگ را افزایش دهد، برای استفاده از بارندگی نامنظم تابستان مناسب تر است. یک استراتژی سازش به خشکی در چنین شرایطی دارا بودن همزمان پتانسیل رشد رویشی و زایشی در یک دوره طولانی است، به چنین گیاهانی از لحاظ رشدی، رشد نامحدود^۱ گفته می شود و در مقابل، گیاهان رشد محدود^۲ قرار دارند که تعداد مشخص برگ و گل را در یک دوره کوتاه زمانی ایجاد می کند (بویر، ۱۹۸۲).

۲-۷-۲- پاسخ گیاهان به تنش کم آبی

واکنشهای کلی به تنش آب تقریباً همیشه منجر به تطابق گیاه با مصرف ذخیره آب می شود به گونه ای که به کامل شدن چرخه زندگی آنها کمک می کند. پاسخ گیاه به کم آبی بسیار پیچیده است و پاسخ کلی، برابری از تمامی پاسخ های سطوح سازماندهی گیاه می باشد. به نظر می رسد اولین واکنش های انجام شده در برابر تنش، بیش از آنکه تحت تاثیر واکنشهای شیمیایی مربوط به پسابیدگی قرار گیرند، تحت تاثیر وقایع بیوفیزیکی هستند. با کاهش میزان آب گیاه، سلول ها چروکیده شده و دیواره سلولی سست می شود (بویر، ۱۹۸۲). کاهش حجم سلول باعث کاهش پتانسیل فشاری می شود. هرچه تلفات آب و انقباض سلول ها بیشتر شود، غلظت محلول سلول افزایش یافته و غشای پلاسمایی به علت اینکه سطح کوچتری را نسبت به قبل پوشش می دهد، ضخیم تر و فشرده تر می شود. به علت اینکه کاهش پتانسیل فشاری اولین اثر مهم بیوفیزیکی تنش آب است، به نظر می رسد فعالیت های وابسته به پتانسیل فشاری، حساس ترین واکنش ها نسبت به کمبود آب

۱ - Indeterminate

۲ - Determinate

هستند. تنظیم اسمزی یکی از مکانیسمهای کاهش تاثیر تنش کم آبی می باشد (بویر، ۱۹۸۲). در شرایط تنش معمولاً میزان فتوسنتز به اندازه میزان انتقال مواد کاهش پیدا نمی کند در نتیجه مواد محلول در درون سلول تجمع می یابند. گیاه با تجمع املاح در واکوتل و تجمع مواد آلی در سیتوسل، تنظیم اسمزی انجام می دهد، دو اسید آمینه پرولین و بتائین نقش اساسی در تنظیم اسمزی گیاه در شرایط تنش کم آبی دارند (دودال، ۱۹۷۶).

سطح برگ کل یک گیاه بعد از بلوغ تمام برگ ها، به طور ثابت باقی نمی ماند. اگر گیاهان بعد از کامل شدن سطح برگ با تنش آب مواجه شوند، برگ ها پیر شده و در نهایت ریزش می کنند. این تنظیم سطح برگ، تغییر طولانی مدت مهمی است که موجب بهبود در سازگاری گیاه در محیط های مواجه با کمبود آب می شود. در واقع بسیاری از گیاهان برگ ریز بیابانی، بسته به شدت تنش، تمام برگ های خود را در طی خشکی از دست داده و بعد از یک بارندگی مجدداً جوانه می زنند. این چرخه می تواند دو یا بیشتر از دو بار در یک فصل اتفاق بیفتد. فرآیند ریزش برگ در طول تنش آب تا حدود زیادی حاصل افزایش سنتز و حساسیت به هورمون اتیلن در درون گیاه است (خواجه پور، ۱۳۸۳).

کمبود ملایم آب در توسعه سیستم ریشه ای تاثیر می گذارد، بنظر می رسد که ارتباطات ریشه- اندام هوایی به وسیله تعادل بین جذب آب توسط ریشه و فتوسنتز توسط اندام هوایی کنترل می شود. اگرچه ارتباطات بین ریشه و اندام هوایی بستگی به فرایندهای تکاملی و تغذیه ای پیچیده ای دارد ولی مفهوم تعادل عملی را می توان به سادگی بیان کرد. اندام هوایی تا زمانی رشد کرده و گسترش می یابند که جذب آب توسط ریشه، عامل محدود کننده برای رشد بیشتر گردد و برعکس آن، ریشه ها تا زمانی رشد خواهند نمود که تقاضای آنها برای مواد فتوسنتزی معادل با مقداری باشد که از طریق ساقه برای آنها تامین می گردد. اگر آب قابل فراهم برای گیاه کاهش یابد این تعادل نیز تغییر می کند. زمانی که تنش خیلی سریع باشد یا گیاه قبل از شروع تنش به سطح برگ نهایی خود رسیده باشد، عکس العمل های دیگری برای محافظت گیاه در مقابل خشکی ناگهانی وجود دارد. در این شرایط، روزنه ها برای کاهش تبخیر از سطح خارجی برگ، بسته می شوند. کاهش محتویات محلول سلول های محافظ منجر به اتلاف آب و کاهش فشار آماس شده که در نتیجه آن روزنه ها بسته می شود. فرآیند کاهش مواد محلول سلول های محافظ به وسیله کاهش مقدار آب بقیه سلول های برگ به وجود می آید. گیاهان تا زمانی می توانند آب جذب کنند که پتانسیل آب (پا) آنها پایین

تر از منبع آب باشد. تنظیم اسمزی با ذخیره املاح محلول توسط سلول ها، فرآیندی است که می تواند بدن اینکته پتانسیل فشار را کاهش دهد، پتانسیل آب سلول را کاهش دهد. تغییرات پتانسیل آب بافت تنها به علت تغییرات فشار اسمزی (Π)، یعنی جز اسمزی لا است. تنظیم اسمزی نباید با افزایش غلظت محلول که در طی پسابیدگی و چروکیدگی سلول واقع می شود، اشتباه شود. زیرا این فرایند عامل افزایش خالص میزان مواد محلول هر سلول و علت اصلی کاهش میزان آب آن می باشد. افزایش واقعی فشار اسمزی، بجز در گیاهانی که سازگاری زیادی به خشکی دارند، نسبتاً کم یعنی بین ۰/۲ تا ۰/۸ مگا پاسکال است (بویر، ۱۹۸۲).

معمولاً قسمت عمده تنظیم اسمزی می تواند از طریق افزایش غلظت انواع مواد محلول رایج از جمله قندها، اسیدهای آلی و یون ها (به خصوص K^+) تداوم یابد (بویر، ۱۹۸۲). به نظر می رسد جمع یون ها در طی تنظیم اسمزی عمدتاً درون واکوئل واقع می شود بطوریکه در آنجا یون ها با آنزیم های سیتوسل یا اندامک های بین سلولی در تماس نیستند. به خاطر این نحوه تخصیص، یون های دیگر مواد محلول، باید برای حفظ تعادل پتانسیل آب داخل سلول در سیتوپلازل تجمع یابند. این املاح محلول که محلول های سازگار^۱ نامیده می شوند، ترکیبات آلی هستند که با اعمال آنزیم ها تداخل ندارند. بعنوان مثال پرولین به طور طبیعی یک اسیدآمین سازگار بوده و همین طور یک قند الکلی، سوربیتول و بتائین گلايسين ترکیباتی هستند که در اثر تنش خشکی تولید و در تنظیم اسمزی دخالت دارند. تنظیم اسمزی در واکنش به از دست دادن آب بافت به آرامی اتفاق می افتد. برگ هایی که توانایی تنظیم اسمزی را دارند، می توانند در پتانسیل های پایین تر آب نسبت به برگ هایی که چنین توانایی را ندارند، پتانسیل فشاری مناسب تری داشته باشند. حفظ پتانسیل فشار، تداوم طویل شدن سلول را ممکن می سازد و هدایت روزنه ای بالاتری را در پتانسیل های پایین فراهم می کند (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰).

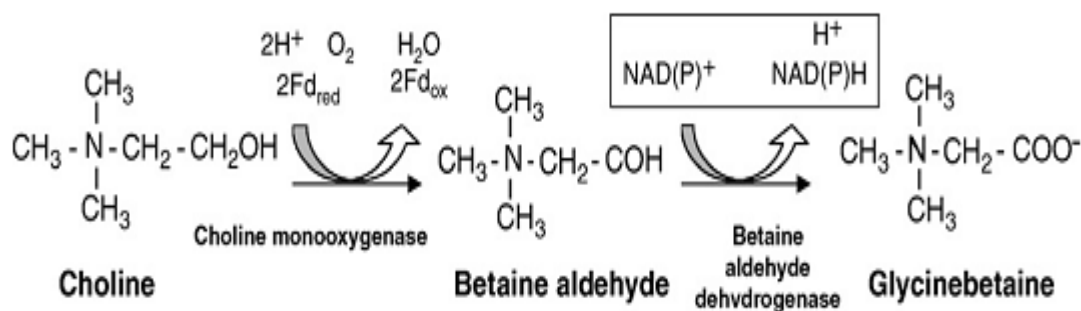
۲-۸- بتائین گلايسين

تنش کم آبی می تواند از یک یا چند فعالیت فیزیولوژیکی مانند تعرق، فتوسنتز و یا فعالیت های آنزیمی سلول جلوگیری کند و یا حتی باعث توقف آن شود (لون، ۱۹۸۱).

^۱ - Compatible solutes

یکی از عمومی ترین پاسخها به تنش در گیاهان تولید انواع مختلفی از ترکیبات آلی سازگار می باشد (سراج وسینکلا، ۲۰۰۲). ترکیباتی سازگار که وزن مولکولی پایین دارند و قابلیت انحلال آنها بالاست، این ترکیبات غیر سمی بوده و مکانیسم عمل آنها منجر به تنظیم اسمزی، سمیت زدایی، حفظ انسجام غشا و حفظ تعادل آنزیم ها و پروتئین ها می شود (یانسی، ۱۹۸۲). علاوه بر این بخشی از این ترکیبات، اجزای سلول را از صدمات دهیدراته شدن از طریق تنظیم اسمزی محافظت می کنند. این ترکیبات شامل پرولین، ساکارز، پلی یولها، تری هالوزها و ترکیبات آمونیوم چهار تایی مانند بتائین گلیسین، بتائین آلانین، بتائین پرولین، کولین سولفات و هیدروکسی بتائین پرولین هستند (هانسون، ۱۹۹۳). وظایف این ترکیبات عبارت است از: تعدیل فشار اسمزی، محافظت از ماکرو مولکولهای سلولی، ذخیره نیتروژن و تحمل به برخی تنش ها می باشد.

یکی از ترکیبات آمونیومی چهارتایی شناخته شده در گیاهان، ترکیبی به نام بتائین گلیسین است که به میزان زیادی در پاسخ به برخی از تنش ها در گیاهانی چون چغندر قند، اسفناج، جو، گندم و سورگوم تولید می شود (یانگ وهمکاران، ۲۰۰۳). در این گیاهان، گونه های مقاوم به تنش آنهایی هستند که در پاسخ به تنش بتائین گلیسین تولید می کنند البته این موضوع عمومیت ندارد. این ماده اولین بار از شیر چغندر قند استخراج شد (اسچیرل، ۱۸۶۹). بتائین گلیسین به میزان زیادی در کلروپلاست تولید می شود که در حفاظت از غشای تیلاکوئیدی نقش اساسی دارد و سبب حفظ فعالیت فتوسنتز می شود (جنارد و همکاران، ۱۹۹۱). در گیاهان عالی، گلیسین بتائین از کولین طی فرایند زیر در کلروپلاست سنتز می شود (هانسون، ۱۹۹۳).



در گیاهانی که تجمع بتائین گلايسين را ندارند و یا مقدار تجمع این ماده در آنها در شرایط استرس بسیار پایین است، محلول پاشی بتائین گلايسين ممکن است به گیاه در جهت کاهش اثرات تنش کمک کند (اگبوما و همکاران، ۱۹۹۷؛ مکلا و همکاران، ۱۹۹۸). بتائین گلايسيني که بصورت محلول پاشی استفاده شده است می تواند به سرعت در برگها نفوذ کند و به اندامک ها برسد و موجب افزایش تحمل به تنش شود (مکلا و همکاران، ۱۹۹۸). کارایی ونفوذ این ترکیب با مصرف روکشگرها^۱ افزایش می یابد (برای وهمکاران، ۲۰۰۰). بتائین گلايسين که بطور طبیعی در برخی گیاهان تولید می شود براحتی در گیاه تجزیه نمی شود و در گیاهی مانند چغندر قند به فراوانی تجمع می یابد که قابل استحصال است (هانسون، ۱۹۹۳).

گزارشات زیادی مبنی بر محلول پاشی بتائین گلايسين در شرایط استرس و اثرات مثبت آن بر رشد و عملکرد نهایی گیاه وجود دارد که از جمله آزمایشات انجام شده روی گیاهانی چون تنباکو، گندم، جو، سورگوم و سویا بوده است (اگبوما و همکاران، ۱۹۹۷؛ بوروجویک و همکاران، ۱۹۸۰). آزمایشات نشان داده است که محلول پاشی بتائین گلايسين روی لوبیا معمولی در شرایط تنش کم آبی، می تواند کاهش پتانسیل آب برگها را کندتر نموده و علایم پژمردگی ناشی از این تنش دیرتر ظاهر شود، بعلاوه گیاهان تیمار شده با این ماده، با توانایی بهتری فرایند بازیابی و بهبود را سپری کردند که این، مهمترین خصوصیت رشدی برای گیاهانی است که در شرایط تنش کم آبی قرار می گیرند (ویبینگ و راجاشکار، ۱۹۹۹). محلول پاشی بتائین گلايسين تاثیر مثبتی برروی پایداری آنزیمی و انسجام غشاء سلولی در بعضی از گونه های گیاهی دارد (ونکاتسان و چلاپان، ۱۹۹۸؛ منصور، ۲۰۰۰؛ موهانتی و همکاران، ۲۰۰۲؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۹- اثر برش در غده های سیب زمینی

اگر یک غده بذری سیب زمینی به صورت کامل کشت شود به علت وجود غالبیت جوانه انتهایی تنها تعداد کمی از جوانه های موجود در قسمت انتهایی آن رشد می کنند به این دلیل یک غده بذری کوچک ممکن است با یک غده که چندین برابر وزن دارد محصول تقریباً یکسانی تولید نماید (اوینگ، ۱۹۹۷). از طرف دیگر پایین آوردن هزینه های تولید در واحد سطح کمک زیادی به افزایش درآمد کشاورز می نماید. بطور مثال هزینه لازم جهت تهیه بذر سیب زمینی نصف مخارج تولید این گیاه را شامل می شود (امام و نیک نژاد، ۲۰۰۳). چون کاشت غده کامل سبب اتلاف هزینه می شود و از سویی مقدار کافی از غده های کوچک برای تامین غده بذری وجود ندارد، لذا اکثر محصول سیب زمینی تولید شده در کشوری مثل ایالات متحده امریکا از غده های بریده شده بدست می آید (اوینگ، ۱۹۹۷).

موادی در پوست سیب زمینی وجود دارد که مانع از جوانه زدن غده ها می شود و به طور طبیعی و به تدریج بعد از ۲ تا ۳ ماه از بین می روند. هر قدر سیب زمینی در موقع برداشت نارس تر باشد قابلیت جوانه زنی بعدی آن نیز کمتر می شود و معمولاً هر قدر از مدت برداشت بگذرد تمایل به جوانه زدن در سیب زمینی افزایش می یابد (پیوست، ۱۹۹۷). اگر بخواهیم این مانع را از بین ببریم و سیب زمینی زودتر از حالت طبیعی جوانه بزنند باید مواد بازدارنده جوانه زنی موجود در پوست را از بین ببریم تا حرکت مواد در غده ها به طرف جوانه ها جریان پیدا کند که زخمی کردن غده ها بعنوان یکی از روش های مطرح در این زمینه است، بنابراین تحریک رشد کلیه جوانه های موجود روی غده های بذری سیب زمینی، علاوه بر افزایش سهم جوانه های تولید کننده استولن و شاخ و برگ، از جنبه کاهش مخارج تولید و افزایش کارایی اقتصادی نظام های تولید سیب زمینی نیز می تواند مفید باشد (مشایخی، ۲۰۰۸).

فصل سوم

مواد و روشها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی محل اجرای آزمایش

به منظور بررسی اثرات برش غده و تیمار با بتائین گلایسین در بهبود عملکرد سیب زمینی در شرایط تنش کم آبی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸، در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام گرفت. موقعیت جغرافیایی منطقه ۵۵ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۶۶ متر از سطح دریا می باشد که بر اساس طبقه بندی اقلیمی، آب وهوای این ناحیه سرد و خشک است.

۳-۲- نوع آزمایش و عملیات زراعی

آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید (نقشه طرح در شکل پیوست ۱ آورده شده است). عامل اصلی تنش کم آبی شامل سه سطح A: شاهد(بدون تنش)، A_۱: قطع آبیاری در مرحله گلدهی و A_۲: قطع آبیاری در مرحله حجیم شدن غده ها، عوامل فرعی شامل ترکیب محلول پاشی بتائین گلایسین در دو سطح B: شاهد(عدم مصرف بتائین گلایسین) و B_۱: محلول پاشی بتائین گلایسین و برش غده سیب زمینی شامل C: غده سالم و C_۱: غده برش زده بود. نکته قابل توجه این است که آنالیز داده های نمونه برداری اول بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی انجام شد و دومین نمونه برداری به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های تصادفی انجام شد با این تفاوت که عامل اصلی تنش کم آبی شامل دو سطح A: شاهد(بدون تنش)، A_۱: قطع آبیاری در مرحله گلدهی بود.

۳-۳- آماده سازی غده های بذری

قبل از کاشت غده های بذری، تعدادی از غده ها جهت برش جدا شدند و با چاقویی ضدعفونی شده (با الکل صنعتی) غده ها برش داده شدند. در هر برش غده، حداقل ۳ جوانه وجود داشت، عمل ضدعفونی کردن چاقو مکررا انجام شد تا از انتقال بیماری های احتمالی جلوگیری شود. سپس تمام بذور با قارچ کش تیابندازول ضدعفونی شدند(بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰).

۳-۴- آماده سازی زمین و کاشت

در اواخر اردیبهشت ماه و با مساعد شدن شرایط جوی، عملیات آماده سازی بستر کشت انجام شد. عملیات تهیه بستر شامل شخم و ایجاد جوی و پشته با گاو آهن مطابق معمول منطقه انجام گرفت. تعداد بوته در واحد سطح با توجه به رقم، شرایط جوی منطقه و سایر عوامل تعیین گردید. به طوریکه فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی متر و روی ردیف ۳۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. در مجموع ۳۶ کرت آزمایشی در نظر گرفته شد که هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۷ متر بود. با توجه به شرایط محیطی و عوامل دیگر، غده ها در عمق حدود ۱۲ تا ۱۵ سانتی متری کشت گردیدند. خطوط ۱ و ۴ به عنوان حاشیه و خطوط ۲ و ۳ برای نمونه برداری جهت آنالیز رشد و برآورد عملکرد غده در واحد سطح در نظر گرفته شد. کاشت غده ها در یازدهم خرداد ماه ۱۳۸۸ با دست انجام شد و اولین آبیاری در همان روز انجام گرفت.

۳-۵- مرحله داشت

در طی فصل رشد برای تامین شرایط مناسب رشد گیاه در مزرعه، عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی، خاک دهی پای بوته ها و کنترل علفهای هرز انجام شد. کنترل علفهای هرز قبل و بعد از سبز شدن و بعد از آن در چندین مرحله و با وجین دستی انجام گرفت. خاک دهی پای بوته ها حدود ۲۵ روز پس از سبز شدن انجام شد. بعد از کشت بلافاصله آبیاری مزرعه انجام شد و آبیاری های بعدی در فاصله هر ۷ روز صورت گرفت. کوددهی ۲۸ روز بعد از کشت در بین ردیفها داده شد، به این ترتیب که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۶۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به زمین مورد نظر اضافه گردید و سپس آبیاری انجام گرفت (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰).

۳-۶- محلول پاشی بتائین گلايسين

ابتدا محلول ۱ میلی مولار بتائین گلايسين تهیه شد (لاتس، ۲۰۰۰؛ وبینگ و راجاشکا، ۱۹۹۹؛ ساواگ و همکاران، ۱۹۸۳). و به ازای هر ۱۰ لیتر از این محلول یک سی سی تریتان ایکس ۱۰۰ به عنوان روکشگر به محلول اضافه گردید (سابارو، ۲۰۰۱). ۲۲ روز پس از سبز شدن محلول پاشی روی بوته ها انجام گرفت. جهت تاثیر بیشتر محلول، عملیات محلول پاشی قبل از طلوع خورشید انجام شد.

۳-۷- مرحله اعمال تیمار تنش کم آبی

۳۵ روز پس از سبز شدن بوته ها، اولین تنش کم آبی اعمال شد که شامل قطع یک دور آبیاری برای کشتهای مورد نظر بود. دومین تنش کم آبی ۴۹ روز بعد از سبز شدن در مرحله حجیم شدن غده ها با قطع یک دور آبیاری انجام شد.

۳-۸- روش نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد مطالعه

اولین نمونه برداری حدود ۳۰ روز بعد از سبز شدن انجام شد و نمونه برداری های بعدی به فاصله ۱۵ روز یکبار انجام گرفت و در کل ۸ نمونه برداری انجام شد. در زمان نمونه برداری از ابتدا و انتهای هر کرت ۰/۵ متر به عنوان حاشیه حذف گردید سپس برای نمونه برداری از هر پلات دو بوته به طور تصادفی انتخاب شد، اندام های گیاهی جدا شدند و به طور جداگانه در پاکت قرار داده شدند و در آزمایشگاه، در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک آن ها تعیین گردید. در نمونه برداری های هفتم و هشتم وزن تر غده های سیب زمینی نیز به کمک ترازوی ۰/۰۱ گرمی اندازه گیری شد.

۳-۹- برداشت نهایی

در انتهای دوره رشد سیب زمینی، غده های ۲ متر مربع جهت اندازه گیری عملکرد نهایی برداشت شدند. این مرحله ۱۳۵ روز بعد از سبز شدن انجام شد. غده ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند. وزن تر آنها اندازه گیری شد، سپس در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند سپس وزن خشک غده ها با ترازوی ۰/۰۱ گرمی اندازه گیری شد.

۳-۱۰- شاخص های فیزیولوژیکی رشد

به منظور بررسی تاثیر عوامل آزمایش برخی از شاخص های فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل رشد، با هدف شناخت عوامل موثر در جهت افزایش محصول در گیاه، در واقع با تحقیقات بالز و هلتنون (۱۹۱۵a و ۱۹۱۵b) روی محصول پنبه در دره نیل شروع شد (کریمی، ۱۳۸۶).

آنالیزهای رشد که توسط بلک من (۱۹۱۹) پیشنهاد شد وسیله ارزشمندی در تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه محسوب می شوند. بلک من سرعت رشد محصول (CGR)، نسبت سطح برگ (LAR)، میزان جذب خالص (NAR) و سایر شاخص های مشابه موثر در تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه را برای تجزیه رشد گیاه، مورد استفاده قرار داد (کریمی، ۱۳۸۶).

۳-۱۰-۱- وزن خشک کل (TDW)^۱

وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش می یابد و یکی از عوامل مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. روند تجمع ماده خشک در ابتدای فصل رشد به دلیل کم بودن سطح برگ، به عنوان سطوح دریافت کننده تشعشع خورشید، آهسته است ولی با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد و به حداکثر مقدار خود می رسد.

۳-۱۰-۲- سرعت رشد محصول (CGR)^۲

افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی در واحد سطح در واحد زمان را سرعت رشد محصول می گویند. سرعت رشد محصول معمولاً بر حسب گرم (وزن خشک کل گیاه) در متر مربع (سطح زمین) در روز بیان می گردد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

سرعت رشد محصول از رابطه زیر حاصل می شود:

$$CGR = (w_2 - w_1) / [S_A(t_2 - t_1)]$$

در این رابطه w_1 و w_2 وزن خشک گیاه در زمان های t_1 و t_2 است و S_A مساحت زمینی است که اجتماع گیاهی اشغال کرده است.

۳-۱۰-۳- شاخص سطح برگ (LAI)^۳

Total Dry Weight - ^۱
Crop Growth Rate - ^۲
Leaf Area Index - ^۳

شاخص سطح برگ بیان کننده نسبت سطح برگ (فقط یک طرف) به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). شاخص سطح برگ، مساوی یک واحد از مساحت سطح برگ در واحد سطح زمین است که به طور نظری می تواند تمام نور رسیده به خودش را دریافت کند. ولی با توجه به شکل برگ، ضخامت، زاویه و مقدار عمودی بودن، برگ ها به ندرت تمام نور را دریافت می کنند (ایوانس و همکاران، ۱۹۷۵). شاخص سطح برگ عبارت است از کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده شده توسط گیاه، به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری LAI محاسبه می گردد.

۳-۱۰-۴- سرعت جذب خالص (NAR)^۱

میزان جذب خالص عبارت است از مقدار مواد خالص ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان است که معمولاً بر حسب گرم (وزن خشک کل گیاه) در متر مربع (سطح برگ) در روز بیان می شود که از رابطه زیر به دست می آید (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

$$NAR = (w_2 - w_1) (\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1) (L_2 - L_1)$$

در این رابطه w_1 و w_2 وزن خشک گیاه و L_1 و L_2 سطح برگ در زمان های t_1 و t_2 هستند.

۳-۱۱- تجزیه آماری داده ها

در این تحقیق، تجزیه واریانس اعداد خام به کمک نرم افزار MSTATC انجام شد و از آزمون LSD برای مقایسه میانگین ها استفاده گردید. رسم نمودار ها با نرم افزار Excel انجام گرفت.

^۱ Net Assimilation Rate

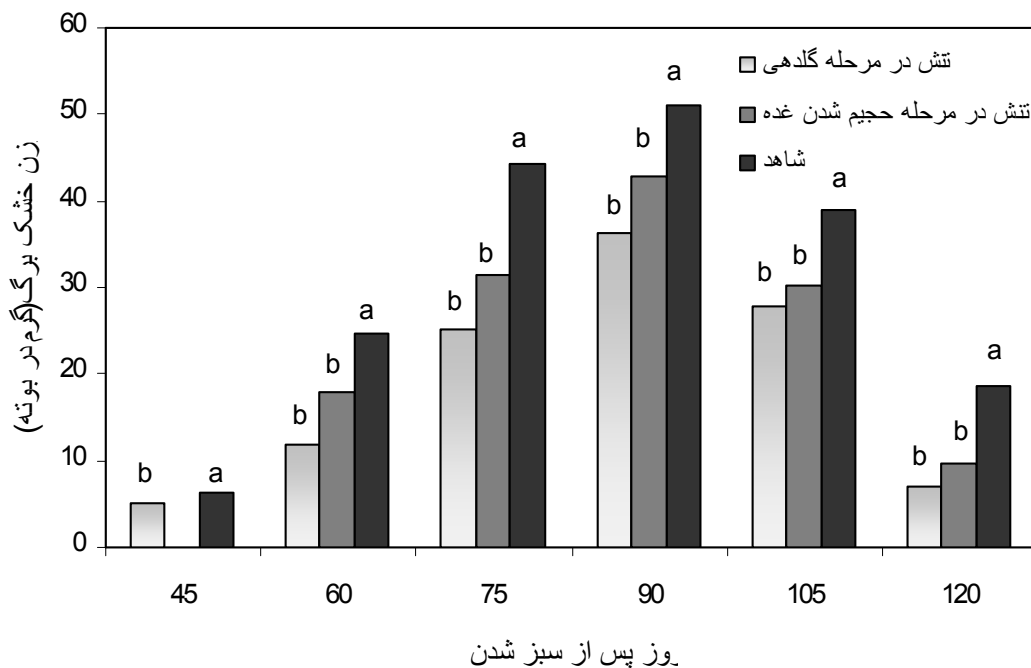
فصل چہارم

نتایج و بحث

۴-۱- صفات مرفولوژیکی سیب زمینی

۴-۱-۱- وزن خشک برگ

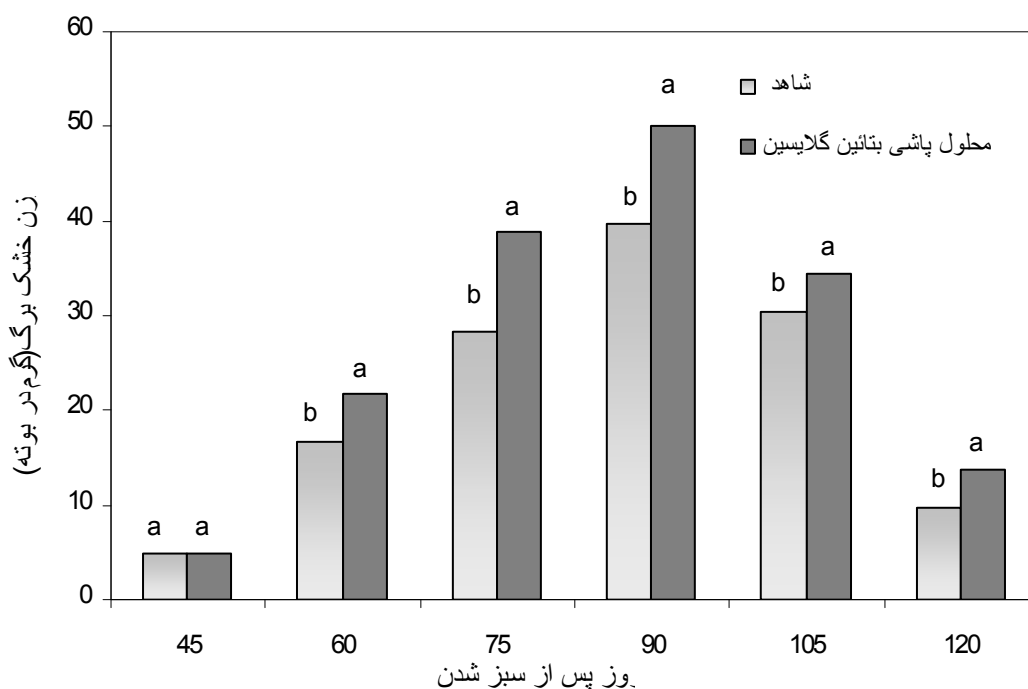
اثر تنش کم آبی در ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک برگ معنی دار شد (جدول پیوست ۲ و ۳). در تمام این زمان ها، بیشترین وزن خشک برگ در شرایط عدم تنش و کمترین آن در شرایط تنش در مرحله گلدهی حاصل شد و این در حالی بود که وزن خشک برگ در شرایط تنش در مرحله حجیم شدن غده و تنش در مرحله گلدهی از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۳). به عنوان مثال در آخرین نمونه برداری برگ (۱۲۰ روز پس از سبز شدن) وزن خشک برگ به ترتیب در شرایط تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن غده به مقدار ۶۲/۳۹ و ۴۷/۵۰ درصد نسبت به شرایط عدم تنش کاهش یافت (شکل ۴-۱). بیوکماواندرزاگ طی تحقیقی که در سال ۱۹۹۰ انجام داد نشان داد که در مرحله گلدهی، سیب زمینی به کاهش آب بسیار حساس است، نتایج ما نیز این نکته را تایید کرد همچنین رابرت و همکاران در سال ۱۹۹۳ نشان دادند که تنش کم آبی در مرحله آغاز گلدهی سبب کاهش سطح برگ در گیاه سیب زمینی می شود. بررسی روند تغییرات وزن خشک برگ در طی دوره رشد تحت تاثیر تنش کم آبی نشان داد که حداکثر وزن خشک برگ مربوط به ۹۰ روز پس از سبز شدن بود و پس از آن وزن خشک برگ کاهش یافت (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

اثر محلول پاشی بتائین گلايسين در تمام نمونه برداری ها به جز ۴۵ روز پس از سبز شدن معنی دار شد (جدول پیوست ۳) و میزان وزن خشک برگ را افزایش داد (جدول پیوست ۲ و ۴). بیشترین مقدار وزن خشک برگ در محلول پاشی بتائین گلايسين ۹۰ روز پس از سبز شدن بود (شکل ۴-۲). افزایش وزن خشک برگ با محلول پاشی بتائین گلايسين احتمالا به دلیل تاثیر مثبت محلول پاشی بتائین گلايسين بر تجمع ماده خشک در برگ ها می باشد.

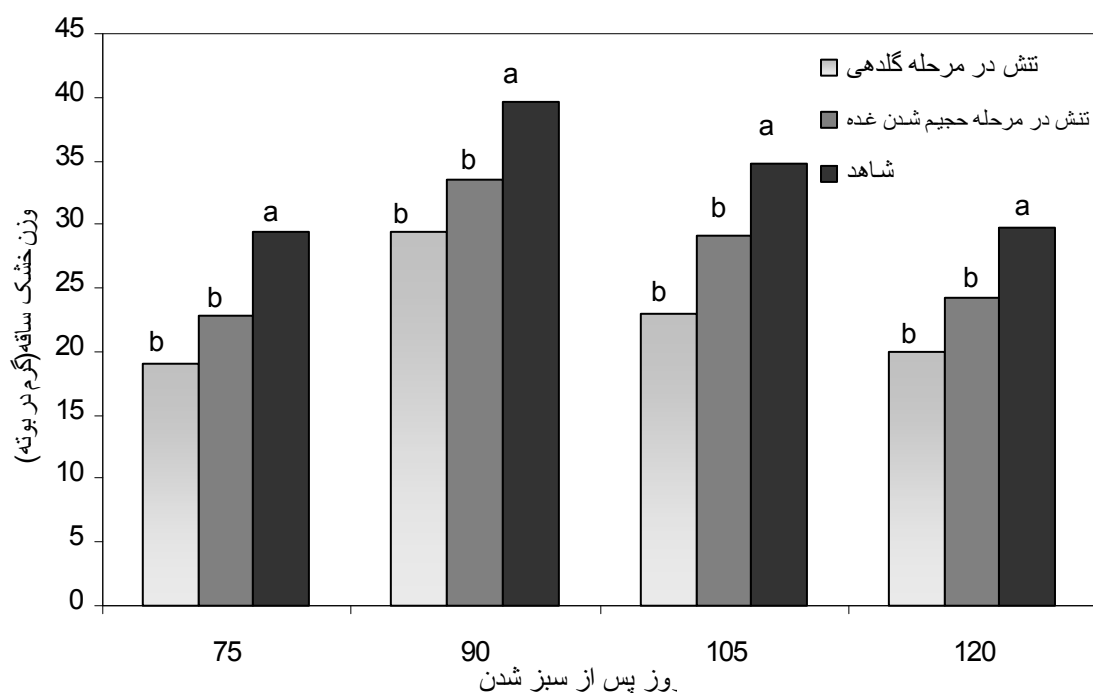
برش دار کردن غده در تمام مراحل نمونه برداری باعث افزایش وزن خشک برگ نسبت به تیمارهای غده کامل شد، اما این اختلاف وزن از نظر آماری معنی دار نبود (جدول پیوست ۴). برش دار کردن غده سیب زمینی باعث افزایش جوانه های تولید کننده ساقه و برگ می شود (مشایخی و همکاران، ۲۰۰۸). اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش بر وزن خشک برگ اثر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۳).



شکل ۴-۲- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلیسین در نمونه برداری های مختلف

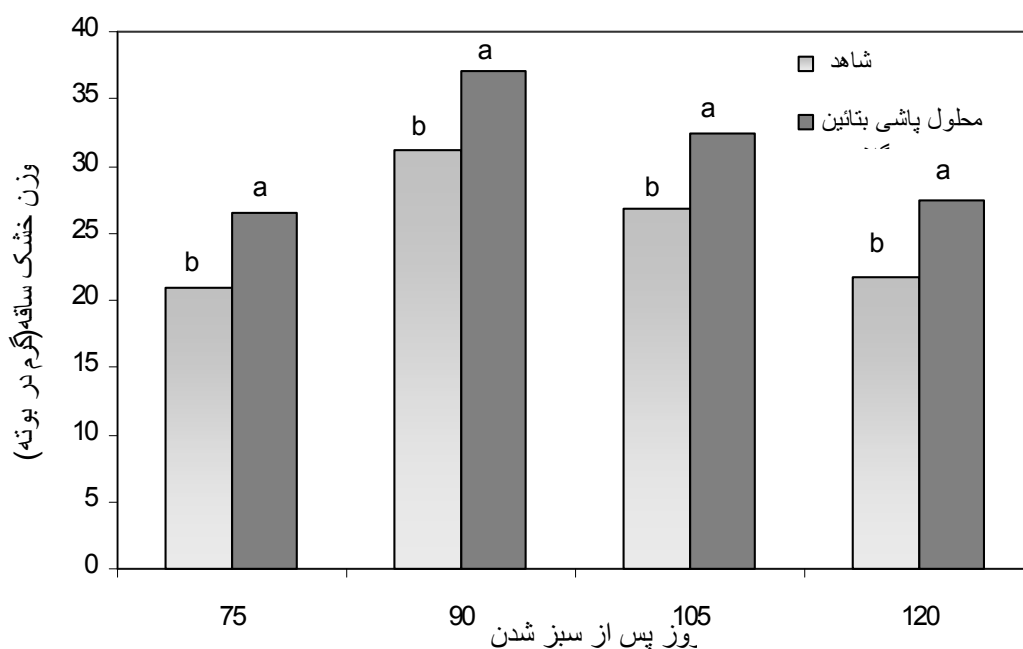
۴-۱-۲- وزن خشک ساقه

اثر تنش کم آبی در ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک ساقه معنی دار شد (جدول پیوست ۵). در تمام این زمان ها، بیشترین وزن خشک ساقه در شرایط عدم تنش و کمترین آن در شرایط تنش کم آبی در مرحله گلدهی حاصل شد. از نظر آماری بین تنش خشکی در زمان گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف معنی داری بر وزن خشک ساقه مشاهده نشد (جدول پیوست ۵). به عنوان مثال در ۱۲۰ روز پس از سبز شدن، وزن خشک ساقه در شرایط تنش کم آبی در زمان گلدهی و در مرحله حجیم شدن غده ها معادل ۳۲/۸۲ و ۱۸/۷۶ درصد نسبت به عدم تنش کاهش یافت (جدول پیوست ۶). همان طور که قبلاً نیز به آن اشاره شد سیب زمینی در مرحله گلدهی به کاهش آب بسیار حساس است (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰). بررسی روند وزن خشک ساقه در طی دوره رشد تحت تاثیر تنش کم آبی (شکل ۴-۳)، نتایجی مشابه با روند تغییرات وزن خشک برگ نشان داد. وزن خشک ساقه نیز از ابتدای نمونه برداری (۳۰ روز پس از سبز شدن) تا ۹۰ روز پس از سبز شدن افزایش و سپس کاهش یافت.



شکل ۴-۳- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

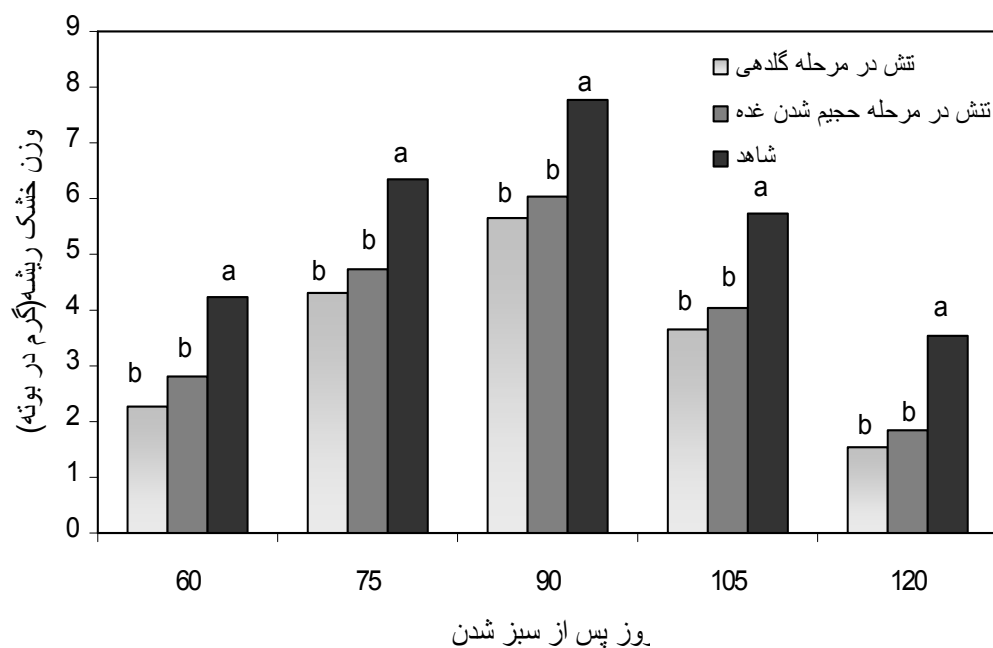
تاثیر محلول پاشی بتائین گلیسین بر وزن خشک ساقه در ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روز پس از سبز شدن معنی دار شد (جدول پیوست ۶). ۹۰ روز پس از سبز شدن بیشترین وزن خشک ساقه حاصل شد که مربوط به محلول پاشی بتائین گلیسین بود (شکل ۴-۴). کاربرد بتائین گلیسین احتمالاً بر تجمع ماده خشک در ساقه تاثیر گذار است. اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش بر وزن خشک ساقه، اثر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۵).



شکل ۴-۴- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

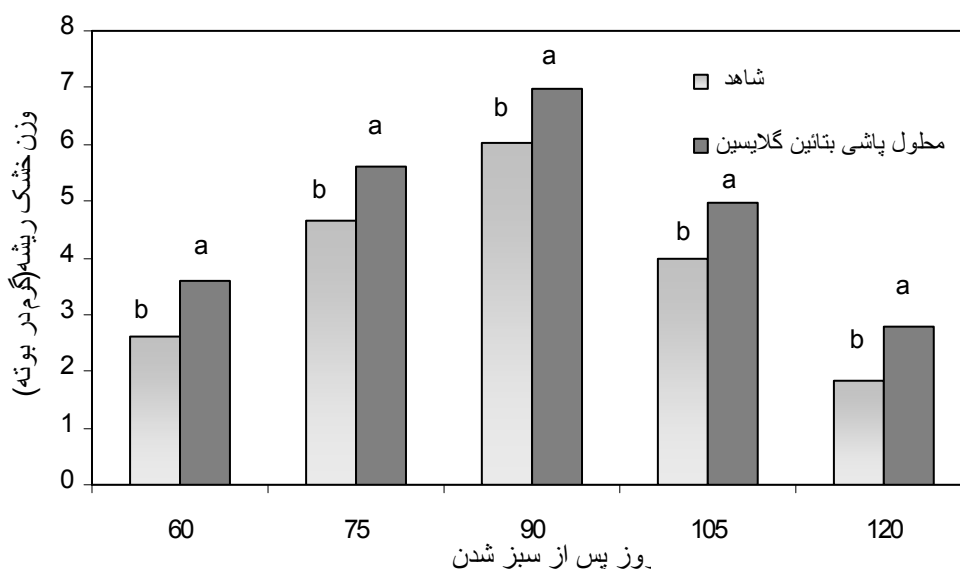
۴-۱-۳- وزن خشک ریشه

اثر تنش کم آبی در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک ریشه معنی دار شد (جدول پیوست ۷). تنش در هر دو مرحله سبب کاهش وزن خشک ریشه نسبت به شرایط عدم تنش شد، از نظر وزن خشک ریشه بین تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۴-۵). در تمام این زمان ها، بیشترین وزن خشک ریشه در شرایط عدم تنش و کمترین آن در شرایط تنش در مرحله گلدهی حاصل شد. به عنوان مثال در آخرین نمونه برداری ریشه (۱۲۰ روز پس از سبز شدن)، وزن خشک ریشه در شرایط تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن غده معادل ۵۷/۰۶ و ۴۷/۵۸ درصد نسبت به عدم تنش کاهش یافت (شکل ۴-۵). تغییرات وزن خشک ریشه در طی دوره رشد تحت تاثیر تنش کم آبی نشان داد که حداکثر وزن خشک ریشه مربوط به ۹۰ روز پس از سبز شدن بود، در این مرحله حداکثر وزن خشک برگ و ساقه مشاهده شد و پس از آن با کاهش وزن خشک برگ و ساقه، وزن خشک ریشه نیز کاهش یافت (شکل ۴-۵). رشد ریشه با رشد برگ و ساقه در گیاه با یکدیگر در ارتباطند با کاهش رشد برگ و ساقه در سبب زمینی رشد ریشه نیز کاهش می یابد (بیوکماواندرزاگ، ۱۹۹۰).



شکل ۴-۵- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

اثر محلول پاشی بتائین گلايسين بر وزن خشک ریشه در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ پس از سبز شدن معنی دار شد (جدول پیوست ۷) و میزان وزن خشک ریشه را افزایش داد (جدول پیوست ۸). که احتمالاً محلول پاشی بتائین گلايسين بر تجمع ماده خشک در ریشه نیز تاثیر مثبت دارد. بیشترین مقدار وزن خشک ریشه در محلول پاشی بتائین گلايسين مربوط به ۹۰ روز پس از سبز شدن بود (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

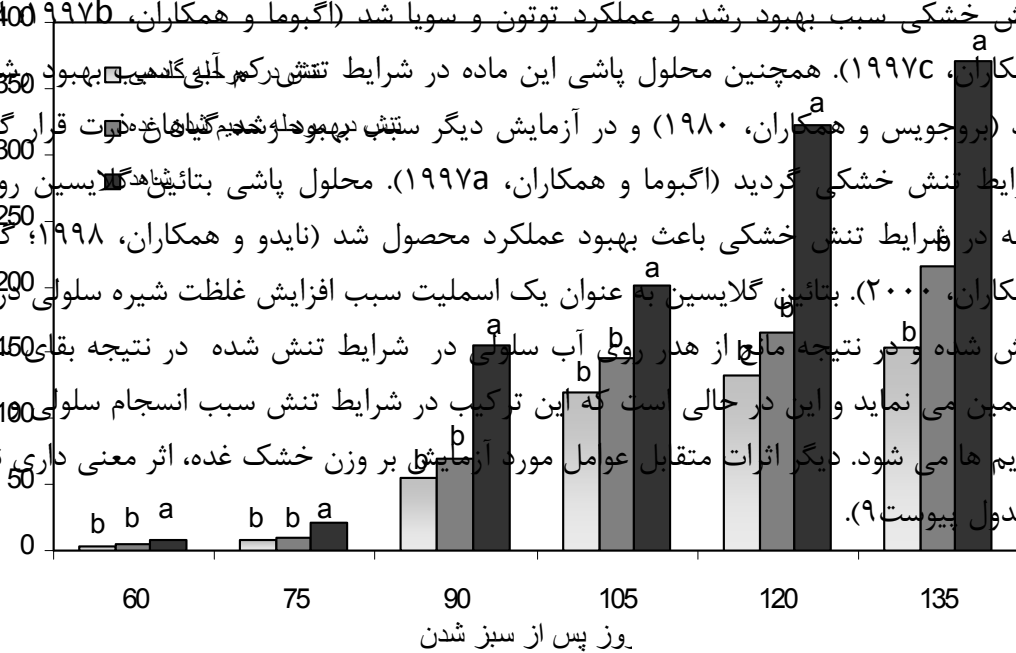
برش دار کردن غده در تمام مراحل نمونه برداری باعث افزایش وزن خشک ریشه نسبت به تیمارهای غده سالم شد اما این اختلاف وزن از نظر آماری معنی دار نبود (جدول پیوست ۸). افزایش ساقه و برگ در گیاه تاثیر مثبتی بر افزایش ریشه دهی گیاه دارد. برش دار کردن غده سیب زمینی باعث افزایش جوانه های تولید کننده ساقه و برگ می شود (مشایخی و همکاران، ۲۰۰۸). که این افزایش وزن خشک در ریشه های سیب زمینی دیده شد هرچند از نظر آماری معنی دار نبود. اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش بر وزن خشک ریشه، اثر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۷).

۴-۱-۴- وزن خشک غده

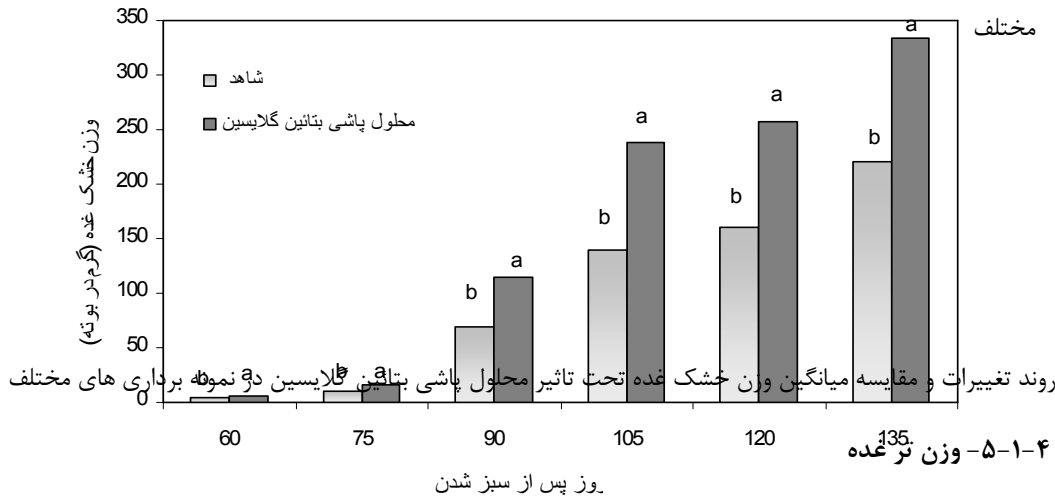
اثر تنش کم آبی در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک غده معنی دار شد (جدول پیوست ۹). در تمام این زمان ها، بیشترین وزن خشک غده در شرایط عدم تنش و کمترین آن در شرایط تنش کم آبی در مرحله گلدهی حاصل شد. به عنوان مثال در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن، وزن خشک غده در شرایط تنش کم آبی در زمان گلدهی و در مرحله حجیم شدن غده ها معادل ۶۰/۴۵ و ۵۱/۲۳ درصد نسبت به عدم تنش کاهش یافت (شکل ۴-۷). اما این اختلاف وزن خشک غده در شرایط تنش کم آبی در مرحله گلدهی و مرحله حجیم شدن غده از نظر آماری معنی دار نبود (جدول پیوست ۱۰). بررسی روند وزن خشک غده در طی دوره رشد تحت تاثیر تنش کم آبی نشان داد که روندی افزایشی بود (شکل ۴-۷). در طی فصل رشد، گیاه سیب زمینی برای دستیابی به عملکرد بالا به مقدار زیادی آب نیاز دارد. کمبود آب می تواند به طور مستقیم و غیر مستقیم بر میزان آسمیلاسیون خالص اثر بگذارد، علاوه بر این باعث پیری زودرس برگ ها می شود. بنابراین وجود دوره

خشکی در طی فصل رشد می تواند مجموع نور دریافت شده توسط گیاه و راندمان استفاده از این نور برای تولید ماده خشک را کاهش دهد و سبب کاهش وزن غده ها شود (کریمی، ۱۳۸۶).

تاثیر محلول پاشی بتائین گلایسین بر وزن خشک غده در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن معنی دار شد (جدول پیوست ۹). به عنوان مثال در برداشت نهایی (۱۳۵ روز پس از سبز شدن)، وزن خشک غده در شرایط محلول پاشی بتائین گلایسین معادل ۵۰/۲۸ درصد نسبت به عدم محلول پاشی بتائین گلایسین افزایش یافت (شکل ۴-۸). اثر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلایسین در ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک غده معنی دار شد (جدول پیوست ۹). بیشترین وزن خشک غده در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن حاصل شد که در این نمونه برداری کمترین میزان وزن خشک مربوط به اثر متقابل تنش کم آبی در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی بتائین گلایسین بود که با تنش در مرحله حجیم شدن غده و عدم محلول پاشی بتائین گلایسین اختلاف معنی داری نداشت (جدول پیوست ۱۱). محلول پاشی بتائین گلایسین در شرایط تنش خشکی سبب بهبود رشد و عملکرد توتون و سویا شد (اگبوما و همکاران، ۱۹۹۷b، ۴۰۰گبوما و همکاران، ۱۹۹۷c). همچنین محلول پاشی این ماده در شرایط تنش در کم آبی گلدهی و بهبود رشد گندم شد (بروجیس و همکاران، ۱۹۸۰) و در آزمایش دیگر سبب بهبود عملکرد و کاهش تنش در قرار گرفته در شرایط تنش خشکی گردید (اگبوما و همکاران، ۱۹۹۷a). محلول پاشی بتائین گلایسین روی گیاه پنبه در شرایط تنش خشکی باعث بهبود عملکرد محصول شد (نایدو و همکاران، ۱۹۹۸؛ گورنهام و همکاران، ۲۰۰۰). بتائین گلایسین به عنوان یک اسمولیت سبب افزایش غلظت شیره سلولی در شرایط تنش شده و در نتیجه مانع از هدر رفتن آب سلولی در شرایط تنش شده در نتیجه بقای سلولی را تضمین می نماید و این در حالی است که این ترکیب در شرایط تنش سبب انسجام سلولی و پایداری آنزیم ها می شود. دیگر اثرات متقابل عوامل مورد آزمایش بر وزن خشک غده، اثر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۹).

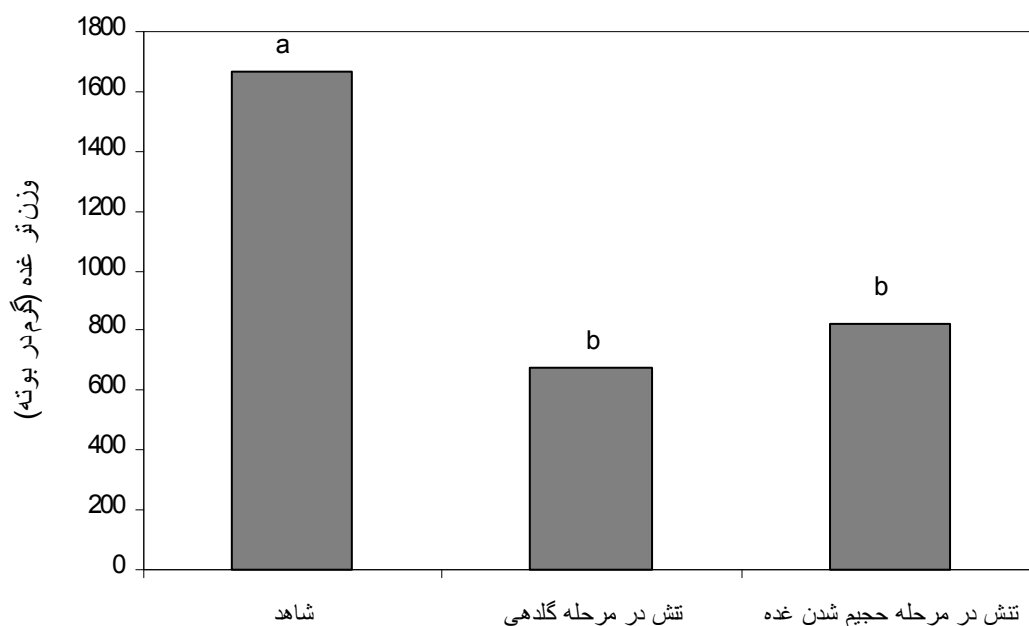


شکل ۴-۷- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک غده تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف



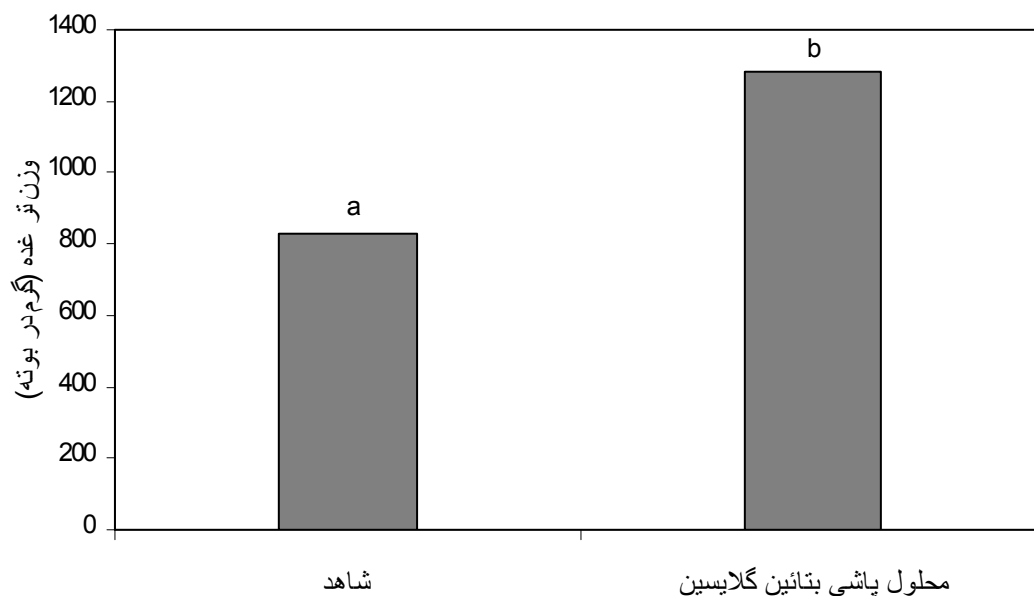
شکل ۴-۸- روند تغییرات و مقایسه میانگین وزن خشک غده تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

وزن تر غده جهت محاسبه عملکرد در مرحله آخر نمونه برداری اندازه گیری شد. تجزیه واریانس وزن تر غده نشان داد که تنش در هر دو مرحله (گلدهی و حجیم شدن غده) سبب کاهش وزن تر غده نسبت به شاهد شد (جدول پیوست ۱۲) و مشابه دیگر صفات، بیشترین وزن غده مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین وزن غده مربوط به تنش در مرحله گلدهی بود (شکل ۴-۹). و این در حالی بود که بین تنش کم آبی در مرحله گلدهی و اعمال تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۴-۹). خسارت ناشی از کمبود آب موجب کاهش تولید در اثر تاخیر یا عدم استقرار گیاه، تضعیف و یا از میان رفتن گیاهان استقرار یافته، مستعد شدن گیاه به حمله آفات و بیماریها، تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان و کاهش کیفیت و کمیت محصول می شود (خورشیدی، ۱۳۸۱). معمولا گیاهان در طی مراحل زایشی نسبت به تنش آب حساس تر هستند (خواجه پور، ۱۳۸۳). تنش خشکی موجب کاهش عملکرد غده ها می شود (حمزه ئی، ۱۳۸۱). تنش کم آبی در مرحله شروع غده بندی (آغاز گلدهی) سبب کاهش سطح برگ در گیاه سیب زمینی می شود (رابرت و همکاران ۱۹۹۳). کاهش سطح برگ به عنوان اندام فتوسنتز کننده بر عملکرد غده تاثیر خواهد گذاشت.



شکل ۴-۹- عملکرد نهایی غده تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

تاثیر محلول پاشی بتائین گلایسین بر وزن تر غده معنی دار شد (جدول پیوست ۱۲). در برداشت نهایی وزن تر غده در شرایط عدم محلول پاشی بتائین گلایسین معادل ۳۵/۶۰ درصد نسبت به محلول پاشی بتائین گلایسین کاهش داشت (شکل ۴-۱۰). محلول پاشی بتائین گلایسین تاثیر مثبتی بر روی پایداری آنزیمی و انسجام غشاء سلولی در بعضی از گونه های گیاهی دارد (ونکاتسان و چلاپان، ۱۹۹۸؛ منصور، ۲۰۰۰؛ موهانتی و همکاران، ۲۰۰۲؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل ۴-۱۰- عملکرد نهایی غده تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

اثر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلايسين ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن تر غده معنی دار شد (جدول پیوست ۱۲). کمترین میزان وزن تر غده مربوط به اثر متقابل تنش کم آبی در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی بتائین گلايسين بود که با وزن تر غده در شرایط تنش در مرحله حجیم شدن غده و عدم محلول پاشی اختلاف معنی داری نداشت (جدول پیوست ۱۴). محلول پاشی بتائین گلايسين سبب بهبود عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی شد (اگبوما و همکاران، ۱۹۹۷a,b,c؛ مکلا و همکاران، ۱۹۹۸a؛ یانگ و لویی، ۲۰۰۵). در گیاه کتان با محلول پاشی بتائین گلايسين در شرایط تنش خشکی، اثرات تنش کاهش یافت و بر عملکرد و اجزای عملکرد کتان تاثیر مثبت داشت (مک و همکاران، ۲۰۰۳). هیچ یک از اثرات متقابل نیز بر وزن تر غده اثر معنی داری نداشت (جدول پیوست ۱۲).

۲-۴- تجزیه و تحلیل رشد

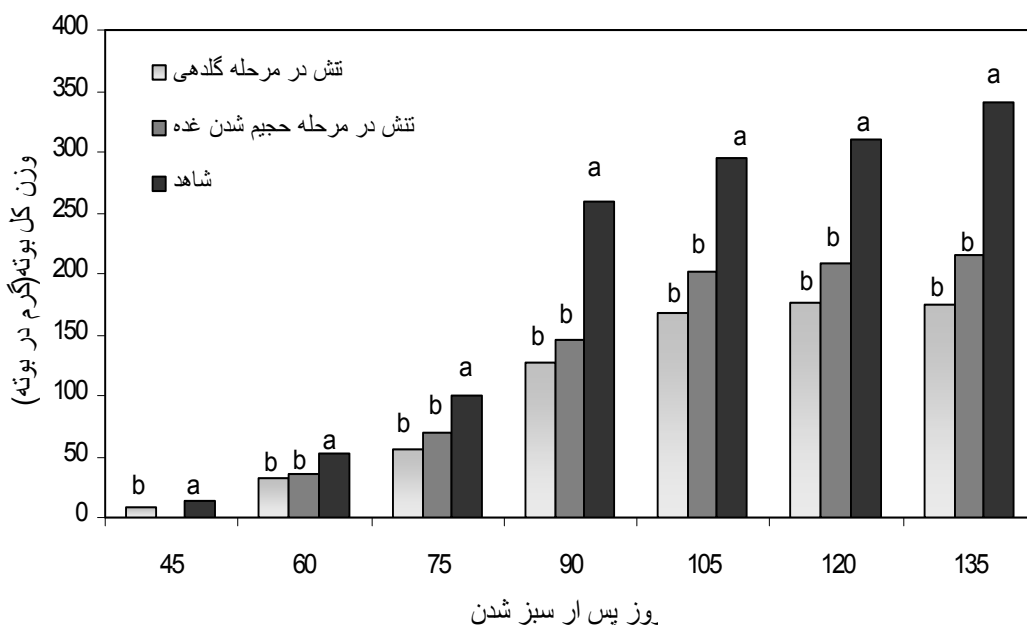
تجزیه و تحلیل کمی رشد، روشی است برای توصیف و تفسیر عکس العمل های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف که گیاه در طول دوره حیات خود با آنها مواجه می گردد. به کمک این روش شناخت بهتری از چگونگی انتقال و انباشت مواد ساخته شده فتوسنتزی در اندام های مختلف از طریق اندازه گیری ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد گیاه به دست می آید (ایوانس، ۱۹۷۲؛ تزر، ۱۹۸۴)

۲-۴-۱- وزن خشک کل (TDW)^۱

^۱-Total Dry Weight

منظور از وزن خشک کل در سیب زمینی، کل ماده خشک تولید شده در اثر فرایند فتوسنتز است که در اندام های مختلف گیاه از جمله برگ، ساقه، ریشه و غده انباشته می شود. وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش می یابد و یکی از فاکتورهای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد مورد استفاده قرار می گیرد.

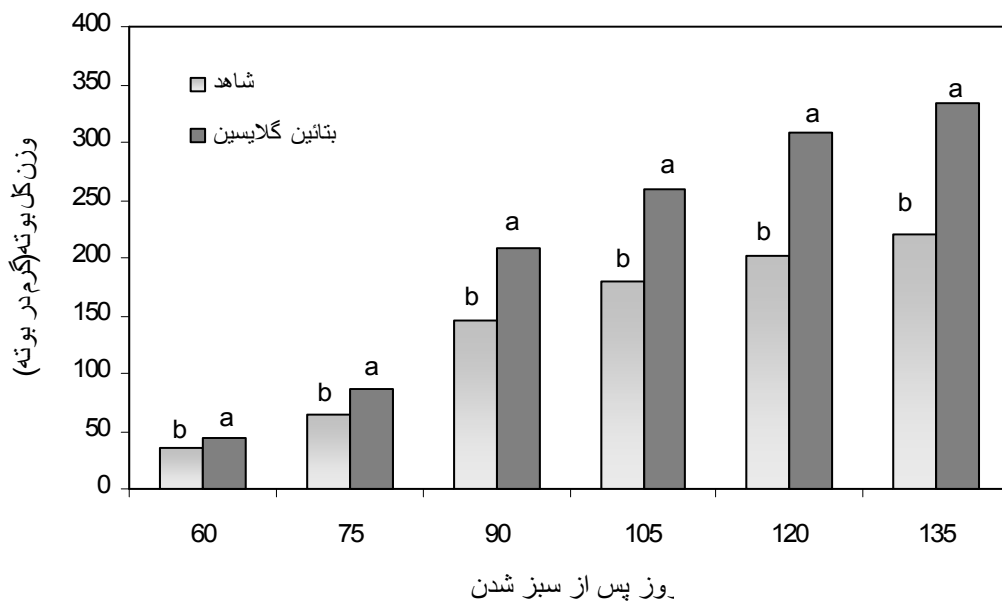
اثر تنش کم آبی در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک کل معنی دار شد (جدول پیوست ۱۵). در تمام این زمان ها، مشابه دیگر اندام ها بیشترین وزن خشک کل در شرایط عدم تنش و کمترین آن در شرایط تنش کم آبی در مرحله گلدهی حاصل شد که از نظر آماری با تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف نداشت، بعبارتی تنش کم آبی سبب کاهش وزن خشک کل در سیب زمینی نسبت به شاهد گردید (شکل ۴-۱۱). روند وزن خشک کل طی دوره رشد نیز تحت تاثیر تنش کم آبی روندی افزایشی بود، نتایج مشابهی در مورد روند تغییرات TDM در ذرت گزارش شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار وزن خشک ذرت در ابتدای فصل رشد به آرامی افزایش یافت. با گذشت زمان برگ های بیشتری در معرض نور خورشید قرار گرفتند، و میزان تجمع ماده خشک روند افزایشی نشان داد (قوش، ۲۰۰۴).



شکل ۴-۱۱- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

تقریباً همه عواملی که بر کل ماده خشک ذخیره شده در غده ها تاثیر دارند، بر عملکرد غده نیز موثرند. عواملی که رشد غده را افزایش می دهند، وزن ماده خشک را نیز افزایش می دهند. هوای خشک یا تنش خشکی درصد ماده خشک را کاهش می دهد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

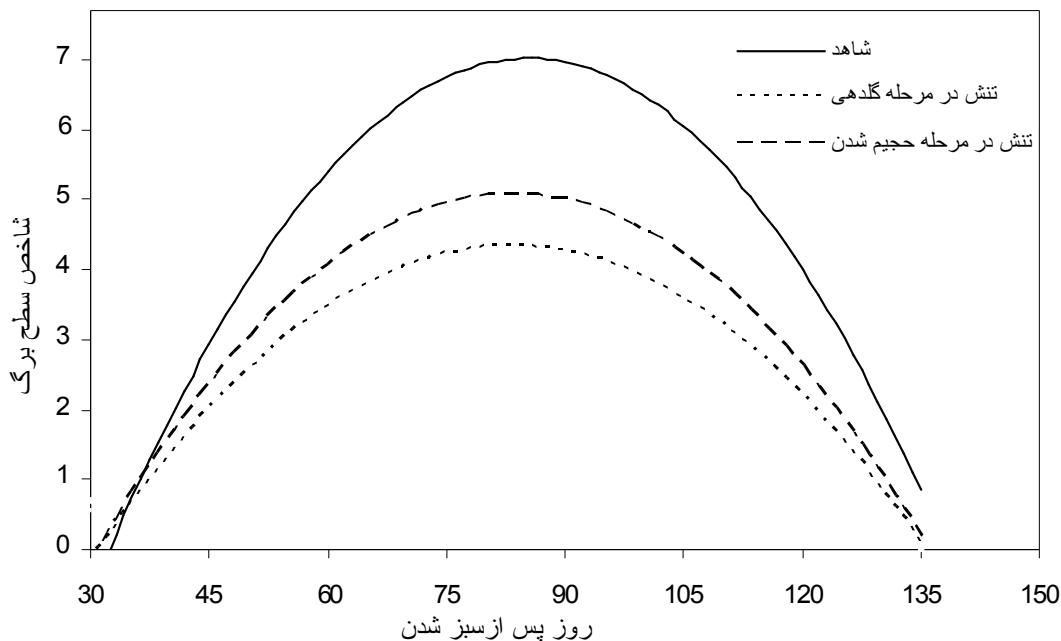
تأثیر محلول پاشی بتائین گلایسین در ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک کل معنی دار شد (جدول پیوست ۱۵). وزن خشک کل در برداشت نهایی در شرایط عدم محلول پاشی بتائین گلایسین معادل ۳۴/۰۵ درصد نسبت به محلول پاشی بتائین گلایسین کاهش داشت (شکل ۴-۱۲) که می تواند به دلیل تأثیر بتائین گلایسین بر حفظ انسجام غشا و حفظ تعادل آنزیم ها و پروتئین ها باشد (یانسی، ۱۹۸۲) محلول پاشی بتائین گلایسین احتمالاً بر افزایش ماده خشک در سیب زمینی تأثیرگذار است.



شکل ۴-۱۲- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تأثیر محلول پاشی بتائین گلایسین در نمونه برداری های مختلف

اثر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلایسین در ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن بر وزن خشک کل معنی دار شد. بیشترین وزن خشک کل در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن حاصل شد که در این نمونه برداری کمترین میزان وزن خشک مربوط به اثر متقابل تنش کم آبی در مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی بتائین گلایسین و همچنین تنش در مرحله حجیم شدن غده و عدم کاربرد بتائین گلایسین بود (جدول پیوست ۱۷). تنش آبی سبب کاهش مقدار آب در خاک شده، پتانسیل آب در منطقه توسعه ریشه ها کاهش یافته و پتانسیل آب در گیاه نیز به طور مشابهی تقلیل می یابد و باعث کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرایندهای فیزیولوژیکی می شود (ژیو و همکاران، ۲۰۰۵). تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن سطوح برگ به عنوان دریافت کننده تشعشع خورشید، آهسته تر است ولی با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد و به حداکثر مقدار خود می رسد. در اواخر فصل رشد به دلیل پیری و ریزش برگ ها، سرعت تجمع ماده خشک کاهش می یابد (کریمی، ۱۳۸۶). هیچ یک از اثرات متقابل نیز بر وزن خشک کل اثر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۱۵).

شاخص سطح برگ عبارت از کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده شده توسط گیاه می باشد. به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری LAI محاسبه می گردد. میزان افزایش سطح برگ تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی است به این ترتیب با تغییر در سطح برگ که تحت تاثیر ژنوتیپ، تراکم بوته، آب وهوا و خصوصیات خاک قرار دارد عملکرد گیاه نیز متفاوت خواهد بود (نظارت، ۱۳۸۶). تنش کم آبی در مرحله گلدهی بیشترین اثر را بر کاهش شاخص سطح برگ داشت و بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به شاهد بود (شکل ۴-۱۳). بیشترین اختلاف در شاخص سطح برگ در ۹۰ روز پس سبز شدن بین شاهد و تنش در مرحله گلدهی دیده شد، اگرچه بین تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله حجیم شدن اختلاف دیده می شود اما این اختلاف از نظر آماری معنی دار نیست (شکل ۴-۱۳). از این زمان شاخص مورد بررسی به دلیل وقوع پیری برگ ها مجدداً تا انتهای فصل رشد روند کاهشی نشان داد. مقدار LAI تحت تاثیر عوامل محیطی نظیر شرایط رطوبتی و حاصلخیزی خاک قرار می گیرد، به نحوی که تنش خشکی موجب کاهش این شاخص می شود (کاکیر، ۲۰۰۸).

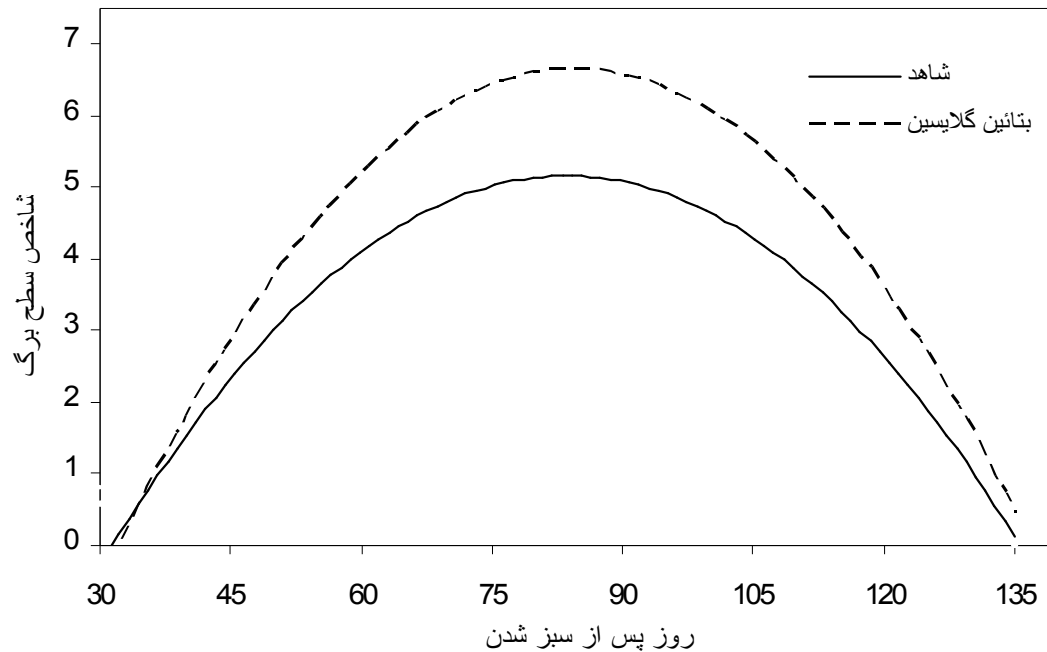


شکل ۴-۱۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

محلول پاشی بتائین گلايسين نیز شاخص سطح برگ را نسبت به شاهد افزایش داد، روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تیمار محلول پاشی بتائین گلايسين در شکل ۴-۱۴ آمده است. بیشترین تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين بر شاخص سطح برگ در ۹۰ روز پس از سبز شدن بود.

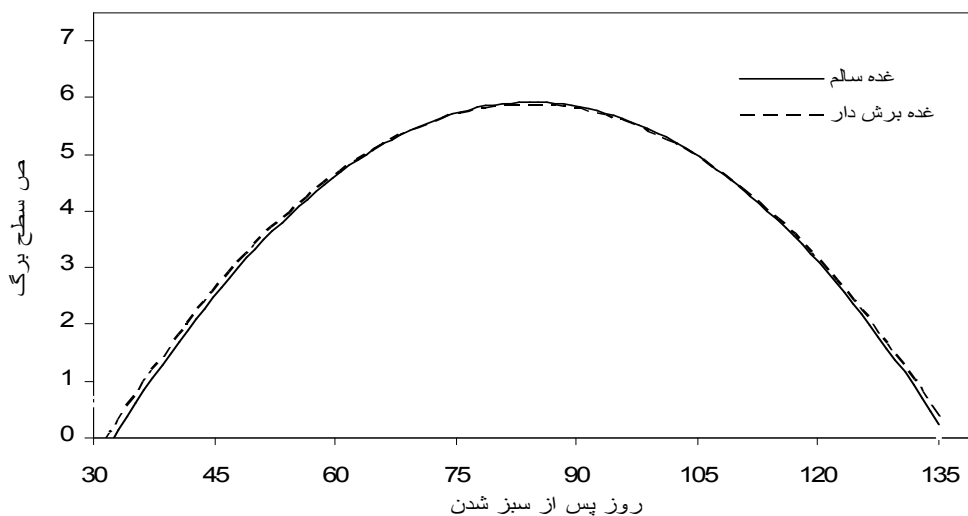
^۱ Leaf Area Index

کاربرد بتائین گلايسين سبب افزايش سطح برگ در گياه تيمار شده با بتائين گلايسين شد (ويبينگ و راجاشکار، ۱۹۹۹). کاربرد اسيد سالسيليك (بعنوان يك اسمليت) در شرايط عادي سبب افزايش سطح برگ چغندر قند شد (شاه حسيني، ۱۳۸۹).



شکل ۴-۱۴- روند تغييرات شاخص سطح برگ تحت تاثير محلول پاشي بتائين گلايسين در نمونه برداري هاي مختلف

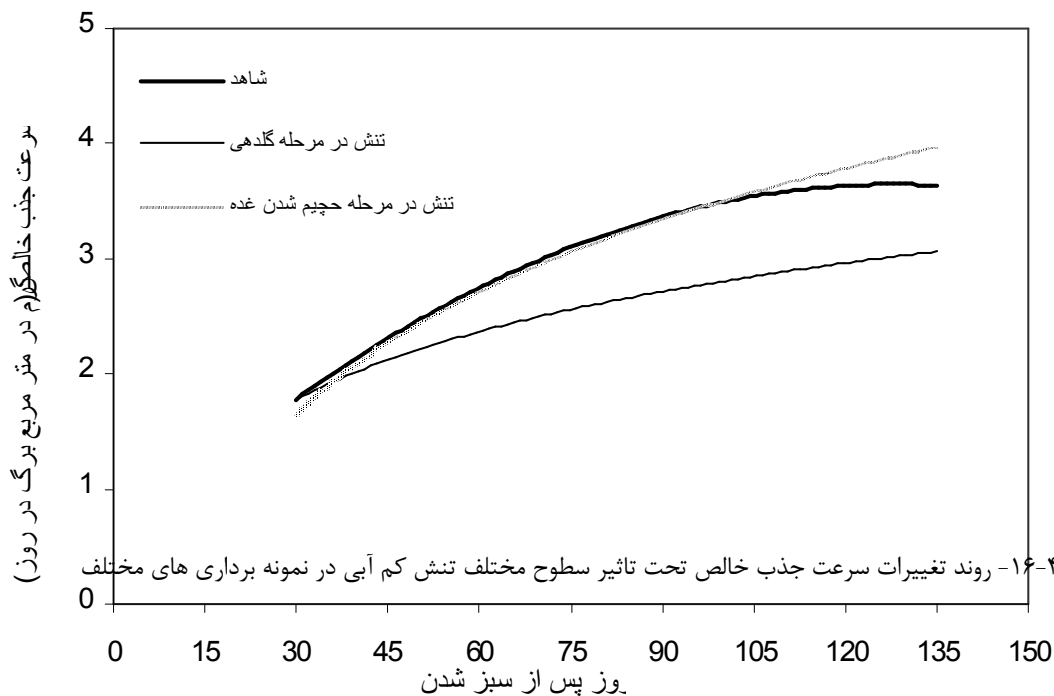
برش زدن غده سبب افزايش شاخص سطح برگ نسبت به غده سالم شد اما اين افزايش قابل توجه نبود (شکل ۴-۱۵). برش دار کردن غده سيب زميني باعث افزايش جوانه هاي توليد کننده برگ مي شود (مشايخي و همکاران، ۲۰۰۸)



شکل ۴-۱۵- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر برش زدن غده در نمونه برداری های مختلف

۴-۲-۳- سرعت جذب خالص (NAR)^۱

سرعت جذب خالص یا سرعت اسیمیلسیون خالص یا سرعت اسیمیلسیون در واحد سطح، بیان گر مقدار مواد ساخته شده خالص (اغلب فتوسنتزی) در واحد سطح برگ در واحد زمان می باشد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲). بر اساس منحنی حاصل از برازش داده های آزمایش، سرعت جذب خالص با گذشت زمان و رشد گیاه افزایش یافت. تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر، سطوح تنش کم آبی در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است. کوچکی و سرمدنیا (۱۳۸۲) عنوان نمودند که سرعت جذب خالص در چغندر قند ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد. در نمودار سرعت جذب خالص از این تحقیق نیز در پایان دوره روند افزایشی سرعت جذب خالص تقلیل یافت و روند صعودی آن به خطی تقلیل یافته است.

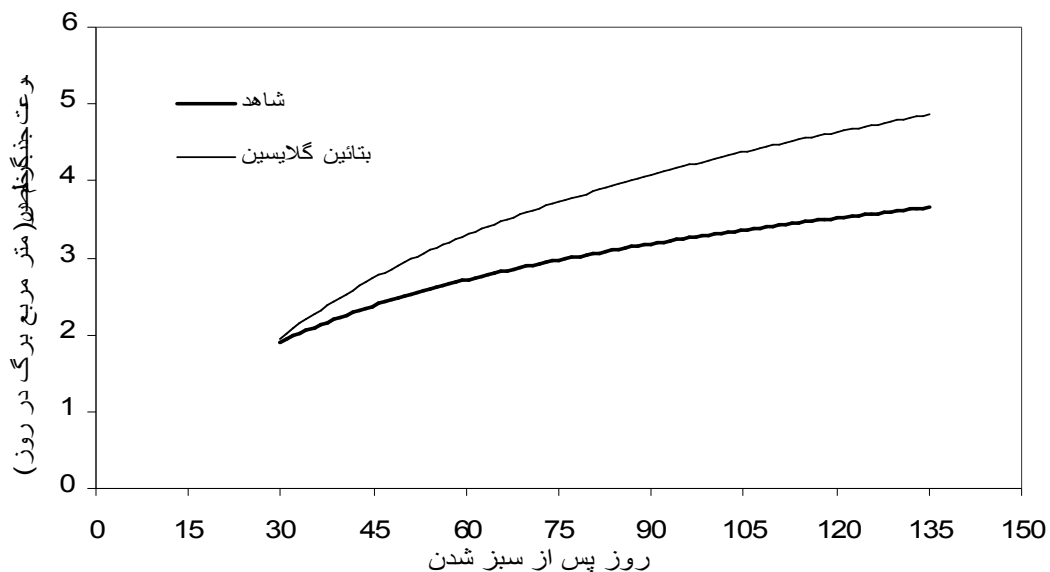


شکل ۴-۱۶- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

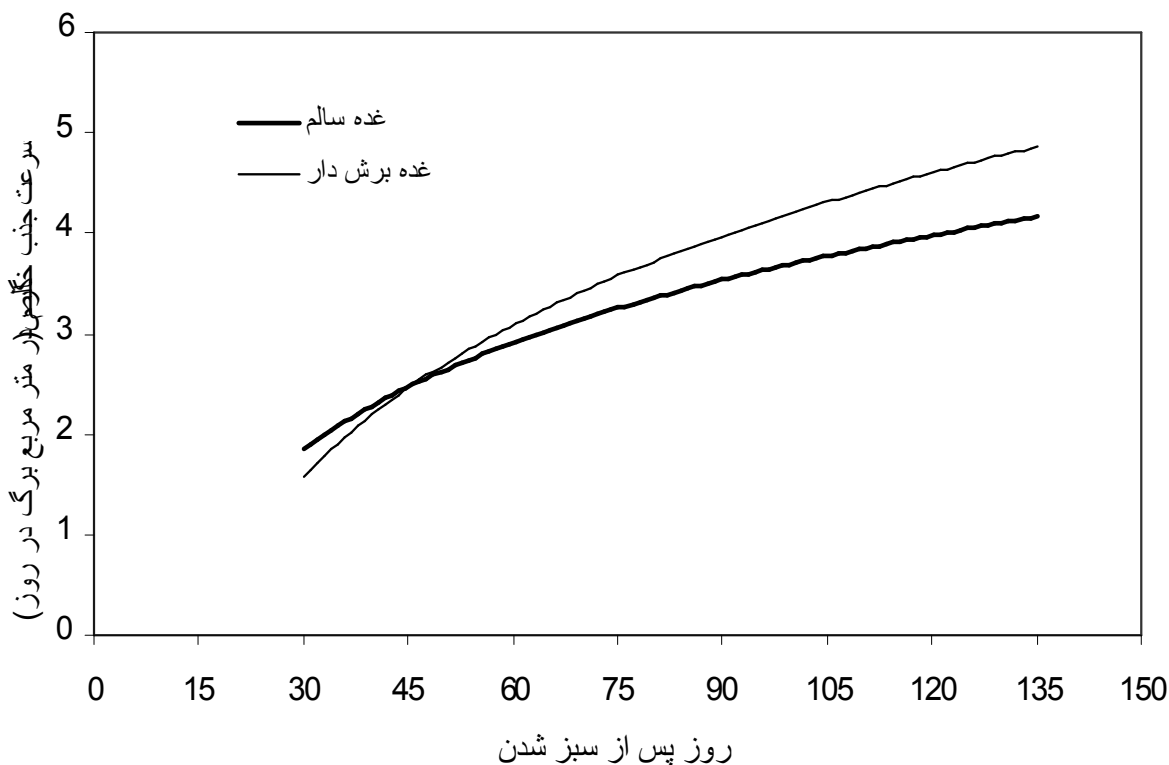
تنش در مرحله گلدهی سبب کاهش سرعت جذب خالص نسبت به سطح شاهد و تنش در مرحله حجیم شدن غده شد. همانگونه که نتایج نشان می دهد روند تغییرات سرعت رشد تا ۹۰ روز پس از سبز شدن افزایشی بود و پس از آن منحنی روند کاهشی پیدا کرد، آزمایشات نشان داد که NAR تحت تاثیر تغییرات شرایط آب و هوایی و محیطی تغییر می یابد (لوئک و همکاران، ۲۰۰۴). بعنوان مثال عواملی که برگدهی گیاه را جلو بیانداز به همان ترتیب سایه اندازی را جلو انداخته در نتیجه روند کاهشی NAR زودتر اتفاق می افتد.

محلول پاشی بتائین گلايسين سبب افزايش سرعت جذب خالص نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۴-۱۷). کاربرد بتائین گلايسين با تاثير پيچيده بر فعاليت های فیزیولوژیکی و بیوشیمیای سبب بهبود رشد و نمو گیاه می شود (ژیو، ۲۰۰۲).

برش دار کردن غده در ۴۵-۶۰ روز پس از سبز شدن باعث افزایش سرعت جذب خالص گیاه نسبت به تیمار غده سالم شد (شکل ۴-۱۸).



شکل ۴-۱۷- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثير محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف



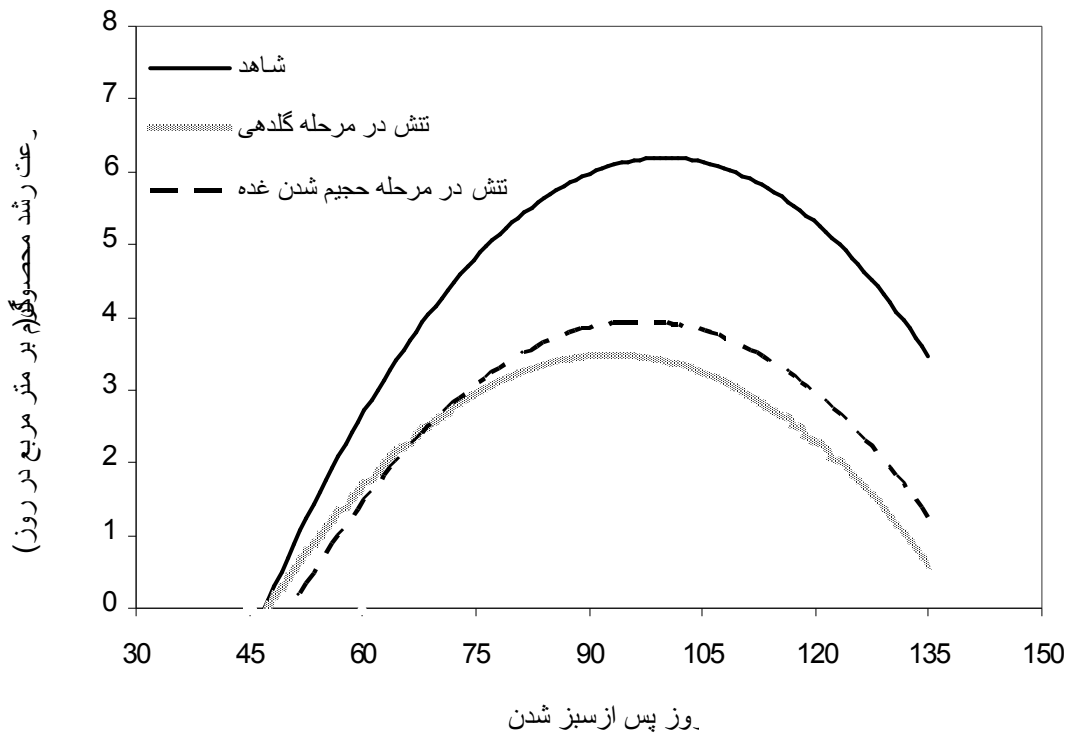
شکل ۴-۱۸- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر برش زدن غده در نمونه برداری های مختلف

۴-۲-۴- سرعت رشد محصول (CGR)^۱

مهمترین کمیت در تجزیه و تحلیل رشد جوامع گیاهی سرعت رشد محصول است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح می باشد (سرمندیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می شود، سرعت رشد محصول کم می باشد. با نمو گیاهان، افزایش سریعی در CGR پدید می آید، زیرا سطح برگ، توسعه یافته و نور کمتری از لابلای شاخ و برگ به سطح خاک نفوذ می کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). مطالعات نشان داده است که سرعت رشد محصول در هر گونه معمولا به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). در انتهای دوره رشد گیاه، به دلیل افزایش سایه اندازی برگها، تشعشع دریافتی و میزان فتوسنتز و مقدار CGR کاهش می یابد.

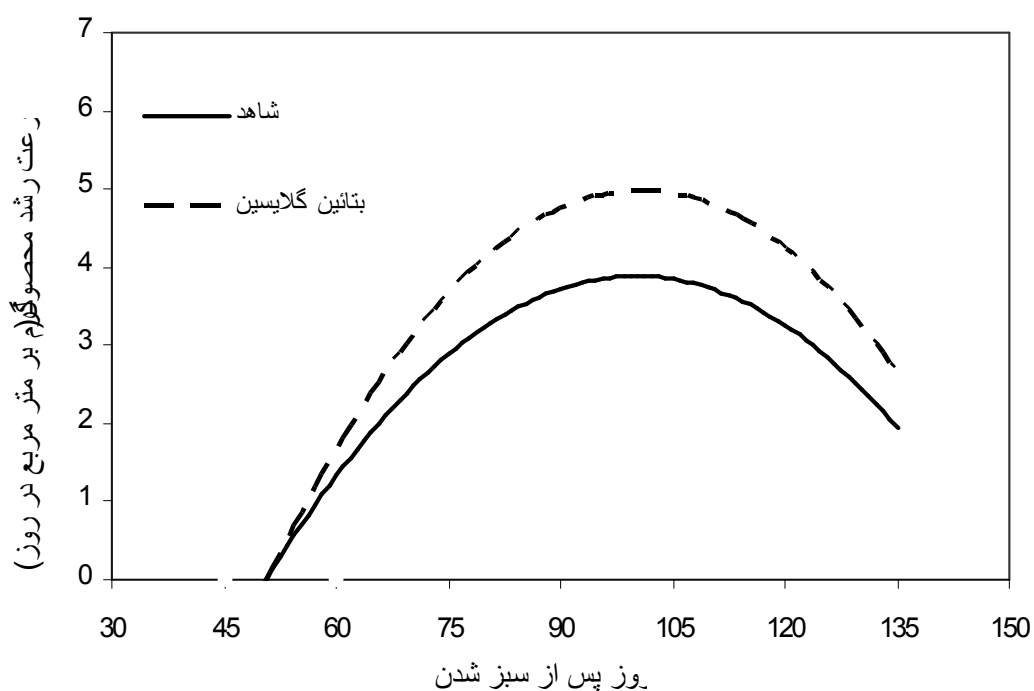
تنش کم آبی در مرحله گلدهی بیشترین اثر را بر کاهش CGR داشت و بیشترین شاخص CGR مربوط به شاهد بود (شکل ۴-۱۹). حداکثر سرعت رشد محصول برای هر گونه معین و در شرایط مطلوب محیط هنگامی پدید می آید که پوشش برگ ها کامل باشد. این حالت نشان دهنده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی خورشید در گیاه است (کوچکی و همکاران،

۱۳۶۷). از آنجایی که تنش کم آبی، گسترش برگ را تحت تاثیر قرار می دهد بر شاخص CGR تاثیر منفی دارد.



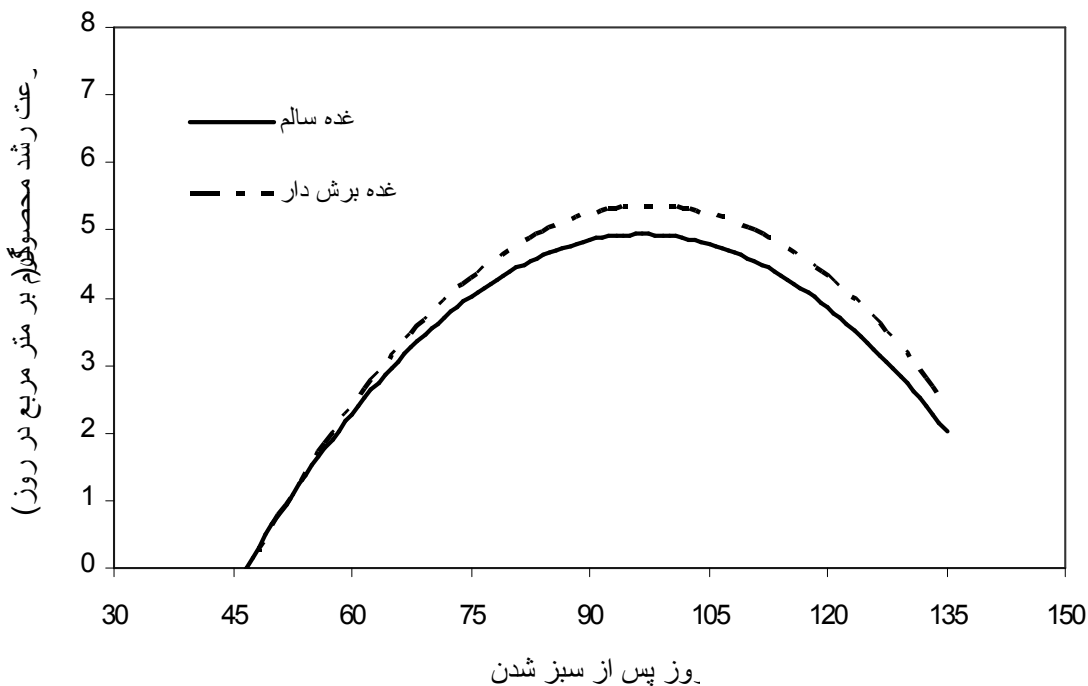
شکل ۴-۱۹- روند تغییرات سرعت رشد تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی در نمونه برداری های مختلف

محلول پاشی بتائین گلايسين نیز CGR را نسبت به شاهد افزایش داد روند تغییرات CGR برگ تحت تاثیر تیمار محلول پاشی بتائین گلايسين در شکل ۴-۲۰ آمده است. در آزمایشی مشابه محلول پاشی بتائین گلايسين بر گیاه لوبیا سبب بهبود رشد برگ شد (ویبینگ و راجاشکار، ۱۹۹۹). از آنجایی که محلول پاشی بتائین گلايسين سبب بهبود رشد گیاه می شود (ژیو، ۲۰۰۲) بنابراین پوشش برگ کامل تر شده و گیاه توانایی تولید بیشتر ماده خشک را نسبت به شاهد خواهد داشت.



شکل ۴-۲۰- روند تغییرات سرعت رشد تحت تاثیر محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

برش زدن غده سبب افزایش سرعت رشد محصول نسبت به غده سالم شد اما این افزایش قابل توجه نبود (شکل ۴-۲۱). برش دار کردن غده سیب زمینی باعث افزایش جوانه های تولید کننده ساقه و برگ می شود (مشایخی و همکاران، ۲۰۰۸). از این نظر می تواند بر سرعت رشد محصول تاثیر بگذارد اما این تاثیر بسیار ناچیز بود.



شکل ۴-۲۱- روند تغییرات سرعت رشد تحت تاثیر برش دار کردن غده در نمونه برداری های مختلف

۴-۳- نتیجه گیری و پیشنهادات

مهمترین نتایج حاصل از این پژوهش را می توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- تنش کم آبی باعث کاهش وزن خشک اجزای بوته سیب زمینی شد و بیشترین تاثیر تنش در زمانی مشاهده شد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی سیب زمینی رخ داد و این در حالی بود که از نظر آماری با تنش در مرحله حجیم شدن غده اختلاف معنی داری نداشت.
- محلول پاشی بتائین گلیسین سبب افزایش وزن خشک اجزای بوته و وزن تر غده نسبت به شاهد شد .
- تاثیر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلیسین نیز بر افزایش وزن خشک اجزای بوته و وزن تر غده موثر بود، با محلول پاشی بتائین گلیسین در شرایط تنش کم آبی، افت عملکرد کاهش یافت.
- عملکرد غده های برش دار شده از نظر آماری تفاوتی با عملکرد غده های سالم نداشت اما وزن خشک اجزای بوته و وزن تر غده در تیمارهای برش دار بیشتر از تیمارها با بذور سالم بود.

قبل از توصیه برای تولید انبوه و کاربرد در مقیاس وسیع، آزمایشات بیشتر در مناطق مختلف ضروری می باشد. در این راستا پیشنهادات زیر جهت مطالعات بیشتر سایر پژوهشگران در تحقیقات بعدی توصیه می گردد:

- بررسی مراحل رشدی مناسب جهت کاربرد بتائین گلايسين.
- تحقیق بیشتر بر روی اثرات فیزیولوژیکی بتائین گلايسين و کاربرد آن بر روی گیاهان.
- بررسی روی غلظت های مختلف بتائین گلايسين و تعداد دفعات محلول پاشی بر روی سیب زمینی و دیگر گیاهان.

منابع

منابع مورد استفاده :

- بی نام. ۱۳۷۶. شناسه تصویری سیب زمینی. اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، تهران.
- بیوکماواندرزاگ. ۱۹۹۰. زراعت سیب زمینی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- حمزه ئی، ج. ۱۳۸۱. واکنش ارقام سیب زمینی به مقادیر مختلف آب. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- خواجه پور، م. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خورشیدی بنام، م. رحیمزاده خوبی، ف.، میر هادی، م. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل رشد ارقام مختلف سیب زمینی. مجله علوم زراعی ایران، دانشگاه علوم و تحقیقات آزاد اسلامی تهران، ج ۴، ش ۱، صفحات ۴۸ تا ۶۰.
- کافی، م. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحات ۱۲ تا ۷۶.
- کریمی، س. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر تراکم کشت روی رشد و عملکرد ارقام سیب زمینی در منطقه عجب شیر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- رشیدی. ط. ۱۳۸۳. بررسی اثر تراکم های کاشت مختلف گیاهچه های حاصل از کشت بافت بر آنالیزهای رشد و تولید مینی توپ در دو رقم سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران
- رضایی، ع. و سلطانی. ا. ۱۳۷۵. زراعت سیب زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۱۲۷.
- سرمدنیا، غ. و کوچکی. ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۳. اهمیت تنش های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی کرج. دانشگاه تهران.
- شاه حسینی، ح. ر. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک چغندر قند در شرایط تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود.

شکاری، ف. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر تنش خشکی بر فنولوژی، روابط آبی، رشد، عملکرد و کیفیت محصول کلزا. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

شکیبا، م.ر. ۱۳۷۴. فیزیولوژی گیاهان زراعی تکمیلی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه تبریز.

طباطبایی، م. ۱۳۶۵. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح. و نصیری. م. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.

کوچکی، ع.، حسینی، م و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۶. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

مشایخی، ک.، کامکار، ب. و خسروی، ر. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر برش غده و تیمار با اتیلن بر تعداد و طول جوانه ها و تغییرات میزان آنتوسیانین، آمیلاز و محتوای کلروفیلی غده های سیب زمینی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ج ۱، ش ۲، صفحات ۸۷ تا ۱۰۱.

مودب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران.

نظارت. س. ۱۳۸۶. ارزیابی تاثیر باکتری های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های رشد ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود.

Agboma, M., Jones, M.G.K., Peltonen-Sainio, P., Rita, H., Pehu, E. 1997. Exogenous glycine betaine enhances grain yield of maize, sorghum and wheat grown under two supplementary watering regimes. J. Agron. Crop Sci. 178:29 – 37.

Bajaj, S. 1987. Biotechnology of nutritional improvement of potato. Biotech. in agri. and forestry. 3:136 - 150.

Beukema, H.P and Vanderzag. D.E. 1990. Introduction to potato production. 223 - 240.

Blackman, V.H. 1919. The compound interest law and plant growth. Ann. Bot. 33: 353 – 360.

Borojevic, S., Cupina, T. and Krsmanovic, M. 1980. Green area parameters in relation to grain yield of different wheat genotypes. *Z. Flanzenzuech.* 84:265 – 283.

Bohnert, H.J. and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends Biotechnol.* 14: 89–97.

Bot, A.J., Nachtergaele, F.O. and Young, A. 2000. Land resource potential and constraints at regional and country levels. *World soil resources reports 90.* Land and water development division, FAO, Rome.

Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218:443- 448.

Bray, E. A. 2000. Responses to abiotic stress. *American Society of Plant Physiology.* 18:1158- 1203.

Cakir, R. 2004. Effect of water Stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field. Crop.Res,* 89:1-16.

Dudal, R. 1976. Inventory of major soil of the world with special reference to mineral stress.

Dyson, P.W. and Watson, D.J. 1971. An analysis of the effect of nutrient supply on the growth of potato crop. *Ann. Appl. Biol.* 69: 47–63.

Elizabeth, G.C. 1991. Structure and development of the potato plant. *The potato crop.* Chapman & Hall. London. pp. 65–146.

Emam, Y. 2003. An introduction to the physiology of crops yield. Shiraz University Press. 571 p.

Evans, L.T. and Wardlaw. I.F. 1975. In: L.T. Evans (ed.). *Crop physiology.* London. Cambridge university press.

Evans, G.C. 1972. *The quantitative analysis of plant growth.* University of California press, Berkeley.

Ewing, E.E., 1997. Potato. In: H.C. Wien (ed.). *The Physiology of vegetable crops,* CAB International, UK, pp. 295-344.

Fallon, K.M. and Phillips, R. 1989. Responses to water stress in adapted carrot cell suspension cultures. *J. Exp. Bot.* 40: 681– 687.

Genard, H., Le Saos, J., Hillard, J., Tremolieres, A. and Boucaud, J., 1991. Effect of salinity on lipid composition, glycine betaine content and photosynthetic activity in chloroplasts. *Plant Physiol. Biochem.* 29:421–427.

Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut /cereal Fodder intercropping systems in the semi arid tropics of India. 88:227–23.

Gorham, J., Jokinen, K., Malik, M.N.A. and Khan, I.A. 2000. Glycine betaine treatment improves cotton yields in field trials in Pakistan. In: Proceedings of the world cotton research conference II, Athens, Greece, pp. 624 – 627.

Groza, H.I., Bowen, B.D., Kichefski, D., Peloquin, S.J., Stevenson, W.R., Bussan, A.J. and Jiang, J. 2005. Millennium russet: A dual purpose russet potato variety. *Am. J. Potato Res.* 82: 211-219.

Halloran, J.N. and Griffin, T.S., 2005. An economic analysis of potential rotation crops for maine potato cropping systems. *Am. J. Potato Res.* 82: 155-162.

Hanson, A.D. 1993. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher – plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 44, 357 – 384.

Hanson, A.D. and Scott, N.A. 1980. Betaine synthesis from radioactive precursors in attached, water-stressed barley leaves. *Plant Physiol.* 66:342 – 348.

Holmberg, N. and Bulow, L., 1998. Improving stress tolerance in plant by gene transfer. *Trends Plant Sci.* 3:61 – 66.

John, E., 2002. Candidate effector and regulator genes activated by glycine betaine in Arabidopsis.

Loecke, T.D., Liebman, M. and Cambardella, C. A. 2004. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. *Agron. J.* 96: 214–223.

Lone, M.I. 1981. Influence of proline and glycine betaine on salt tolerance of cultured barley embryos. *J. Exp. Bot.* 38:479 – 490.

Lutts, S. 2000. Exogenous glycine betaine reduces sodium in salt-stressed rice plants. *Int. Rice Res. Notes* 25:39 – 40.

Makela, P., Jokinen, K., Kontturi, M., Peltonen-Sainio, P., Pehu, E. and Somersalo, S., 1998. Foliar application of glycine betaine – a novel product from sugar beet – as an approach to increase tomato yield. *Ind. Crops Prod.* 7:139 – 148.

Makela, P., Peltonen-Sainio, P., Jokinen, K., Pehu, E., Setala, H. Hinkkanen, R. and Somersalo, S. 1996. Uptake and translocation of foliar-applied glycine betaine in crop plants. *Plant Sci.* 121:221 – 230.

Makela, P., Peltonen-Sainio, P., Jokinen, K., Pehu, E., Setala, Hinkkanen, R. and Somersalo, S. 1998b. Effect of foliar application of glycine betaine on stomatal conductance, abscisic acid and solute concentrations in leaves of salt and drought-stress tomato. *Aust. J. Plant Physiol.* 25:655 – 663.

Mansour, M. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biol. Plant.* 43:491 – 500.

Mashayekhi, K. and Kamkar, B. 2008. Study the effect of slice and ethylene exposing on bud number and changes length of anthocyanin, amylase and chlorophyll a & b contents in potato tubers. *Aust. J. Product Crop.* 1:87 – 101.

McCue, R.F. and Hanson, A.D. 1990. Drought and salt tolerance: towards understanding and application. *TIBTECH.* 8:358 – 362.

Meek, C., Oosterhuis, D. and Gorham, J. 2003. Does foliar-application glycine betaine affect endogenous betaine levels and yield in cotton? *Online. Crop Management* doi 10.

Mohanty, A., Kathuria, H., Ferjani, A., Sakamoto, A., Mohanty, P., Murata, N. and Tyagi, A.K. 2002. Transgenics of an elite indica rice variety Pusa Basmati 1 harbouring the *codA* gene are highly tolerant to salt stress. *Theor. Appl. Genet.* 106: 51 – 57.

Naidu, B.P., Cameron, D.F. and Konduri, S.V. 1998. Improving stress tolerance and productivity of plants by a biochemical approach in agronomy and plant breeding. In: *Proceeding of the IX Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga, Australia*, pp. 355 – 358.

Pavlista, A.D. 2005. Potato prices as affected by demand and yearly production. *Am. J. Potato Res.* 339-343.

Peivast, Gh. 1997. Vegetative production. Agricultural Science Press. 348p .

Robinson, S.P. and Jones, G.P. 1986. Accumulation of glycine betaine in chloroplasts provides osmotic adjustment during salt stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 659 – 668.

Sauvage, D., Hamelin, J. and Larher, F. 1983. Glycine betaine involvement in freezing tolerance and water stress in *Arabidopsis thaliana*. *Plant science letters.* 31:291 – 302.

Serraj, R. and Sinclair, T.R. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought condition? *Plant Cell Environ.* 25:333 – 341.

Subbaro, G.V., Wheeler, R.M., Levine, L.H. and Stutte, G.W. 2001. Glycine betaine accumulation, ionic and water relations of red-beet at contrasting levels of sodium supply. *J. Plant Physiol.* 158:767 – 776.

Tesar, M.B. 1984. Physiological basis crop growth and development. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, 291 – 321.

Rhodes, D. and Hanson, A.D. 1993. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher-plants. *Annu. Rev. Plant Mol. Biol.* 44: 357 – 384.

Venkatesan, A. and Chellappan, K.P. 1998. Accumulation of proline and glycine betaine in *Ipomoea pescaprae* induced by NaCl. *Biol. Plant.* 41: 271 – 276.

WeiBing, X. and Rajashekar, C.B. 1999. Alleviation of water stress in beans by exogenous glycine betaine. *Plant Sci.* 148:185 – 192.

Weimberg, R., Lerner, H.R. and Poljakoff-Mayber, A. 1984. Changes in growth and water soluble solute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium. *Physiol. Plant.* 62:472 – 480.

Weretilnyk, E.A., Bednarek, S., McCue, K.F., Rhodes, D. and Hanson, A.D. 1989. Comparative biochemical and immunological studies of the glycine betaine synthesis pathway in diverse families of dicotyledons. *Planta* 178:342 – 352.

Wilcockson, S.J. 1986. Effects of defoliation and time of harvest on tuber dry matter content of Pentland Crown potatoes. *Journal of Agri. Sci. Cambridge*. 107:723 – 733.

Yancy, P.H. 1994. Compatible and counteracting solutes. In: Strange, K. (Ed.), *Cellular and Molecular Physiology of Cell Volume Regulation*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 81 – 109.

Yang, W.J., Rich, P.J., Axtell, J.D., Wood, K.V., Bonham, C.C., Ejeta, G., Mickelbart, M.V. and Rhodes, D. 2003. Genotypic variation for glycine betaine in sorghum. *Crop Sci.* 43:162 – 169.

Yang, X. and Lu, C. 2005. Photosynthesis is improved by exogenous glycine betaine in salt-stressed maize plants. *Physiol. Plant.* 124:343 – 352.

Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant physiol.* 53:247–273.

Zhu, X., Gong, H., Chen, G., Wang, S. and Zhang, C. 2005. Different solute levels in two spring wheat cultivars induced by progressive field water stress at different development stages. *Journal of Arid Environmental*, 62:1– 14.

پیوست

شکل پیوست ۱: نقشه کشت

A_2					
B_2C_0	B_0C_1	B_1C_1	B_0C_0	B_2C_1	B_1C_0

A_1					
B_0C_0	B_1C_1	B_0C_1	B_2C_1	B_1C_0	B_2C_0

A_3					
B_1C_0	B_2C_0	B_0C_1	B_2C_1	B_1C_1	B_0C_0

A_2					
B_0C_0	B_2C_1	B_1C_0	B_0C_1	B_2C_0	B_1C_1

A_3					
B_1C_1	B_0C_1	B_2C_0	B_1C_0	B_2C_1	B_0C_0

A_1					
B_0C_1	B_2C_0	B_1C_1	B_2C_1	B_1C_0	B_0C_0

A_3					
B_1C_1	B_0C_0	B_2C_1	B_1C_0	B_2C_0	B_0C_1

A_1					
B_2C_1	B_1C_0	B_0C_1	B_1C_1	B_0C_0	B_2C_0

A_2					
B_2C_1	B_0C_0	B_1C_0	B_0C_1	B_1C_1	B_2C_0

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات وزن خشک اجزای بوته سیب زمینی تحت تاثیر برش غده در ۳۰ روز پس از سبز شدن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک کل بوته
تکرار	۲	۳/۲۹	۰/۹۶۶	۳۳/۱۰۱
خطا	۱	۶/۳۸۶	۰/۱۴۰	۴۳/۴۴
برش غده	۲	۰/۰۲۷	۰/۰۶۶	۱/۲۸۸
ضریب تغییرات(درصد)		۲۴/۶۷	۱۴/۰۷	۱۹/۷۲

جدول پیوست ۲- میانگین مربعات وزن اجزای بوته سیب زمینی تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلاسیسین و برش غده در ۴۵ روز پس از سبز شدن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل بوته
تکرار	۲	۰/۰۴۷	۰/۰۰۷	۰/۱۳۳	۰/۲۵۵
تنش کم آبی	۱	۰/۹۳۸**	۱/۵۶۷	۰/۸۷۸	۱۳/۱۶۷
خطای اول	۲	۰/۰۶۲	۰/۰۰۴	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳
بتائین گلاسیسین	۱	۳/۸۹۶	۱/۵۰۲	۰/۰۱۳	۸/۸۳۹
تنش×بتائین گلاسیسین	۱	۱۲/۹۴۶	۱/۵۱۲	۰/۱۷۹	۱۲/۰۴۸
برش غده	۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۳۳۰	۵/۳۹۱
تنش×برش غده	۱	۲/۴۷۷	۰/۳۷۳	۰/۴۶۶	۲/۳۱۶
محلول×برش غده	۱	۱۲/۸۶۹	۲/۰۸۳	۰/۱۳۴	۱۶/۶۵۵
برش×تنش×بتائین گلاسیسین	۱	۶/۰۵۰	۱/۹۳۲	۰/۰۴۱	۱۳/۲۸۳
خطای دوم	۱۲	۱۷/۶۳۱	۰/۲۵۲	۱/۷۵۹	۳/۰۴۵
ضریب تغییرات(درصد)		۲۱/۲۵	۱۴/۴۱	۱۵/۸۰	۱۵/۰۳

جدول پیوست ۳. میانگین مربعات وزن خشک برگ تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلیسین و برش غده در نمونه برداری های مختلف

روز پس از سبز شدن	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۷۵	۶۰	درجه آزادی	منابع تغییر
	۰/۸۳۲	۵/۶۴۸	۱۷/۱۳۶	۱۳/۱۷۳	۱۳/۰۵۴	۲	تکرار
	۴۷۳/۴۰۹**	۴۱۷/۶۳**	۱۱۶۵/۶۴**	۱۱۲۱/۷۳**	۲۹۹/۴۶*	۲	تنش کم آبی
	۷/۹۶۱	۱۴/۲۱	۹/۳۹۴	۱۴/۱۴	۲۷/۶۱۱	۴	خطای اول
	۱۵۱/۸۰۳**	۱۴۴/۲۱**	۹۸۴/۶**	۹۹۵/۰۸۷**	۲۳۵/۰۶**	۱	بتائین گلیسین
	۱۱/۲۸۴	۱۲/۵۸	۲۸/۲۵۸	۳۱/۲۱	۴/۰۵۷	۲	تنش × بتائین گلیسین
	۲۵/۲۹۳	۲۳	۳۵/۷۸	۳۷/۸۰۲	۸/۵۳۶	۱	برش غده
	۳۷/۱۹۲	۳۸/۰۸	۵۳/۹۴	۵۸/۰۳	۱۷/۰۹۶	۲	تنش × برش غده
	۰/۲۹۳	۰/۵۹۹	۳۶/۰۶	۳۵/۱۸۵	۶/۸۵۶	۱	محلول × برش غده
	۱۲/۰۰۵	۱۰/۶۶	۲۸/۱۶۴	۲۵/۵۴	۱۰/۴۳۳	۲	برش × تنش × بتائین گلیسین
	۱۰/۶۶۳	۱۰/۸۳	۵۱/۸۰۸	۵۱/۳۴	۱۳/۸۲۱	۱۸	خطای دوم
	۲۷/۸۲	۱۰/۱۷	۱۵/۹۱	۲۱/۲۹	۱۹/۳۶		ضریب تغییرات (درصد)

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین وزن خشک برگ (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلیسین و برش غده در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰
تنش کم آبی							
عدم تنش	—	۶/۳۸۶ ^a	۲۴/۶۹ ^a	۴۴/۲ ^a	۵۵/۶۶ ^a	۳۹/۰۴ ^a	۱۸/۵۲ ^a
تنش در مرحله گلدهی	—	۵/۰۲۳ ^b	۱۱/۹۳ ^b	۲۵/۲۴ ^b	۳۸/۲۷ ^b	۲۷/۸۵ ^b	۶/۹۶۸ ^b

۹/۷۲۵ ^b	۳۰/۲۱ ^b	۴۲/۸۹ ^b	۳۱/۴۹ ^b	۱۷/۹۷ ^b	—	—	تنش در مرحله حجیم شدن غده
بتائین گلايسين							
۹/۶۸۶ ^b	۳۰/۳۷ ^b	۳۹/۷۱ ^b	۲۸/۳۹ ^b	۱۶/۶۴ ^b	۵/۳۰۲ ^a	—	عدم محلول پاشی
۱۳/۷۹ ^a	۳۴/۳۷ ^a	۵۰/۱۷ ^a	۳۸/۹۱ ^a	۲۱/۷۵ ^a	۶/۱۰۸ ^a	—	محلول پاشی بتائین گلايسين
برش زدن غده							
۱۰/۹۰۲	۳۱/۵۷۴	۴۳/۹۴	۳۲/۶۲۹	۱۸/۷۱۵	۴/۷۵۹	۴/۶۹	غده سالم
۱۲/۵۷۸	۳۳/۱۷۲	۴۵/۹۴۱	۳۴/۶۴۷	۱۹/۶۸۹	۵/۰۵	۵/۰۰۷	غده برش زده

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات وزن خشک ساقه تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در نمونه برداری های مختلف

روز پس از سبز شدن	درجه آزادی					منابع تغییر
	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۷۵	۶۰	
۱۱/۵۱۰	۳/۹۶۷	۵/۹۶۲	۳/۳۴۸	۲/۰۲۳	۲	تکرار
۲۸۸/۷۳**	۲۹۷/۱۵۷**	۳۱۵/۷۶**	۳۳۱/۶۵**	۴۵/۸۸	۲	تنش کم آبی
۵/۳۰۳	۶/۴۷۰	۶/۵۴۷	۳/۱۳۵	۱۰/۷۶	۴	خطای اول
۲۹۵/۵۲**	۲۸۶/۲۵**	۳۱۳/۲۰۱**	۲۸۶/۰۶**	۱۱/۵۶۰	۱	بتائین گلايسين
۵۶/۳۲۰	۵۹/۶۱	۴۹/۳۷	۳۱/۷۹	۰/۴۹۱	۲	تنش × بتائین گلايسين
۱/۰۱۵	۰/۷۷۹	۲/۵۲۰	۴/۰۶۷	۱/۹۶۰	۱	برش غده
۳۰/۴۲	۳۱/۸۱۳	۲۴/۳۸۹	۱۸/۰۶۸	۱/۵۳۹	۲	تنش × برش غده
۸/۳۰۹	۷/۶۰۴	۶/۷۲۱	۶/۹۸۷	۰/۰۱۱	۱	محلول × برش غده
۵/۶۰۱	۶/۲۰۵	۷/۰۵۱	۳/۷۷۸	۳/۸۳۲	۲	برش × تنش × بتائین گلايسين
۱۵/۹۱۳	۱۵/۳۲	۱۴/۳۵	۱۲/۶۷۹	۹/۷۷۵	۱۸	خطای دوم
۱۶/۱۹	۱۳/۲۲	۱۱/۰۹	۱۴/۹۸	۲۵/۷۹		ضریب تغییرات (درصد)

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی و محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	روز پس از سبز شدن			
	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۷۵
تنش کم آبی				
عدم تنش	۲۹/۷۶۵ ^a	۳۴/۸۱۸ ^a	۳۹/۵۸۵ ^a	۲۹/۴۴۲ ^a
تنش در مرحله گلدهی	۱۹/۹۸۹ ^b	۲۴/۹۰۵ ^b	۲۹/۳۸۴ ^b	۱۹/۰۶۴ ^b
تنش در مرحله حجیم شدن غده	۲۴/۱۷۳ ^b	۲۹/۰۹ ^b	۳۳/۵۴۳ ^b	۲۲/۷۹۵ ^b
بتائین گلايسين				
عدم محلول پاشی	۲۱/۷۷۷ ^b	۲۶/۷۸۴ ^b	۳۱/۲۲۱ ^b	۲۰/۹۷۸ ^b
محلول پاشی بتائین گلايسين	۲۷/۵۰۸ ^a	۳۲/۴۲۴ ^a	۳۷/۱۲ ^a	۲۶/۵۸۶ ^a

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات وزن خشک ریشه تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی				
	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۷۵	۶۰
تکرار	۰/۰۰۱	۰/۲۲	۰/۰۶۹	۲/۹۱۹	۱/۶۷۳
تنش کم آبی	۱۴/۱۷۴ ^{**}	۱۴/۵۳۰ ^{**}	۱۵/۱۴۳ ^{**}	۱۴/۰۹۴ ^{**}	۱۲/۱۵۶ ^{**}
خطای اول	۰/۰۶۱	۰/۱۰۵	۰/۰۸۷	۰/۰۶	۰/۱۷۸
بتائین گلايسين	۷/۷۹۸ ^{**}	۸/۳۰۹ ^{**}	۷/۸۴۹ ^{**}	۸/۰۲۸ ^{**}	۸/۷۹۱ ^{**}
تنش × بتائین گلايسين	۰/۳۷۱	۰/۳۲۸	۰/۲۵۶	۰/۲۳۱	۰/۲۰۲
برش غده	۰/۱۸۷	۰/۱۶۲	۰/۱۵۲	۰/۱۷۵	۰/۱۷۸
تنش × برش غده	۱/۰۰۶	۰/۹۴۷	۰/۹۲۳	۰/۹	۰/۹۰۴
محلول × برش غده	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
برش × تنش × بتائین گلايسين	۰/۰۱۴	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶

خطای دوم	۱۸	۰/۴۱۴	۰/۴۱۲	۰/۴۰۷	۰/۴۰۷	۰/۴۴۷
ضریب تغییرات (درصد)	۲۰/۷۵	۱۲/۵۰	۹/۸۳	۱۴/۲۴	۲۸/۸۹	

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰
تنش کم آبی							
عدم تنش	—	۲/۶۱۴ ^a	۴/۲۲۶ ^a	۶/۳۵۸ ^a	۷/۷۷۱ ^a	۵/۷۲۹ ^a	۳/۵۵۴ ^a
تنش در مرحله گلدهی	—	۲/۲۳۲ ^a	۲/۲۸۶ ^b	۴/۳ ^b	۵/۶۵۸ ^b	۳/۶۵۶ ^b	۱/۵۲۶ ^b
تنش در مرحله حجیم شدن غده	—	—	۲/۷۹۱ ^b	۴/۷۴ ^b	۶/۰۵۴ ^b	۴/۰۵۳ ^b	۱/۸۶۳ ^b
بتائین گلايسين							
عدم محلول پاشی	—	۲/۴۰۰ ^a	۲/۶۰۷ ^b	۴/۶۶ ^b	۶/۰۲۸ ^b	۳/۹۹۹ ^b	۱/۸۴۹ ^b
محلول پاشی بتائین گلايسين	—	۲/۴۴۶ ^a	۳/۵۹۵ ^a	۵/۶۰۵ ^a	۶/۹۶۱ ^a	۴/۹۶ ^a	۲/۷۸ ^a
برش زدن غده							
غده سالم	۰/۸۴۱	۱/۹۶۵	۰/۰۳۱	۵/۰۶۳	۶/۴۲۹	۴/۴۱۲	۲/۲۴۲
غده برش زده	۰/۹۲۷	۲/۸۸۱	۳/۱۷۱	۵/۲۰۲	۶/۵۵۹	۴/۵۴۶	۲/۳۸۶

جدول پیوست ۹- میانگین مربعات وزن خشک غده تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	روز پس از سبز شدن
تکرار	۲	۰/۶۵۴	۰/۳۹۹	۴۹۹۴/۸۷۱	۴۱۴۷/۴۸۴	۴۳۰۱/۵۸۱	۴۹۵۱/۹
تنش کم آبی	۲	۹۵/۱۰۶ ^{**}	۵۹۳/۶۷ ^{**}	۳۶۸۳۱/۶ ^{**}	۱۱۵۵۸۶/۵۸ [*]	۱۱۷۴۴۵/۹ [*]	۲۴۷۹۲۹/۶ ^{**}

۲۹۵۷/۲۱	۸۵۵۳/۴۷	۹۱۲۵/۱۲	۳۶۸۸/۷۵	۸/۹۳۴	۰/۷۳۹	۴	خطای اول
۱۱۶۳۵۶/۰۳**	۸۴۵۹۳/۷**	۸۲۰۵۸**	۱۸۳۳۴/۹۷**	۲۵۸/۳۷**	۳۶/۸۶۸**	۱	محلول پاشی
۲۴۳۱۰/۷**	۲۶۷۸۶/۶۸**	۲۷۰۵۲/۰۴**	۵۴۱۰/۸۹*	۱۷/۷۷۲	۰/۰۹۶	۲	تنش × بتائین گلايسين
۴۸۳۲/۵۶	۲۵۲۷/۷۴	۲۵۹۵/۵۶	۴۳۲/۸۵	۰/۱۴۴	۰/۳۹۷	۱	برش غده
۷۲۴/۱۶۳	۱۸۷۱/۲۱	۱۹۵۷/۷۶	۳۴۴/۸۱	۱۵/۵۷	۰/۹۷۶	۲	تنش × برش غده
۱۲۶۳/۳۲	۶/۱۶۷	۹/۹۴۴	۱۴/۸۹	۰/۰۸۶	۰/۸۴۶	۱	محلول × برش غده
روز پس از سبز شدن	۱۴۴۲/۲۶	۱۳۶۶/۵۸	۱۹۸/۷۳	۱/۹۶۰	۰/۰۵۹	۲	برش × تنش × بتائین گلايسين
۲۸۵۸/۷۹ ۱۳۵	۲۸۲۱/۳۳ ۱۲۰	۲۸۰۰/۵۸ ۱۰۵	۹۲۶/۵۴ ۹۰	۹/۷۶۹	منابع تغيير ۲/۵۳۴	۱۸	خطای دوم
۱۹/۳	۲۵/۳۷	۲۸/۰۱	۲۴/۱۸	۲۴/۴۱	۲۸/۸۵	—	ضريب تغييرات (درصد)

جدول پیوست ۱۰ - مقایسه میانگین وزن خشک غده (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

منابع تغيير	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵
تنش کم آبی						
عدم تنش	۸/۶۸ ^a	۲۰/۷۵ ^a	۱۵۵/۵۳ ^a	۳۰۱/۱۶۱ ^a	۳۲۲/۶۱۹ ^a	۳۷۱/۳۱ ^a
تنش در مرحله گلدهی	۳/۲۴۸ ^b	۷/۳۷۳ ^b	۵۵/۷۱۲ ^b	۱۱۹/۳۱۹ ^b	۱۲۲/۷۶۵ ^b	۱۵۴/۴۹۸ ^b
تنش در مرحله حجیم شدن غده	۴/۵۸۹ ^b	۱۲/۲۹۵ ^b	۶۹/۹۸۵ ^b	۱۴۶/۲۳۳ ^b	۱۶۵/۷۳۴ ^b	۲۱۵/۲۱۸ ^b
بتائین گلايسين						
عدم محلول پاشی	۴/۵۰۸ ^b	۱۰/۱۲۶ ^b	۶۹/۱۷۸ ^b	۱۴۰/۲۸۹ ^b	۱۶۰/۸۹۸ ^b	۲۲۰/۱۵۷ ^b
محلول پاشی بتائین گلايسين	۶/۵۲۷ ^a	۱۵/۴۸۴ ^a	۱۴/۳۱۳ ^a	۲۳۷/۵۲۰ ^a	۲۵۷/۸۴۸ ^a	۳۳۳/۸۶۰ ^a

جدول پیوست ۱۱ - مقایسه میانگین وزن خشک غده (گرم در بوته) تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی بتائین گلايسين و سطوح مختلف تنش کم آبی در ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

۴۳۴/۱۷ ^a	۳۱۹/۳۸ ^a	۲۹۷/۷ ^a	۸۴/۸ ^a	عدم تنش × عدم بتائین گلايسين
۴۴۸/۴۵ ^a	۳۲۵/۸۵۵ ^a	۳۰۴/۵۹۸ ^a	۱۰۳/۷ ^a	عدم تنش × بتائین گلايسين
۱۰۵/۹۳ ^c	۷۶/۳۴۷ ^c	۵۶/۶۸ ^c	۲۴/۲ ^c	تنش در گلدهی × عدم بتائین گلايسين
۲۴۳/۰۶ ^b	۱۹۹/۰۳ ^b	۱۷۹/۰۵ ^b	۵۴/۳۸ ^b	تنش در گلدهی × بتائین گلايسين
۳۱۰/۰۶ ^b	۲۵۵/۱ ^b	۲۳۵/۷ ^b	۵۶/۷ ^b	تنش در حجیم شدن غده × بتائین گلايسين
۱۲۰/۳۷ ^c	۸۰/۴۹۲ ^c	۵۹/۵۸ ^c	۲۶/۶۳ ^c	تنش در حجیم شدن غده × عدم بتائین گلايسين

۱۳۵	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۹۹۶۷۸۸/۴	۲	تکرار
۳۴۴۰۷۴۱/۹۱ ^{**}	۲	تنش کم آبی
۱۰۱۷۶۸/۷۶	۴	خطای اول
۱۸۷۹۹۷۰/۰۲ ^{**}	۱	بتائین گلايسين
۲۹۱۷۲۴/۱۴ [*]	۲	تنش × بتائین گلايسين
۵۸۱۱۴/۷۶	۱	برش غده
۱۱۷۰۸/۴	۲	تنش × برش غده
۲۰۲۹۸/۶۵	۱	محلول × برش غده
۵۶۹۷/۶۹	۲	برش × تنش × بتائین گلايسين
۵۰۲۶۹/۶۵	۱۸	خطای دوم
۲۱/۲۵	—	ضریب تغییرات (درصد)

جدول پیوست ۱۲- میانگین مربعات وزن تر غده (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

۱۳۵	منابع تغییر
-----	-------------

۱۳۵	منابع تغییر
تنش کم آبی:	
۱۶۶۷/۲ ^a	عدم تنش
۶۷۳/۴۷ ^b	تنش در مرحله گلدهی
۸۲۴/۷۴ ^b	تنش در مرحله حجیم شدن غده
بتائین گلايسين:	
۸۲۶/۶۴ ^a	عدم محلول پاشی
۱۲۸۳/۷ ^b	محلول پاشی بتائین گلايسين

جدول پیوست ۱۳- مقایسه میانگین وزن تر غده (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

۱۶۱۰۴/۲ ^a	عدم تنش × عدم بتائین گلايسين
۱۷۲۴/۳۳ ^a	عدم تنش × بتائين گلايسين
۴۰۶/۸۲ ^c	تنش در گلدهی × عدم بتائين گلايسين
۹۴۰/۱۰۷ ^b	تنش در گلدهی × بتائين گلايسين
۱۱۸۶/۶ ^b	تنش در حجيم شدن غده × بتائين گلايسين
۴۲۶/۸۹ ^c	تنش در حجيم شدن غده × عدم بتائين گلايسين

جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین وزن تر غده تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی بتائین و سطوح مختلف تنش کم آبی در ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات وزن خشک کل تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين و برش غده در نمونه برداری های مختلف

روز پس از سبز شدن	درجه آزادی						منابع تغییر
۱۳۵	۱۲۰	۱۰۵	۹۰	۷۵	۶۰	۲	
۴۹۵۱/۹۵	۴۳۸۴/۲۳	۳۸۲۱/۲۱۷	۴۶۹۲/۹۴۴	۱۷/۸۶۶	۹/۳۱۲	۲	تکرار
۲۴۷۹۲۹/۷ ^{**}	۱۴۷۰۹۹/۹ [*]	۱۴۴۹۵۱/۶ [*]	۶۰۴۸۲/۵۲ [*]	۶۳۴۵/۵۸ ^{**}	۱۳۷۸/۵۱ ^{**}	۲	تنش کم آبی
۲۹۵۷/۲۱	۸۶۰۹/۵۴	۹۰۶۹/۲۹	۳۷۵۳/۲	۱۵/۹۱۸	۵۴/۵۰۵	۴	خطای اول
۱۱۶۳۲۶/۰۳ ^{**}	۱۰۴۴۲۸/۱ ^{**}	۱۰۴۶۴۹/۵۵ ^{**}	۳۵۰۷۵/۳۷ ^{**}	۴۵۳۸/۰۴ ^{**}	۷۷۰/۴۳ ^{**}	۱	بتائين گلايسين
۲۴۳۱۰/۷۱ ^{**}	۲۶۹۱۹/۷ ^{**}	۲۷۲۵۶/۸۷ ^{**}	۵۲۱۱/۲۹۸ [*]	۰/۲۶۳	۱/۱۸۹	۲	تنش × بتائين گلايسين
۴۸۳۲/۵۶	۲۹۹۵/۳۷	۳۰۵۳/۹۴	۶۵۴/۸	۱۷/۳۷۵	۶/۶۰۵	۱	برش غده
۷۲۴/۱۶	۱۰۹۳/۶۳	۱۱۵۵/۴	۱۲۰/۷۲	۲۷۸/۲۷۷	۲۲/۷۱۱	۲	تنش × برش غده
۱۲۶۳/۳۲	۰/۹۴۷	۰/۱۴۵	۵۲/۶۵۹	۸/۷۱۲	۱۱/۴۹۲	۱	محلول × برش غده
۳۳۳/۹۴۷	۱۴۴۲/۲۷	۱۳۷۷/۴۲	۴۱۹/۹۸۰	۴۲/۵۷۰	۵/۲۳۴	۲	برش × تنش × بتائين گلايسين
۲۸۵۸/۷۹	۲۸۹۹/۵	۲۸۵۷/۶۴	۹۰۹/۲۰۰	۱۳۲/۸۰۲	۲۷/۷۵۲	۱۸	خطای دوم
۱۹/۳۰	۲۱/۷۱	۲۰/۹۳	۱۷/۰	۱۴/۷۶	۱۳/۱۹		ضريب تغييرات(درصد)

جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین وزن خشک کل بوته (گرم در بوته) تحت تاثیر تنش کم آبی، محلول پاشی بتائین گلايسين در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵
تنش کم آبی								
عدم تنش	-	۱۲/۷۶۴ ^a	۵۱/۹۷۷ ^a	۱۰۰/۷۷۳ ^a	۲۸۵/۵۶۰ ^a	۲۹۵/۴۶۹ ^a	۳۱۰/۷۵۵ ^a	۳۴۱/۳۱۰ ^a
تنش در مرحله گلدهی	-	۸/۴۴۹ ^a	۳۰/۴۳۲ ^b	۵۵/۹۸۶ ^b	۱۲۷/۰۲۹ ^b	۱۶۸/۲۵۲ ^b	۱۷۵/۷۳۵ ^b	۱۷۴/۴۹۸ ^b
تنش در مرحله حجیم شدن غده	-	-	۳۶/۴۰۸ ^b	۶۹/۳۲۷ ^b	۱۴۶/۴۷۵ ^b	۲۰۱/۴۹۷ ^b	۲۰۹/۵۹۴ ^b	۲۱۵/۲۱۸ ^b
بتائین گلايسين								
عدم محلول پاشی	-	۱۱/۰۰ ^a	۳۵/۳۱ ^b	۶۴/۱۳ ^b	۱۴۶/۱۴ ^b	۱۹۴/۲۱ ^b	۲۰۱/۴۴ ^b	۲۲۰/۱۵ ^b
محلول پاشی بتائین گلايسين	-	۱۲/۲۱ ^a	۴۴/۵۶ ^a	۸۶/۵۸ ^a	۲۰۸/۵۷ ^a	۳۰۱/۹۳ ^a	۳۰۹/۲۷ ^a	۳۳۳/۸۶ ^a

جدول پیوست ۱۷- مقایسه میانگین وزن خشک کل بوته (گرم در بوته) تحت تاثیر ترکیبات تیماری محلول پاشی بتائین گلايسين و سطوح مختلف تنش کم آبی در در ۱۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از سبز شدن

منابع تغییر	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵
عدم تنش × عدم بتائین گلايسين	۲۵۰/۹۴ ^a	۳۷۳/۰۲ ^a	۳۷۹/۶۵ ^a	۴۳۴/۱۶ ^a
عدم تنش × بتائین گلايسين	۲۶۶/۱۷ ^a	۳۷۵/۹۱ ^a	۳۸۱/۸۵ ^a	۴۴۸/۴۵ ^a
تنش در گلدهی × عدم بتائین گلايسين	۸۸/۰۶ ^c	۱۰۱/۷۲ ^c	۱۰۸/۷۸ ^c	۱۰۵/۹۳ ^c
تنش در گلدهی × بتائین گلايسين	۱۶۵/۹۹ ^b	۲۳۴/۷۸ ^b	۲۴۲/۶۸ ^b	۲۴۳/۰۶ ^b
تنش در حجیم شدن غده × بتائین گلايسين	۱۹۳/۵۴ ^b	۲۹۵/۰۹ ^b	۳۰۳/۲۹۸ ^b	۳۱۰/۰۶ ^b
تنش در حجیم شدن غده × عدم بتائین گلايسين	۹۹/۴ ^c	۱۰۷/۸۹ ^c	۱۱۵/۸۸ ^c	۱۲۰/۳۷ ^c

Abstract:

Stress due to low water is considered as one of the problems that prevent ideal agricultural production. In general, one can refer to the defense mechanisms of plants for fighting damage due to low water stress. Also, Betaine Glycine molecules serve as osmotic regulators. An experiment was performed in Shahrood Agricultural College in order to examine the effect of a spray solution of this material on potatoes under low water stress conditions and the effect of cutting the tuber in potatoes. The treatments included three low water stress conditions (witness of stress in flowering stage and stress in tuber growth), Betaine Glycine (witness of spray solution of Betaine Glycine material) and cutting tuber (safe tuber and cutting tuber) that were implemented by three repetitions in a test frame of split-plot factorial based on random blocks plans. A spray solution of betaine-alanine caused an increase in performance (function) and dry weight of tuber components. Low water stress in both flowering and tuber growth stages caused a reduction in the performance of plants, while the least performance was related to the treatment of low water stress in the flowering stage, which statistically did not have a significant difference in the tuber growth stage. Cutting tuber also caused a reduction in the dry weight of tuber and an increase in the performance of plants, while between safe tuber surfaces and cutting tuber, there was no significant difference. The interaction effect of low water stress and a spray solution of Betaine Glycine is significant on increasing the dry weight of tuber components and the wet weight of tuber. Note that tuber performance was reduced by a spray solution under low water stress conditions.

Key words: Potato, Betaine-Glycine, low water stress, cutting tuber and performance



Shahroud University Of Technology

Faculty Of Agronomy Science

Thesis M.Sc

The effects of slicing tuber and Glycine Betaine in improving yield in
potato under water deficit stress

A. Hasani

Supervisors

Dr. A. Gholami

Dr. M. Gholipur

Advisors

Dr. M. Baradaran Firouzabadi

Dr. H. Abasdokht

July 2011