دانشکده کشاورزی

رساله دکتری رشته زراعت گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی

مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد سه رقم سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

علی اسکندری

استادان راهنما

دکتر حمیدرضا خزاعی

دکتر احمد نظامی

دکتر عباس مجدآبادی

استاد مشاور

دکتر محمد کافی

اسفند ۱۳۹۰

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

تصویب نامه رساله دکتری

با عنوان

مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد سه رقم سیب زمینی

(*Solanum tuberosum* L.)

توسط آقای **علی اسکندری** در تاریخ ۹۰/۱۲/۷ با نمره ۱۹/۴۳ و درجه ارزشیابی عالی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

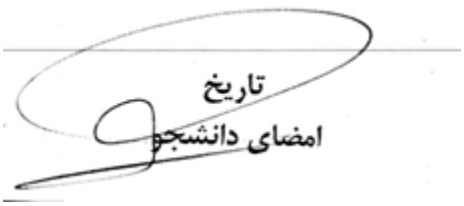
ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	آقای دکتر حمید رضا خزاعی	دانشیار	استاد راهنما	
۲	آقای دکتر احمد نظامی	دانشیار	استاد راهنما	
۳	آقای دکتر عباس مجدآبادی	استادیار	استاد راهنما	
٤	آقای دکتر محمد کافی	استاد	استاد مشاور	
٥	آقای دکتر پرویز احسان زاده	دانشیار	مدعو	
٦	آقای دکتر مسعود قدسی	استادیار	مدعو	
۷	آقای دکتر محمد بنایان اول	دانشیار	مدعو	
۸	آقای دکتر مهدی پارسا	استادیار	مدعو	
۹	آقای دکتر مهدی راستگو	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

اظهار نامه

عنوان رساله: مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد سه رقم سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

اینجانب **علی اسکندری** دانشجوی دوره دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد سه رقم سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) تحت راهنمایی دکتر حمید رضا خزاعی و دکتر احمد نظامی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این رساله توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در این رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی به جایی ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله تاثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از آن رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.



مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است. این مطالب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج این رساله بدون ذکر مرجع[3] مجاز نیست.**

چکیده

به منظور مطالعه تاثیر رژیم های آبیاری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد سه رقم سیب زمینی آزمایشی به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه رژیم آبیاری: تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تامین ۷۰ درصد نیاز آبی پس از سبز شدن بوته ها تا قبل از مراحل آغازش غده و تامین ۷۰ درصد نیاز آبی سیب زمینی در طول دوره رشد و ارقام مورد استفاده نیز آگریا، آلمرا و سینورا بودند. نتایج نشان داد که افزایش حجم آبیاری در کلیه ارقام آزمایش موجب شد تا اغلب صفات مورفوفیزیولوژیک و در نهایت مقدار عملکرد کل غده و اجزاء عملکرد غده نسبت به شرایطی که حجم آبیاری در کل دوره رشد گیاه ۳۰ درصد کمتر شده بود، بهبود داشته باشد. همچنین کاهش حجم آبیاری باعث شد تا غلظت کل کلروفیل نسبت به رژیم آبیاری تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه افزایش داشته باشد و مقدار آنزیم های آنتی اکسیدان اندازه گیری شده بویژه در رقم آگریا در شرایط کاهش حجم آبیاری در رژیم آبیاری تامین ۷۰ درصد نیاز آبی سیب زمینی در طول دوره رشد گیاه بصورت معنی داری افزایش داشت. بررسی فعالیت آنزیم مالوند آلدئید حاکی از آن بود که تاثیر منفی فعالیت این آنزیم بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد گیاه مشهود بود و افزایش فعالیت آنزیم مذکور در شرایط کاهش حجم آبیاری می تواند از دلایل افت عملکرد گیاه باشد. در رژیم آبیاری تامین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه تا قبل از مراحل آغازش غده توجه به عملکرد کل غده در طی دو سال آزمایش نشان دهنده این مطلب است که در رقم آگریا علی رغم کاهش ۳۰ درصدی حجم آبیاری در مرحله قبل از آغازش غده اما کاهش معنی داری در میزان عملکرد کل غده نسبت به رژیم آبیاری تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده نشد. همچنین میانگین بهره وری آب طی دو سال آزمایش در رقم سینورا در تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی قبل از آغازش غده نسبت به دو رقم دیگر افزایش نشان داد، که البته با کاهش ۳۳ درصدی عملکرد کل غده رقم سینورا در مقایسه با رقم آگریا در این رژیم آبیاری همراه بود. در رقم سینورا کاهش ۳۰ درصدی تبعیض ایزوتوپ کربن نسبت به تیمار آبیاری کامل که افزایش مقاومت روزنه ای و کاهش اتلاف آب از روزنه های برگ را در پی دارد موجب شد تا بیشترین مقدار بهره وری آب در تیمار تامین ۷۰ درصد نیاز آبی قبل از آغازش غده (۳/۳ کیلوگرم/مترمکعب) در مقایسه با دو رژیم آبیاری دیگر در این رقم مشاهده شود و حدود ۳۰ درصد تبعیض ایزوتوپ کربن در این تیمار کمتر از تیمار آبیاری کامل بود. همچنین بررسی روند تبعیض ایزوتوپ کربن در غده سیب زمینی در طی دو سال آزمایش حاکی از آن است که با افزایش حجم آبیاری در رژیم های آبیاری تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تامین ۷۰ درصد نیاز آبی تا قبل از مراحل آغازش غده میزان تبعیض ایزوتوپ کربن افزایش داشته است و بصورت یک معادله درجه یک خطی بیشترین میزان عملکرد کل غده در بالاترین مقدار تبعیض ایزوتوپ کربن اندازه گیری شده حاصل شد. همچنین اندازه گیری مقدار تبعیض ایزوتوپ کربن در برگ نیز تایید کننده میزان تبعیض ایزوتوپ کربن در غده سیب زمینی بود و با افزایش حجم آبیاری مقدار تبعیض ایزوتوپ کربن نیز بصورت یک رابطه خطی و صعودی افزایش داشت.

کلید واژه ها: رژیم آبیاری، رقم، عملکرد کل غده، تبعیض ایزوتوپ کربن

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خداوندی را سزاست که همه گویندگان از مدح وثنای او عاجزند و شمارندگان و حسابگران از شمارش نعمتها و بخششهای او درمانده و کوشش کنندگان نمی توانند حق نعمت او را ادا کنند، خداوندی که حقیقت او را صاحبان همت بلند درک نمی کنند و زیرکیها و هوشهای غواص به او دست نیابند.

بر خود لازم می دانم که از زحمات تمام عزیزانی که با کمک ها و مساعت های خویش بنده را در طول انجام رساله دوره دکتری یاری کردند تشکر و قدردانی کنم، بخصوص از اساتید محترم راهنمای خویش آقایان دکتر حمیدرضا خزاعی و دکتر احمد نظامی که همواره از راهنماییها و تذکرات ارزنده این عزیزان بهرمند بودم کمال تشکر را می نمایم. بر خود لازم می دانم تا از استاد مشاور خود آقای دکتر محمد کافی به دلیل همکاری و مساعدت فراوان ایشان تشکر و قدردانی کنم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر مهدی نصیری محلاتی که همواره از نظرات ارزشمند ایشان بهرمند بودم کمال سپاسگذاری را دارم. همچنین از زحمات کارکنان محترم مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی که در طول انجام پایان نامه دوره دکتری بنده از هیچ کمک و مساعدتی در جهت انجام کارهای اینجانب دریغ نکردند بسیار سپاسگذارم و موفقیت این عزیزان را از خداوند متعال خواستارم. این اثر ناقابل را به خانواده محترم خود، به‌خصوص همسر فداکار و مهربانم، پدر و مادر عزیزم که بدون گذشت، فداکاری و دلسوزی های ایشان هرگز قادر به رسیدن به این مرحله از تحصیل نبودم و تمام موفقیت‌های خود در عرصه زندگی را مدیون ایشان می‌دانم، کمال سپاسگزاری، و قدردانی را نموده و از خداوند متعال توفیق خدمتگزاری هر چه بیشتر به این بزرگواران را مسئلت می‌نمایم.

علی اسکندری

اسفند ۱۳۹۰

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱

۲ بررسی منابع ٤

۲-۱. تنش خشکی ٤

۲-۲. سیب زمینی ۸

۲-۳. آبیاری قطره ای ۱۱

۲-٤. تاثیر تنش خشکی بر فنولوژی گیاه ۱۲

۲-۵. تاثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه ۱۳

۲-۵-۱. شاخص سطح برگ و سطح ویژه برگ ۱۳

۲-۵-۲. تاثیر تنش خشکی بر ارتفاع تاج پوشش گیاه ۱۵

۲-۵-۳. محتوی نسبی آب برگ ۱٦

۲-۵-٤. فلورسانس کلروفیل ۱۹

۲-۵-۵. عدد کلروفیل متر ۲۰

۲-٦. تاثیر تنش خشکی بر جنبه های بیوشیمیایی ۲۲

۲-٦-۱. عملکرد آنزیم های آنتی اکسیدان ۲۲

۲-٦-۲. پایداری غشای پلاسمایی ۲٤

۲-۷. تاثیر تنش خشکی بر میزان جذب نور ۲٦

۲-۸. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت غده ۲۷

۲-۹. تاثیر تنش خشکی بر بهره وری آب و تبعیض ایزوتوپ های پایدار کربن ۳۰

۲-۱۰. تغییر جمعیت لارو آگروتیس ۳٤

۳ مواد و روش ها ۳٦

۳-۱. عملیات مزرعه ای ۳٦

۳-۱-۱. تعیین نیاز آبی و استقرار سیستم آبیاری ٤۰

۳-۲. اندازه‌گیری صفات گیاه ٤۱

۳-۲-۱. یادداشت‌برداری‌های فنولوژیک ٤۱

۳-۲-۲. اندازه گیری صفات مورفولوژیک ٤۲

۳-۳. اندازه گیری صفات فیزیولوژیکی ٤۲

۳-۳-۱. اندازه گیری شاخص سطح برگ ٤۲

۳-۳-۲. اندازه گیری محتوی نسبی آب برگ ٤۳

۳-۳-۳. اندازه گیری سطح ویژه برگ ٤۳

۳-۳-٤. اندازه گیری عدد کلروفیل متر ٤٤
۳-۳-٥. اندازه گیری عملکرد کوانتومی فتوسیستم II ٤٤
۳-٤. اندازه گیری تشعشع ورودی و جذب شده توسط تاج پوشش گیاه ٤٤
۳-٥. اندازه گیری های بیوشیمیایی ٤٥
۳-٥-۱. استخراج عصاره برگ ٤٥
۳-٥-۲. استخراج پروتئین های محلول ٤٦
۳-٥-۳. اندازه گیری پراکسیداسیون چربی های غشا ٤٦
۳-٥-٤. اندازه گیری غلظت کلروفیل ٤٧
۳-٥-٥. اندازه گیری فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان ٤٨
۳-٥-٥-۱. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ٤٨
۳-٥-٥-۲. آنزیم کاتالاز ٤٨
۳-٦. اندازه گیری عملکرد ٤٩
۳-۷. اندازه گیری های کیفی ٥٠
۳-۷-۱. اندازه گیری درصد ماده خشک ٥٠
۳-۷-۲. تعیین وزن مخصوص غده ٥٠
۳-۷-۳. تعیین درصد نشاسته غده ٥٠
۳-۸. بررسی تبعیض ایزوتوپی کربن در برگ و غده سیب زمینی ٥١
۳-۹. محاسبه بهره وری آب ٥٢
۳-۱۰. تغییرات جمعیت لارو آگروتیس در طی فصل رشد ٥٢
۳-۱۱. روش محاسبات و تحلیل بر مبنای داده‌های اندازه‌گیری شده ٥٢
٤ نتایج و بحث ٥٤
٤-۱. یادداشت برداری فنولوژیک ٥٤
٤-۲. صفات مورفولوژیک ٥٦
٤-۳. صفات فیزیولوژیک ٥٩
٤-۳-۱. شاخص سطح برگ ٥٩
٤-۳-۲. سطح ویژه برگ ٦٣
٤-۳-۳. محتوی نسبی آب برگ ٦٧
٤-۳-٤. عدد کلروفیل متر ۷۰
٤-۳-٥. عملکرد کوانتومی فتوسیستم II ۷۳
٤-٤. جذب نور ۷۷

٤-٤-١. کسر تشعشع فعال فتوسنتزی ٧٧
٤-٤-٢. ضریب استهلاک نور ٨١
٤-٥. خصوصیات بیوشیمیایی ٨٤
٤-٥-١. اندازه گیری غلظت کلروفیل ٨٤
٤-٥-١-١. رابطه غلظت کلروفیل برگ و عدد کلروفیل متر ٨٧
٤-٥-٢. پایداری غشا ٨٩
٤-٥-٣. میزان پروتئین محلول برگ ٩١
٤-٥-٤. اندازه گیری فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان ٩٣
٤-٥-٤-١. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ٩٣
٤-٥-٤-٢. آنزیم کاتالاز ٩٦
٤-٦. اندازه گیری عملکرد ٩٨
٤-٦-١. عملکرد کل غده ٩٨
٤-٦-٢. تعداد کل غده و تعداد غده بازارپسند ١٠١
٤-٦-٣. متوسط وزن غده بازارپسند ١٠٧
٤-٧. خصوصیات کیفی غده سیب زمینی ١٠٩
٤-٧-١. درصد ماده خشک، درصد نشاسته و وزن مخصوص غده ١٠٩
٤-٨. بهره وری آب ١١٢
٤-٩. رابطه عملکرد کل غده با تبعیض ایزوتوپ کربن ١١٦
٤-١٠. رابطه بهره وری آب با تبعیض ایزوتوپ کربن ١١٩
٤-١١. رابطه تبعیض ایزوتوپ کربن برگ با حجم آبیاری ١٢٠
٤-١٢. رابطه تبعیض ایزوتوپ کربن در برگ و غده ١٢٣
٤-١٣. تغییرات جمعیت لارو آگروتیس در تیمارهای مختلف ١٢٥
٥ نتیجه گیری و پیشنهادات ١٣٠
پیوست ها ١٣٢
٦ منابع ١٤٣

فهرست شکل ها

شکل ۳-۱. بارندگی روزانه طی دو سال آزمایش ۳۷
شکل ٤-۱. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر روند شاخص سطح برگ ٦۲
شکل ٤-۲. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر سطح ویژه برگ در سال اول آزمایش ٦٤
شکل ٤-۳. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر سطح ویژه برگ در سال دوم آزمایش ٦٦
شکل ٤-٤. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر محتوی نسبی آب برگ در سال اول و دوم آزمایش ٦۹
شکل ٤-۵. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر میزان عدد کلروفیل متر در سال اول آزمایش ۷۱
شکل ٤-٦. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر میزان عدد کلروفیل متر در سال اول آزمایش ۷۲
شکل ٤-۷. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر میزان عملکرد کوانتومی فتوسیستم II در سال اول آزمایش ۷٤
شکل ٤-۸.اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر میزان عملکرد کوانتومی فتوسیستم II در سال دوم آزمایش ۷۷
شکل ٤-۹. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر کسر تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده ظاهری ۸۰
شکل ٤-۱۰. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر ضریب استهلاک نوری در سال اول آزمایش ۸۲
شکل ٤-۱۱. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر ضریب استهلاک نوری در سال دوم آزمایش ۸۳
شکل ٤-۱۲. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سال اول آزمایش ۸۵
شکل ٤-۱۳. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سال دوم آزمایش ۸۷
شکل ٤-۱٤. رابطه میانگین دو ساله غلظت کلروفیل و عدد کلروفیل متر ۸۸
شکل ٤-۱۵. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر فعالیت آنزیم مالوند آلدئید در سال اول و دوم آزمایش ۹۱
شکل ٤-۱٦. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر مقدار پروتئین در سال اول و دوم آزمایش ۹۳
شکل ٤-۱۷. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در سال اول و دوم آزمایش ۹۵
شکل ٤-۱۸. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سال اول و دوم آزمایش ۹۷
شکل ٤-۱۹. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر مقدار عملکرد کل غده در سال اول و دوم آزمایش ۱۰۱
شکل ٤-۲۰. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر تعداد کل غده در بوته در سال اول آزمایش در سال اول آزمایش ۱۰۳
شکل ٤-۲۱. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر تعداد کل غده در بوته در سال دوم آزمایش در سال اول آزمایش ۱۰۳

شکل ٤-٢٢. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم بر تعداد غده بازارپسند در بوته در سال اول و دوم آزمایش ١٠٥
شکل ٤-٢٣. رابطه بهره وری آب و عملکرد کل غده در سال اول و دوم آزمایش ١١٤
شکل ٤-٢٤. رابطه بین عملکرد کل غده و تبعیض ایزوتوپ کربن در سال اول و دوم آزمایش ١١٨
شکل ٤-٢٥. رابطه بین بهره وری آب و تبعیض ایزوتوپ کربن در غده ١٢٠
شکل ٤-٢٦. رابطه بین حجم آبیاری در تیمارهای مختلف آزمایش و تبعیض ایزوتوپ کربن در برگ ١٢٢
شکل ٤-٢٧. رابطه بین تبعیض ایزوتوپ کربن در غده و برگ در سال اول و دوم آزمایش ١٢٤
شکل ٤-٢٨. رابطه بین فراوانی جمعیت لارو آگروتیس (*Agrotis* spp.) و برخی از خصوصیات سیب زمینی در تیمارهای مختلف در سال اول و دوم آزمایش ١٢٧

فهرست جدول ها

جدول ۳-۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش..... ۳۷
جدول۳-۲. آمار ماهانه حداقل، حداکثر و میانگین درجه حرارت (سانتی گراد) و میانگین ماهانه میزان بارش (میلی متر) در طی دو فصل رشد..... ۳۸
جدول۳-۳. برخی از خصوصیات ارقام سیب زمینی بکار رفته در آزمایش ۳۹
جدول۳-٤. حجم آبیاری (مترمکعب در هکتار) انجام شده در تیمارهای مختلف آزمایش..... ٤۱
جدول۳-۵. کد فنولوژیکی مراحل منتخب رشد سیب زمینی ٤۱
جدول٤-۱. ثبت مراحل فنولوژیک سیب زمینی ۵٦
جدول٤-۲. اثر اصلی رژیم آبیاری بر ارتفاع کانوپی سیب زمینی ۵۹
جدول٤-۳. اثر اصلی رقم بر ارتفاع کانوپی و تعداد ساقه اصلی سیب زمینی..... ۵۹
جدول٤-٤. اثر اصلی رژیم آبیاری و رقم بر مقدار وزن غده بازارپسند، وزن مخصوص غده، مقدار نشاسته غده و درصد وزن خشک غده..... ۱۱۱
جدول٤-۵. میانگین دو ساله حجم آبیاری، عملکرد نهایی غده و بهره وری آب در تیمارهای مختلف آزمایش..... ۱۱۵
جدول٤-٦. ضرایب همبستگی ساده بین صفات در سال اول اجرای آزمایش ۱۲۸
جدول٤-۷. ضرایب همبستگی ساده بین صفات در سال دوم اجرای آزمایش..... ۱۲۹
جدول۱ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس ارتفاع کانوپی، تعداد ساقه اصلی در بوته و مراحل مختلف اندازه گیری شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳۳
جدول۲ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری سطح ویژه برگ در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳٤
جدول۳ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری محتوی نسبی آب برگ در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳۵
جدول٤ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری عدد کلروفیل متر در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳٦
جدول۵ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری فلورسانس کلروفیل در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳۷
جدول ٦ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری کسر تشعشع فعال فتوسنتزی در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳۸
جدول۷ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس مراحل مختلف اندازه گیری ضریب استهلاک نور در تیمارهای مختلف آزمایش ۱۳۹

جدول۸ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس غلظت کلروفیل a، غلظت کلروفیل b، غلظت کلروفیل کل، آنزیم مالوند آلدئید، پروتئین برگ، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در تیمارهای مختلف آزمایش..... ۱۴۰
جدول ۹ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس عملکرد کل غده، تعداد کل غده در بوته، تعداد غده بازارپسند در بوته، وزن متوسط غده در هر بوته، درصد ماده خشک غده، وزن مخصوص غده در تیمارهای مختلف آزمایش..... ۱۴۱
جدول ۱۰ پیوست. خلاصه جدول تجزیه واریانس بهره وری آب، تبعیض ایزوتوپ کربن در غده، تبعیض ایزوتوپ کربن در برگ، و جمعیت لارو آگروتیس..... ۱۴۲

فهرست علائم و اختصارات

Δ	Carbon isotope discrimination	تبعیض ایزوتوپ کربن
Cat	Catalase	کاتالاز
FPAR	Fraction Intercepted Photosynthetically Active Radiation	کسر تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده
Fv/Fm	Maximum quantum Yield of PS II	عملکرد کوانتومی فتوسیستم II
PRD	Partial Root-Zone Drying	آبیاری متناوب اطراف ریشه
RWC	Relative Water Content	محتوی نسبی آب برگ
SOD	Superoxide Dismutase	سوپر اکسید دیسموتاز

فصل اول

مقدمه

جمعیت جهان با رشدی معادل ۱/٦ تا ۱/۷ درصد در حال افزایش است و در نتیجه هر سال حدود ۹۰ میلیون نفر به مصرف کنندگان محصولات کشاورزی در دنیا افزوده می شود. لذا برای تامین مواد غذایی مورد نیاز جمعیت رو به رشد جهان لازم است تولیدات کشاورزی بصورت پیوسته افزایش یابد (علی محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). در مقیاس جهانی، سیب زمینی یکی از با ارزش ترین مواد غذایی محسوب شده و از جمله مهمترین محصولاتی است که قسمت عمده ای از نیازهای غذایی بشر را تامین می کند (فابریو و همکاران، ۲۰۰۱). مطابق با گزارش مرکز بین المللی تحقیقات سیب زمینی (CIP) [1]، تقاضا در سطح جهانی برای مصرف این گیاه تا سال ۲۰۲۰ در مقایسه با گیاهانی مانند برنج، گندم و یا ذرت افزایش خواهد یافت. ارزش غذایی سیب زمینی به ازای هر واحد سطح قابل توجه است و انتظار می رود همچنان یکی از منابع مهم غذایی و تولید درآمد کشاورزان باشد (بوون، ۲۰۰۳). تغییر اقلیم در چند دهه گذشته در ایران منجر به تغییر پراکنش بارندگی، دبی رودخانه و آبدهی چاه ها شده است. لذا ضرورت دارد خصوصیات زراعی و نیاز آبی ارقام سیب زمینی شناسایی شده و از منابع آب موجود برای

[1] International Potato Center

بهبود هر چه بیشتر عملکرد کیفی و کمی این محصول استفاده شود (خورشیدی بنام و همکاران، ۱۳۸۱). تنش های محیطی یکی از عوامل کاهش دهنده عملکرد و تولید گیاهان زراعی به شمار می روند، بنابراین مقابله و کاهش تاثیر تنش های محیطی به عنوان راهکاری موثر در جهت افزایش عملکرد این محصولات مدنظر قرار گرفته است. تنش خشکی نیز از عمده ترین چالش ها در مسیر تولید موفق محصولات زراعی است و از این نظر اصلاح ارقام مقاوم برای مناطق خشک و نیمه خشک امری ضروری به نظر می رسد (گلپرور و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به این که ایران دارای اقلیم خشک و نیمه خشک می باشد و به دلیل محدود بودن منابع آب و به خصوص منابع آب زیر زمینی توجه به مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی به عنوان مصرف کننده اصلی منابع آب در کشور ضروری است. در این شرایط بهبود روش های آبیاری و اصلاح روش های ارزیابی نیاز آبی گیاهان دو راهکاری است که در نیل به این مقصود راه گشا است و باعث افزایش بهره وری آب می گردد. یکی از روش های موثر در افزایش بهره وری آب در گیاهان زراعی و از جمله سیب زمینی استفاده از روش آبیاری قطره ای است. در این روش آبیاری، تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی کاهش می یابد و راندمان آبیاری بطور قابل توجهی افزایش می یابد (یوآن و همکاران، ۲۰۰۳). در این ارتباط مطالعات نشان داده است که بهره وری آب یک صفت کاربردی و مطلوب در برنامه بهبود گیاهان زراعی در شرایط تنش رطوبتی است. در این میان استفاده از اندازه گیری تبعیض ایزوتوپ کربن در کنار سایر مطالعات مورفوفیزیولوژیکی مرسوم امکان انتخاب ارقامی از گیاهان زراعی را با بهره وری آب بیشتر تسهیل می کند.

هدف اصلی از این مطالعه استفاده از روش آبیاری قطره ای به عنوان روشی بهینه در آبیاری سیب زمینی و نیز بررسی تاثیر کاهش حجم آبیاری در مراحل ابتدایی رشد و نمو در سه رقم سیب زمینی

است. همچنین در این مطالعه علاوه بر استفاده از شاخص های رایج مورفوفیزیولوژیک در مطالعه واکنش گیاه در شرایط رژیم های مختلف آبیاری، از روش تبعیض ایزوتوپ پایدار کربن در پایش واکنش ارقام در شرایط رژیم های آبیاری مختلف استفاده گردید.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ تنش خشکی

در آغاز قرن بیست و یکم سطح کل اراضی زراعی دنیا حدود $۱/۵\times۱۰^{۹}$ هکتار بوده است که حدود ۷٤ درصد آن به صورت کشت متکی بر نزولات جوی[1] بوده و ٦۰ تا ٦۵ درصد غذای مورد نیاز بشر را تامین می کرده است (دل و سیبرت، ۲۰۰۲). در نیمه دوم قرن گذشته، سطح زیر کشت اراضی فاریاب بخصوص در کشورهای در حال توسعه بصورت قابل توجهی افزایش داشته است و آبیاری اراضی کشاورزی حدود ۸۷ درصد از منابع آب مصرفی را در سطح جهان به خود اختصاص داده است (شیکومانوف، ۱۹۹۹). در مناطق خشک و نیمه خشک دسترسی به منابع آب بیش از اهمیت افزایش سطح زیر کشت بوده و تولید در بخش کشاورزی را بیشتر تحت تاثیر قرار داده است. بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده منابع آب شیرین می باشد و حدود ۷۰ درصد منابع آب را مورد استفاده قرار می دهد (هافکر و همیلتون، ۲۰۰۷). رقابت بر سر دستیابی بیشتر به منابع آب بین بخش کشاورزی و سایر بخش ها به تدریج در حال تبدیل شدن به یک مشکل جدی است، که این مورد ناشی از فقدان منابع

[1] Rain fed

مناسب آب سطحی و زیرزمینی است. منابع آب زیرزمینی برخی از مناطق بصورت قابل توجهی تخلیه شده و در برخی مناطق دیگر نیز بطور دائم در حال تخلیه شدن است. در واقع منابع آب مطلوب جهت آبیاری در بخش کشاورزی به سرعت در حال محدود و گران شدن است و جلوگیری از هدر رفت آن بسیار پراهمیت است (دی تار، ۲۰۰۸). این در حالی است که مصرف آب در بخش آب شرب مصرفی شهرها، صنایع تولیدی و غیره رقیب مهمی برای بخش کشاورزی محسوب می گردد (پاسیورا و آنگوس، ۲۰۱۰). به منظور فراهم ساختن منابع آب مورد نیاز در بخش کشاورزی در کنار افزایش مصرف آب در سایر بخش ها، انجام اقدامات موثر در نحوه مدیریت مصرف منابع آب در زراعت فاریاب ضروری است. گزارش های موجود حاکی از آن است که تمایل کشاورزان به کشت گیاهان و یا ارقام مقاوم به خشکی در مناطقی است که دچار محدودیت منابع آب می باشد (موچو، ۱۹۸۹; بنایان و همکاران، ۲۰۰۸).

با توجه با افزایش روز افزون جمعیت جهان چنانچه پیش بینی های لازم جهت شکل گیری همکاری های بین المللی برای رفع مشکلات بحران تامین منابع آب مطلوب، محدودیت تولید غذا، دسترسی به منابع آب شرب سالم و به خطر افتادن بقاء گونه های مختلف گیاهی انجام نشود زندگی بشر با مشکلات عدیده ای روبرو خواهد شد (جری و همکاران، ۲۰۰۷). در واقع میزان تولید مواد غذایی با سرعت رشد جمعیت جهان و غذای مورد نیاز بشر همخوانی ندارد. بهترین پیش بینی جمعیت جهان در طی سالیان آتی بدین گونه است که در سال ۲۰۲۵ جهان شاهد جمعیتی حدود ۷/۹ میلیارد نفر و در سال ۲۰۵۰ حدود ۹/۲ میلیارد نفر خواهد بود. این بدین معنی است که در طی ٤٠ سال آینده برای حفظ سرانه کنونی غذا، تولید مواد غذایی باید نزدیک به ۵۰ درصد رشد داشته باشد. همچنین آمار دیگری نشان می دهد که به منظور تامین غذای پایدار حدود ۸ میلیارد نفر تا سال ۲۰۲۵ باید سطح زیر کشت زمین

های زراعی فاریاب تا ٤٠ درصد افزایش یابد (لاسکانو و سویکا، ۲۰۰۷). البته قابل ذکر است که این آمار با فرض حفظ سطح زیر کشت اراضی دنیا بیان شده است. بعلاوه، اگر قصد رفع سوء تغذیه از بخش فقیر جمعیت دنیا وجود داشته باشد، میزان ذکر شده تولید غذا در سالیان آتی باید به مراتب بیش از این مقدار باشد (جری و همکاران، ۲۰۰۷). از سویی دیگر امنیت تولید مواد غذایی در گرو توانایی افزایش تولید غذا با توجه به کاهش منابع آب قابل دسترس برای استفاده در بخش کشاورزی است (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹).

بیشتر مناطق ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی خاص خود دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است. شرایط اقلیمی ایران هم بصورت کوتاه مدت و هم بلند مدت دارای نوسانات فراوانی است و ضریب تغییرات سالانه بارندگی به بیش از ۷۰ درصد می رسد. متوسط سالانه بارندگی در ایران در حدود ۲۵۰ میلی متر است (ناظم السادات، ۲۰۰۰) و بر این اساس تقریبا ۹۰ درصد از مناطق کشور در شرایط خشک و نیمه خشک واقع شده است. مصرف سالیانه آب در بخش های مختلف مصرف در کشور ۸۳ میلیارد مترمکعب بوده و بخش کشاورزی با مصرف ۷۷/٤ میلیارد مترمکعب بیش از ۹۳ درصد از این میزان را به خود اختصاص داده است (قریشی، ۲۰۰۷).

بسیاری از گیاهان زراعی نیاز آبی بالایی داشته و برای تولید مطلوب نیازمند آبیاری کافی هستند. پیش بینی ها حاکی از آن است که در سالیان اخیر به دلیل پدیده تغییر اقلیم نیاز به افزایش بیشتر حجم آبیاری و مشکل تامین منابع آب برای تولید در بخش کشاورزی به یکی از مهمترین عوامل محدودیت تولید در این بخش تبدیل شده است. به هر حال، منابع آب آبیاری به دلیل پدیده تغییر جهانی اقلیم، آلودگی محیط زیست و نیاز فراوان بخش شهرنشین برای منابع آب شرب و نیز بخش صنعت به شدت

کمیاب و گران شده است (اونلو و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین حفظ منابع آب و افزایش راندمان در بخش کشاورزی به ازای هر واحد آب مصرفی[1] به یک راهکار مهم برای بسیاری از کشورها مبدل شده است (موریسون و همکاران، ۲۰۰۸). در زمینه تولید گیاهان زراعی، همراه با دستیابی به حداکثر عملکرد در واحد سطح در شرایط آبیاری کامل، روش کم آبیاری نیز می تواند باعث بهبود بهره وری آب شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸; فررس و سوریانو، ۲۰۰۶). به منظور تولید غذای پایدار با وجود منابع محدود آب بهره گیری از راهکارهای نوین آبیاری برای افزایش کارآیی مصرف منابع آب ضروری است (دیویس و هارتونگ، ۲۰۰٤). این نیاز قابل توجه در تولید بخش کشاورزی باعث شده است تا راهکارهای نوین آبیاری به منظور افزایش راندمان استفاده از منابع آب مورد توجه بسزایی قرار گیرد (استرزپک و بوهلرت، ۲۰۱۰). از این رو، کاربرد تکنیک های جدید و موثر آبیاری مانند آبیاری قطره ای و استفاده از راهکارهایی که در مصرف منابع آب صرفه جویی می کنند (ینسن و همکاران، ۲۰۱۰)، در کنار اصلاح ارقامی از گیاهان زراعی که دارای بهره وری آب بالایی هستند، بصورت بالقوه راه دستیابی به این هدف می باشد. آبیاری قطره ای می تواند بصورت کم آبیاری تنظیم شده و نیز آبیاری قطره ای متناوب اطراف ریشه[2](PRD)، که یک روش نوین آبیاری محسوب می گردد، باعث افزایش کیفیت محصولات تولیدی و نیز صرفه جویی در میزان مصرف منابع آب همراه با بهبود بهره وری آب شود (لیو و همکاران، ۲۰۰٦).

گیاهان در معرض چندین نوع از تنش های محیطی قرار دارند که به شدت رشد، متابولیسم و عملکرد آنها را تحت تاثیر قرار می دهد (لیشتنتالر، ۱۹۹۸). خشکی، شوری، درجه حرارت های نامناسب،

[1] more crop per drop
[2] Partial Root-zone Drying