اثر محدودیت آبیاری و روش کشت بر برخی خصوصیات کمی وکیفی ارقام سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

راضیه تفنگ ساز پور[۱]، حبیب اله روشنفکر[۲*]، موسی مسکر باشی[۳] و سعید برومند نسب[۴]

۱و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲*- **نویسنده مسوول:** استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز(hroshan2001@yahoo.com)

۴- استاد، دانشکده علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثرمحدودیت آبیاری بر برخی خصوصیات کمی وکیفی ارقام سیب زمینی، آزمایشی به صورت کرت های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی۹۱ - ۱۳۹۰ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: روش کشت در دو سطح جوی پشته ای و کرتی به عنوان فاکتور اصلی؛ روش آبیاری در دو سطح آبیاری تمام جویچه ها و آبیاری یک در میان جویچه ها به عنوان فاکتور فرعی و چهار رقم راموس، سانته، کوزیما و اگریا در کرت های فرعی فرعی مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نقشه طرح، پس از استقرار کامل گیاهان در شیوه کرتی جهت اعمال تیمارهای آبیاری، کرت‌ها تبدیل به جوی و پشته شدند. نتایج نشان داد که دو روش کشت از نظر صفات عملکرد غده، کارایی مصرف آب و میزان نشاسته غده با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. روش جوی و پشته ای نسبت به کشت کرتی با عملکرد غده ۱٤۳۵/۲٤گرم در مترمربع و کارایی مصرف آب بالاتر(۷/٦۷کیلوگرم بر مترمکعب) برتری داشت. بیشترین عملکرد غده مربوط به رقم اگریا با مقدار تولید ۱۵۱۹/٦ گرم در متر مربع و کمترین مقدار عملکرد نیز ۸۲۱/۵ گرم در مترمربع به رقم راموس تعلق داشت. میان روش های آبیاری، روش آبیاری تمام جویچه ها با عملکرد غده ۱۲۲۸/٦٤ گرم در مترمربع بر روش آبیاری یک در میان با عملکرد غده ۱۱۲۹/۸۹ گرم در مترمربع برتری داشت ولی اختلاف آنها معنی دار نبود. اما روش آبیاری یک در میان جویچه‌ها با کارایی مصرف آب ۸/٤۰ کیلوگرم بر مترمکعب به‌طور معنی‌دار بر روش آبیاری تمام جویچه‌ها برتری داشت. استفاده از شیوه آبیاری یک در میان جویچه‌ها نیز با داشتن کارایی مصرف آب بالاتر و نداشتن تاثیر معنی‌دار در کاهش عملکرد غده می تواند قابل توصیه باشد. بنابراین طبق نتایج به دست آمده، استفاده از رقم های اگریا و سانته در کشت جوی و پشته‌ای توأم با آبیاری یک در میان برای دستیابی به عملکرد و خصوصیات کیفی مناسب به همراه کارایی مصرف آب بالا در شرایط آب و هوایی اهواز مناسب به نظر می رسند.

کلید واژه‌ها: سیب زمینی، آبیاری، رقم، کارایی مصرف آب

مقدمه

سیب زمینی از نظر تولید ماده خشک و قرار گرفتن در جیره غذایی دارای اهمیت زیادی است. این محصول *(Solanum tuberosum L.)* از نظر میزان تولید در دنیا پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار دارد (فائو[1]، ۲۰۱۱). تولید سالیانه بیش از ۳/۵ میلیون تن سیب زمینی در کشور، این محصول را در ردیف مهمترین ماده غذایی قابل مصرف بعد از گندم قرار داده است (پارسا پور و لامع، ۱۳۸۳). با توجه به محدودیت منابع آب در

1- FAO

ایران، تحقیق در زمینه اعمال تنش آبی یا کم‌آبیاری بر روی بعضی محصولات زراعی امری اجتناب ناپذیر است. کم آبیاری یکی از روش های مدیریتی آبیاری است و آن عبارت است از یک تکنیک فنی و مهندسی جهت تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاهان فاریاب، به طوری که حداکثر استفاده از واحد حجم آب و نهایتا حداکثر سود حاصل آید. اصولا مدیریت صحیح آبیاری باعث خواهد شد که بهترین عملکرد، بهترین یکنواختی از لحاظ اندازه غده‌ها و بهترین کیفیت در محصول سیب زمینی حاصل شود (آنونیموس[1]، ۲۰۰۱). یوان و همکاران[2] (۲۰۰۳) در مطالعات خود نشان دادند که ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر کارایی مصرف آب با هم متفاوتند. همچنین نتایج مطالعات فرجی هارمی (۱۳۷۶) نشان داد که تغییرات میزان نشاسته درارقام مختلف سیب-زمینی نیز با هم تفاوت دارد. مطالعات فابریو و همکاران[3] (۲۰۰۱) نشان داد که سیب‌زمینی نسبت به تنش آبی حساس می باشد. سایرام و سریواستاوا[4] (۲۰۰۱) اعلام کردند که در شرایط تنش میزان RWC کاهش می-یابد.کیجن و همکاران[5] (۲۰۰۳) بیان کردند که افزایش کارایی مصرف آب آبیاری مستلزم به کارگیری روش ها و دانش کاهش تلفات آب و افزایش عملکرد محصول است. لذا با توجه به اهمیت جایگاه سیب‌زمینی در تأمین غذای کشور(تولید سالیانه بیش از ۳/۵ میلیون تن در کشور) و محدودیت منابع آبی و نیز ضرورت توسعه تکنیک های جدید آبیاری از جمله روش آبیاری یک در میان جویچه ها با هدف افزایش بهره وری آب ، این آزمایش به منظور مطالعه تأثیر محدودیت آبیاری و روش کشت بر عملکرد و برخی خصوصیات کمی وکیفی سیب‌زمینی در اهواز به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت کرت های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در در مزرعه آزماشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹۱ –۱۳۹۰ اجرا شد. دو نوع کشت کرتی و جوی و پشته ای در کرت های اصلی، دو روش آبیاری شامل آبیاری تمام جویچه ها و آبیاری یک در میان جویچه ها در کرت های فرعی و چهار رقم راموس، سانته، کوزیما و اگریا در کرت های فرعی فرعی مورد مطالعه قرار گرفتند. از نظر دوره رسیدگی، به غیر از رقم سانته که نیمه زودرس می باشد، سایر ارقام نیمه دیر رس تا دیر رس هستند. ابعاد کرتها ۲/۵×۴/۵ متر و جهت تمایز کرت های فرعی فرعی از یک‌دیگر یک پشته نکاشت بین آنها منظور گردید. کاشت به صورت دستی و با اعمال فاصله بین ردیف ۷۵ سانتیمتر، فاصله بوته ها روی ردیف ۲۰ سانتیمتر و عمق کاشت ۱۰ سانتیمتردرکرت هایی شامل ۵ پشته به طول ۲/۵ متر در تاریخ ۱۵ آبان صورت گرفت. اولین آبیاری یک روز پس از کشت صورت گرفت. آبیاری های دیگر نیز قبل از اعمال تیمارها با توجه به درصد رطوبت وزنی خاک و میزان تخلیه رطوبت قابل استفاده گیاه انجام گرفت. بعد از استقرار کامل گیاه و قبل از اعمال تیمارها، کرتها نیز تبدیل به جوی و پشته شدند و سپس تیمارهای آبیاری به طور تصادفی در کرت ها اعمال گردید. اعمال تیمارهای آبیاری برحسب تبخیر از تشتک تبخیر کلاس Aو میزان تخلیه رطوبت قابل استفاده گیاه در نظر گرفته شد. به این ترتیب که آبیاری تا ۴-۳ هفته پس از سبز شدن گیاه زمانی صورت می گرفت که ۷۰ میلیمتر تبخیر از تشت صورت گرفته باشد و ۵۰ تا ۵۵ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه تخلیه شده باشد. از شروع غده بندی تا مدت کوتاهی قبل از قطع قسمت های هوایی، آبیاری پس از ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت و تخلیه ۴۰ تا حداکثر ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه صورت گرفت. با شروع رسیدگی و زرد شدن برگ ها که نیاز آبی کمتر است

1- Anonymous
2- Yuan *et al.*
3- Faberio *et al.*
4- Sairam & Srivastava
5- Kijne *et al.*

آبیاری پس از ۸۰ میلیمتر تبخیر از تشت و تخلیه ۶۵ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه انجام گرفت (علیزاده،۱۳۷۲). برای محاسبه رطوبت خاک در حالت (FC) ابتدا نمونه خاک دست نخورده از مزرعه را در دیگ پر از آب گذاشته تا به حالت اشباع در آید، بعد در دستگاه صفحات فشاری تحت فشار ۰/۳ اتمسفر قرار داده تا آب اضافی (آب ثقلی) آن خارج شده، وقتی خروج آب متوقف شد نمونه را وزن نموده (Ws+w) ، بعد نمونه را در آون ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ سلعت گذاشته (Ws)، بعد دوباره نمونه را وزن کرده، از رابطه زیر رطوبت FC به دست می آید:

$$Ws+w - Ws = Ww \qquad \theta FC = Ww/Ws$$

به این منظور با اندازه گیری درصد رطوبت وزنی خاک و مقایسه آن با حالت FC و نیز داشتن وزن مخصوص ظاهری خاک و عمق ریشه سیب زمینی ، عمق آب آبیاری برای هر کرت با استفاده ازفرمول زیر محاسبه شد. فرمول تعیین عمق آب آبیاری عبارت است از:

$$d = \frac{(FC - \theta w) \times \rho b \times D}{100}$$

که در آن FC= رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه (درصد وزنی)،

d= عمق آب آبیاری برحسب سانتی متر،

θw = رطوبت خاک قبل از آبیاری(درصد وزنی)،

D = عمق ریشه بر حسب سانتی متر،

ρb = وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)

سپس با داشتن ابعاد هر کرت و عمق آب آبیاری مورد نیاز برای هر کرت، حجم آب آبیاری مصرفی هر کرت محاسبه شد. برای به‌دست آوردن مدت زمان لازم برای آبیاری هر کرت، از جدول «دبی اسپایل و سیفون‌های کوچک، نقل از بوهر[1] (۱۹۷۴)» استفاده شد. به این ترتیب که با داشتن قطر سیفون و اختلاف ارتفاع بین سطح آب در نهر اصلی و جویچه، دبی سیفون بر حسب لیتر در ثانیه از جدول بوهر (جدول ۱) به دست آمد.

سپس با داشتن دبی سیفون و حجم آب آبیاری مصرفی هر کرت، مدت زمان لازم برای آبیاری هر کرت محاسبه گردید. نحوه آبیاری‌ها به این صورت بود که در هر تکرار نیمی از کرت‌ها به صورت کامل و نیمی دیگر به صورت یک جویچه در میان آبیاری شدند. در کرت‌های با آبیاری یک در میان، در هر بار آبیاری، جای جویچه-های مورد آبیاری به صورت متناوب عوض می‌شود. عملیات برداشت در خرداد ۱۳۹۱ و به صورت دستی صورت گرفت. پس از برداشت نهایی صفات زیر شامل: عملکرد غده (گرم در مترمربع)، کارایی مصرف آب، درصد ترک خوردگی، درصد نشاسته غده، درصد پروتئین غده، غلظت نسبی کلروفیل (عدد SPAD) و محتوای نسبی آب برگ اندازه‌گیری شدند. برای تعیین عملکرد غده در هر کرت آزمایشی، با رعایت حاشیه از طرفین، غده‌های موجود در یک سطح مشخص برداشت و توزین شدند و با داشتن وزن غده‌های برداشت شده از این سطح مشخص، عملکرد غده در هر تیمار بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردید. برای اندازه گیری صفات مختلف حدود۲۰ غده به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. محاسبه کارایی مصرف آب، با داشتن مقدار آب مصرفی هر تیمار و عملکرد تولیدی در واحد سطح با استفاده از فرمول (میزان آب مصرفی/عملکرد تولیدی) به‌دست آمد.

برای تعیین درصد ترک‌خوردگی غده‌ها در هر تیمار، تعداد غده‌های ترک‌خورده در هر کرت شمارش گردید و با مقایسه با تعداد کل غده‌ها درآن کرت، درصد ترک-خوردگی غده‌های هر تیمار محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری نشاسته از روش اشلیگل[2] (۱۹۸۶) و برای محاسبه درصد پروتئین غده، ابتدا مقدار نیتروژن موجود در نمونه‌های آسیاب شده (یک گرم) توسط دستگاه کجلدال موجود در آزمایشگاه شیمی و تجزیه فرآورده‌های گیاهان زراعی اندازه‌گیری شد. سپس اعداد به دست آمده در ضریب خاصی که طبق دستورالعمل

1- Booher

2- Shlegl

تعیین پروتئین برابر ۶/۲۵ بود ضرب شده و درصد پروتئین نمونه به‌دست آمد (سالاوانانن و کویویستوینن[1]، ۱۹۹۶).

برای تعیین غلظت نسبی کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر[2] استفاده شد. برای این کار در سه مرحله از دوره رشد گیاه (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از گلدهی) در هر کرت ۳ تا ۴ برگ از قسمت‌های فوقانی چند بوته به‌طور تصادفی انتخاب و میزان غلظت نسبی کلروفیل آن‌ها با استفاده از دستگاه فوق تعیین شد و نهایتا میانگین این اعداد به عنوان عدد کلروفیل‌متر مربوط به آن کرت ثبت گردید. با استفاده از فرمول زیر (شونفلد و همکاران[3]، ۱۹۸۸) میزان رطوبت نسبی برگ برای هر تیمار تعیین شد:

$$RWC = \frac{FW - DW}{SW - DW} \times 100$$

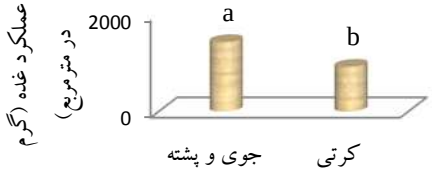
تجزیه واریانس داده های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

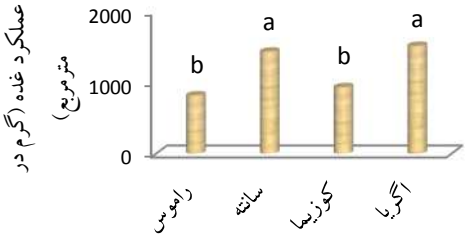
عملکرد غده

از نظر صفت عملکرد غده میان روش های کشت در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار وجود داشت. بر این اساس کشت جوی و پشته‌ای با میانگین عملکرد ۱۴۳۵/۲ گرم در مترمربع نسبت به کشت کرتی با میانگین عملکرد ۹۲۳/۲۹ گرم در مترمربع برتری داشت (شکل ۱). به نظر می رسد به دلیل اینکه در کشت جوی و پشته‌ای امکان تهویه بیشتری نسبت به کشت کرتی وجود دارد، عملکرد بیشتری از کشت جوی و پشته ای حاصل گردیده است. از میان تیمارهای آبیاری، تیمار آبیاری کامل با میانگین تولید ۱۲۲۸/۶ گرم در مترمربع بر آبیاری یک در میان با میانگین ۱۱۲۹/۸برتری داشت اما اختلاف آنها معنی دار نبود.

بین رقم‌ها نیز از نظر این صفت در سطح ۱٪ تفاوت معنی داری وجود داشت. رقم اگریا با میانگین تولید ۱۵۱۹/۶ گرم در مترمربع نسبت به سایر ارقام برتری داشت ولی با رقم سانته اختلاف معنی داری نداشت (شکل۲). بیشتر بودن عملکرد غده در رقم اگریا وسانته را می توان به بیشتر بودن تعداد غده در ساقه و همچنین بیشتر بودن تعداد غده در بوته نسبت داد. حسن پناه و حسن آبادی (۱۳۸۸) در مطالعات خود بیان کردند که عملکرد غده در ارقام اگریا و سانته نسبت به سایر ارقام برتری داشت. در توضیح علت پایین بودن مقادیر عملکرد غده ارقام مورد آزمایش باید اشاره کرد که در اوایل بهمن ماه یک دوره سرما بر مزرعه حادث شد و برای مدتی مزرع دچار رکود رشدی شدکه مدتی پس از مساعد شدن شرایط آب و هوایی، رشد مجدد آغاز گردید ولی این امر در کاهش عملکرد نهایی غده ها تأثیر زیادی داشت.



شکل۱- اثر روش کشت برعملکرد غده (گرم در مترمربع)



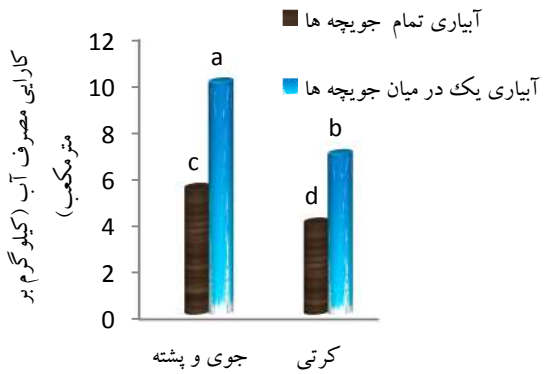
شکل۲- اثر نوع رقم برعملکرد غده (گرم در متر مربع)

کارایی مصرف آب

اثر تیمارهای آبیاری و روش کشت بر کارایی مصرف آب به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. بدین ترتیب که تیمار آبیاری یک در میان با میانگین ۸/۴ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به آبیاری تمام

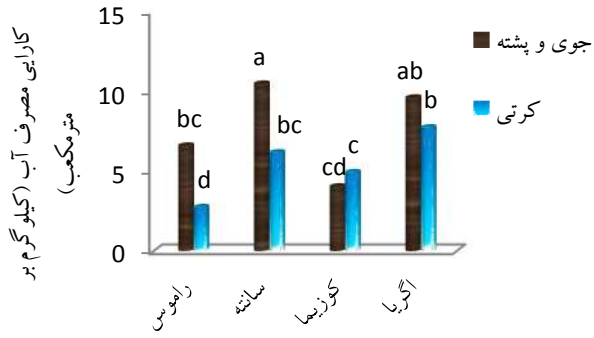
1- Salo-vaananen & Koivistoinen
2- SPAD chlorophyl meter 502 Minolta
3- Schonfeld *et al.*

جویچه ها با میانگین ۴/۶۶ کیلوگرم بر متر مکعب برتری داشت. به نظر می رسد قرار گرفتن گیاه تحت تنش خشکی در تیمار آبیاری یک در میان، منجر به بسته شدن جزئی روزنه ها می شود که این امر تعرق را بیشتر از فتوسنتز کاهش داده و در نتیجه کارآیی مصرف آب افزایش می یابد. کاهش سطح تبخیر و مصرف کمتر آب نیز در این رابطه اثر بسزایی دارد. همچنین صدر قاین و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که کاهش آب مصرفی به میزان ۲۰ درصد نسبت به نیاز آبی ارائه شده در سند ملی آب محصولات کشاورزی سبب افزایش عملکرد کل، عملکرد قابل ارائه به بازار و کارایی مصرف آب سیب زمینی گردید. روش کشت جوی و پشته ای نیز با میانگین کارایی مصرف آب ۷/۶۷ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به کشت کرتی با میانگین ۵/۳۹ کیلوگرم بر متر مکعب برتری داشت. بدیهی است بیشتر بودن عملکرد غده و نیزکمتر بودن آب مورد نیاز برای آبیاری در شیوه کشت جوی و پشته ای نسبت به کشت کرتی، منجر به افزایش کارایی مصرف آب در روش کشت جوی و پشته ای شده است. ارقام نیز به لحاظ کارایی مصرف آب تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ داشتند (جدول ۲). به طوری که رقم اگریا با میانگین۸/۴۴ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین کارایی مصرف آب را داشت که با رقم سانته اختلاف معنی داری. با توجه به فرمول کارایی مصرف آب (میزان آب مصرفی/عملکرد تولیدی)، رقم اگریا و سانته به علت داشتن عملکرد غده بالاتر و بزرگتر شدن صورت کسر، دارای کارایی مصرف آب بالاتری نیز می‌باشند. در پژوهش های بزیمونگا[1] (۲۰۰۵) تفاوت کارآیی مصرف آب در ارقام مختلف سیب زمینی نیز گزارش شده است همچنین اثر متقابل روش کشت و آبیاری و روش کشت و رقم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بر این اساس تیمار کشت جوی و پشته‌ای و آبیاری یک در میان با کارایی مصرف آب ۹/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. کمترین مقدار کارایی مصرف آب نیز مربوط به تیمار کشت کرتی و آبیاری کامل با کارایی مصرف آب ۳/۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود (شکل۳). با توجه به اینکه کارایی مصرف آب به صورت نسبت آب مصرفی به عملکرد محاسبه می گردد در نتیجه با کوچکتر شدن مخرج کسر(آب مصرفی)، میزان کسر بزرگتر شده در نتیجه کارایی مصرف آب هم افزایش یافته است. مطالعات دیگر در این زمینه نشان داد که با استراتژی آبیاری کم در مراحل نسبتا غیر حساس به کم آبی، راندمان آب آبیاری بیشتر شده است (شیری جناقگرد و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین در اثر متقابل روش کشت و در رقم، تیمار رقم سانته در کشت جوی و پشته‌ای بیشترین کارایی مصرف آب را با میانگین ۱۰/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب داشت که با تیمار رقم اگریا و کشت جوی و پشته‌ای تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین کارایی مصرف آب مربوط به رقم راموس و کشت کرتی بود با میانگین ۲/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود (شکل۴). به نظر می‌رسد بالا بودن عملکرد تولیدی در رقم سانته و آب مصرفی کمتر و در نتیجه تلفات آبی کمتر در کشت جوی و پشته‌ای، منجر به کارایی مصرف آب بالاتر در این تیمار شده است. یوآن و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی نشان دادند که با کاهش آب آبیاری مصرفی، کارایی مصرف آب افزایش یافته است.



شکل ۳- اثر متقابل روش کشت و آبیاری بر کارایی مصرف آب

1- Bizimungu



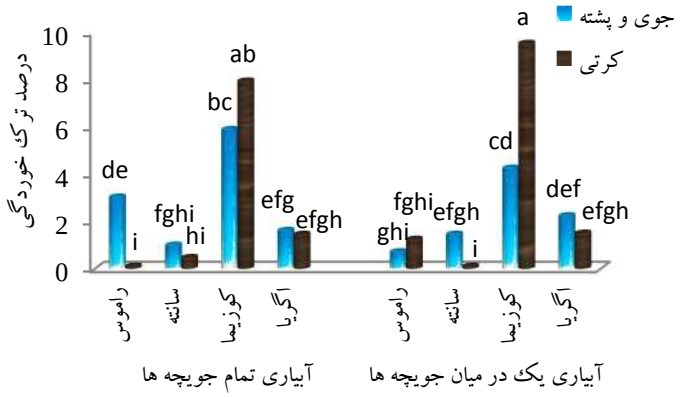
شکل ٤- اثر متقابل روش کشت و رقم بر کارایی مصرف آب

درصد ترک خوردگی

تفاوت ارقام مختلف از لحاظ درصد ترک خوردگی معنی دار بود. براین اساس رقم کوزیما با میانگین ۶/۹۲ ٪ بیشترین میزان درصد ترک‌خوردگی غده را داشت. رقم سانته نیز با میانگین۰/۷۵درصد، کمترین میزان درصد ترک خوردگی را داشت. مطالعات افشاری و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که ارقام مختلف سیب زمینی از نظر حساسیت به ترک خوردگی متفاوتند.

همچنین اثر متقابل روش کشت و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. رقم کوزیما در کشت کرتی، با میانگین ۸/۷۴ ٪ بیشترین میزان درصد ترک خوردگی را به خود اختصاص داد. همچنین کمترین میزان درصد ترک خوردگی، مربوط به رقم سانته در کشت کرتی با میانگین ۰/۲۸٪ بود. در بیان علت بیشتر بودن درصد ترک خوردگی در کشت کرتی می-توان به این امر اشاره داشت که در کشت کرتی به دلیل احتمال بیشتر ایجاد شرایط نامناسب فیزیکی خاک مانند فشردگی خاک، عمق زیاد تشکیل غده و عوامل دیگر، امکان آسیب دیدن غده‌ها افزایش می‌یابد، اما در کشت جوی و پشته‌ای به‌دلیل امکان تهویه بیشتر و فشردگی کمتر ذرات خاک، امکان آسیب‌رسی به غده‌ها کاهش می‌یابد (بهبود و همکاران، ۱۳۹۱).

اثر متقابل سه جانبه روش کشت و آبیاری و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید. بر این اساس رقم کوزیما و کشت کرتی با آبیاری یک در میان جویچه‌ها با میانگین ۹/۵۳٪، بیشترین میزان درصد ترک خوردگی را داشت که با تیمار رقم کوزیما در کشت کرتی به همراه آبیاری تمام جویچه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵). هر چند افزایش میزان آبیاری، درصد ترک خوردگی کمتری را در رقم کوزیما ایجاد کرده است ولی این اختلاف معنی‌دار نبوده است و به نظر می-رسد شرایط محیطی دیگر نظیر دمای خاک، تراکم خاک و عدم تعادل تغذیه‌ای در ایجاد ترک خوردگی غده‌ها مؤثرترند (هیلر و همکاران[1]، ۱۹۸۵).



شکل۵- اثر متقابل سه جانبه روش کشت وآبیاری و رقم بر درصد ترک خوردگی

درصد نشاسته غده

اثر تیمارهای روش کشت و ارقام از نظر این صفت به ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بدین ترتیب که کشت جوی و پشته‌ای با میانگین ۶۵/۰۹ ٪ برتری معنی‌داری نسبت به کشت کرتی برتری داشت. همچنین بیشترین درصد نشاسته غده مربوط به رقم کوزیما با میانگین ۶۳/۹۹٪ و کمترین درصد نشاسته غده نیز مربوط به رقم سانته با میانگین ۴۸/۸۲ ٪ بود. یقبانی و محمد زاده (۱۳۸۷) گزارش کردندکه میزان نشاسته رقم-های مختلف سیب‌زمینی متفاوت است و انتخاب رقم-هایی که میزان نشاسته بالاتری دارند در اولویت قرار دارد. اثر متقابل روش کشت وآبیاری در سطح احتمال

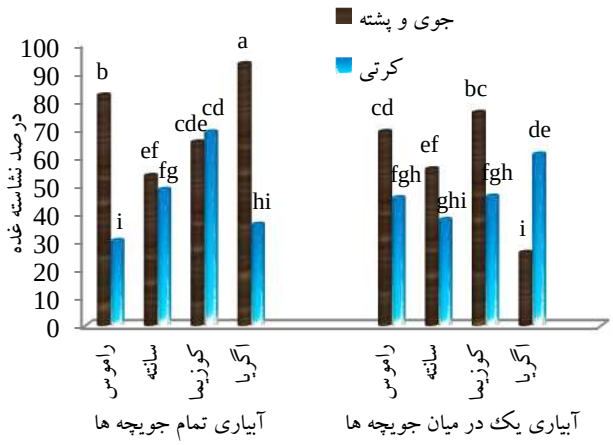
1- Hiller *et al.*

پنج درصد معنی‌دار گردید. تیمار کشت جوی و پشته و آبیاری تمام جویچه‌ها با میانگین ۷۳/۴۹ ٪ بیشترین و تیمار کشت کرتی و آبیاری یک درمیان با میانگین ۴۷/۴٪ کمترین درصد نشاسته غده را به خود اختصاص دادند. همچنین اثرات متقابل روش کشت و رقم، آبیاری و رقم و نیز اثرات متقابل سه جانبه روش کشت در آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار بودند. در اثر متقابل روش کشت و رقم، تیمار رقم راموس و کشت جوی و پشته با میانگین ۷۵/۵۲ ٪، بیشترین درصد نشاسته غده را داشت. تیمار رقم راموس و کشت کرتی نیز کمترین میزان درصد نشاسته غده را داشت. به نظر می‌رسد کشت جوی و پشته‌ای با ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو گیاه، مانند بهبود ساختمان فیزیکی خاک و ایجاد فضای مناسب‌تر برای رشد غده، منجر به افزایش درصد نشاسته غده گردیده است. همچنین در اثر متقابل آبیاری و رقم، تیمار رقم کوزیما و آبیاری تمام جویچه‌ها با میانگین ۶۷/۱۷٪، بیشترین درصد نشاسته غده را به خود اختصاص داد که با تیمار رقم اگریا و آبیاری تمام جویچه‌ها، تفاوت معنی‌داری نداشت.کمترین میزان درصد نشاسته غده، مربوط به رقم اگریا و آبیاری یک در میان جویچه‌ها با میانگین ۴۳/۵۱٪ بود. به نظر می‌رسد حفظ سطح رطوبت خاک در حد مطلوب در افزایش درصد نشاسته غده‌ها تأثیر بسزایی داشته است. اسکندری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که در بین تیمارهای رژیم آبیاری تفاوت معنی-داری از نظر درصد نشاسته غده وجود داشت و تیمار آبیاری کامل نسبت به دو رژیم آبیاری دیگر برتری داشت. همچنین اثر متقابل سه‌جانبه رقم اگریا و کشت جوی و پشته‌ای و آبیاری تمام جویچه‌ها اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (شکل ۶) که با توجه به اثرات جداگانه نوع رقم و تیمارهای آبیاری (آبیاری تمام جویچه‌ها) و روش کشت (کشت جوی و پشته‌ای) در افزایش درصد نشاسته غده، تشدید این حالت در اثرات متقابل آن‌ها دور از انتظار نیست. شایان نژاد و محرری (۱۳۸۹) نشان دادند که روش آبیاری جویچه ای یک در میان در سیب‌زمینی کاهش معنی‌داری بر میزان نشاسته دارد.

درصد پروتئین غده

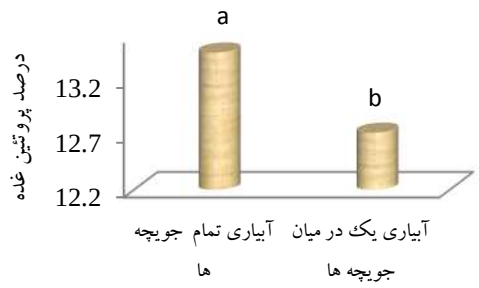
میان تیمارهای آبیاری از لحاظ درصد پروتئین، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تیمارهای روش کشت و نوع ارقام تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. همچنین اثرات متقابل تیمارها نیز از نظر این صفت معنی‌دار نشد. بر این اساس بیشترین درصد پروتئین غده مربوط به تیمار آبیاری تمام جویچه‌ها با میانگین ۱۳/۴۵٪ بود که برتری معنی‌داری نسبت به تیمار آبیاری یک در میان با میانگین ۱۲/۷۲٪ داشت (شکل ۷). در این ارتباط وانگ و همکاران[1] (۲۰۰۷) بیان داشتند که حفظ سطح رطوبت خاک در حد مطلوب می تواند باعث بهبود کیفیت غده سیب زمینی گردد.

روند تغییرات غلظت کلروفیل در برگ در تیمارهای مختلف آبیاری تا حدودی متفاوت بود (شکل۸). در تیمارآبیاری تمام جویچه‌ها که گیاه تحت تنش کم‌آبی قرار نگرفته است، غلظت کلروفیل با نزدیک شدن به

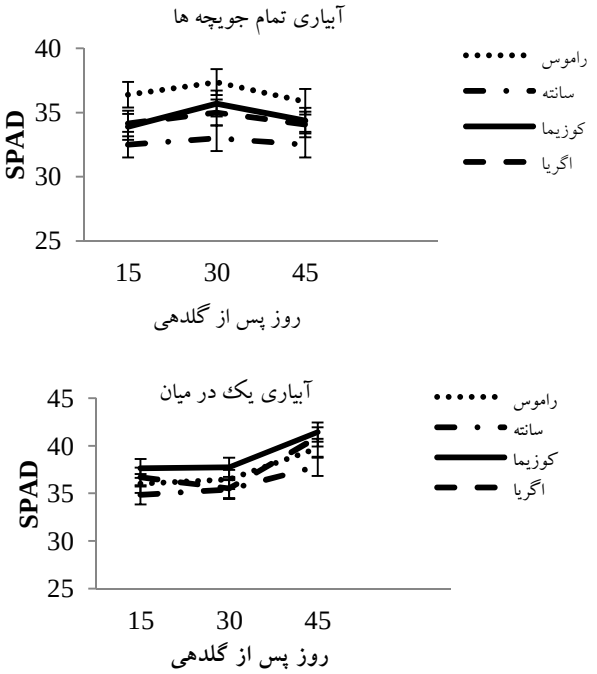


شکل ٦- اثر متقابل سه جانبه روش کشت وآبیاری و رقم بر درصد نشاسته غده

1- Vang *et al.*



شکل۷- اثر روش آبیاری بر درصد پروتئین غده غلظت نسبی کلروفیل (عدد SPAD)



شکل ۸- روند تغییرات SPAD در تیمارهای مختلف آبیاری

انتهـای دوره رشد، سیر نزولی داشت. دلیل آن می‌تواند زرد شدن و ریزش برگ‌ها باشد. در تیمار آبیاری یک در میان ، غلظت کلروفیل بالاتری نسبت به آبیاری کامل حاصل شد. به نظر می‌رسد تنش آبی باعث افزایش و تجمع کلروفیل در برگ‌ها شده است. علت تجمع زیاد کلروفیل در برگ، مقابله و تحمل تنش وارد شده به گیاه است. در مطالعه اومن و دانیلی[1] (۱۹۹۹) نیز مشخص شد که تنش در مرحله گلدهی باعث افزایش مقدار کلروفیل برگ در مقایسه با شرایط بدون تنش می شود.

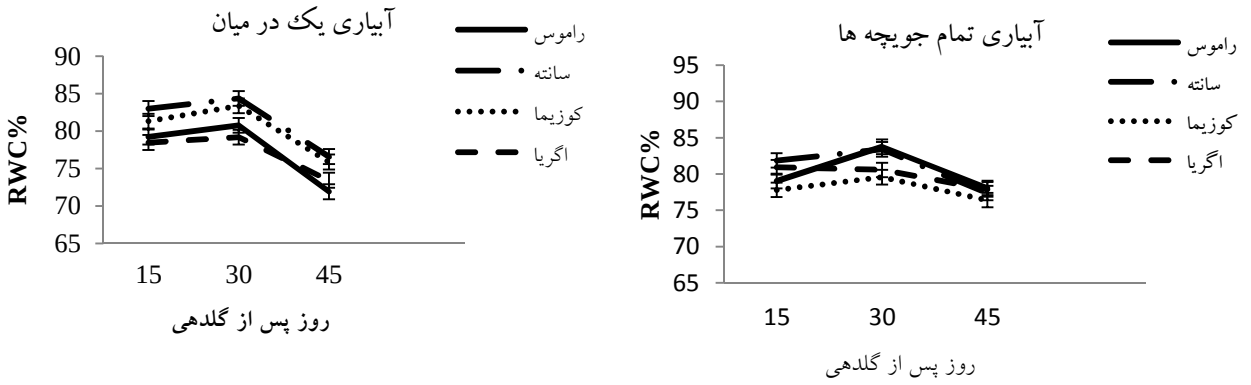
محتـوای نسبی آب برگ

روند تغییرات محتوای آب نسبی برگ در دو تیمار آبیاری با هم اندکی تفاوت داشت و با افزایش طول مدت کم‌آبی، این تفاوت بارزتر گردید (شکل۹). در تیمار آبیاری کامل، تغییرات محتوای آب نسبی برگ روند تقریبا یکسانی دارد. اما در تیمار آبیاری یک در میان، محتوای آب نسبی برگ با کاهش میزان رطوبت خاک روند کاهشی را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت ها به حداقل می-رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد آنها شود که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش خشکی می‌گردد رقم‌های مختلف نیز از لحاظ RWC اختلاف چندانی با هم نداشتند. مطالعات مسعودی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که با افزایش دور آبیاری و شدت تنش، میزان RWC در برگ‌های سیب-زمینی کاهش یافت.

نتیجه گیری

رقم اگریا و سانته با داشتن عملکرد و کارایی مصرف آب بالاتر نسبت به سایر ارقام و نیز داشتن خصوصیات کیفی مناسب از جمله درصد ترک خوردگی کمتر و دارا بودن مقدار پروتئین مناسب، بر دو رقم دیگر ارجحیت دارند. با توجه به حساسیت سیب زمینی به میزان آبیاری، هر چند تیمار آبیاری تمام جویچه ها باعث بهبود عملکرد (بدون اختلاف معنی‌دار) و افزایش پروتئین غده شد اما با در نظر گرفتن افزایش چشمگیر کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان جویچه ها و لزوم صرفه جویی در مصرف آب، آبیاری یک در میان جویچه‌ها ترجیح داده می‌شود. از نظر روش کشت نیز، کشت جوی

1- Ommen & Donnelly



شکل۹- روند تغییرات RWC در تیمار های مختلف آبیاری

جدول ۱- دبی اسپایل و سیفون‌های کوچک بر حسب لیتر در ثانیه (نقل از بوهر- ۱۹۷٤)

قطر سیفون	اختلاف ارتفاع یا بار فشار (سانتی‌متر)							
(سانتی‌متر)	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰
۵	۰/۸۳	۱/۱۷	۱/۴۳	۱/۶۵	۱/۸۵	۲/۰۲	۲/۱۸	۲/۳۳
۱۰	۳/۳۰	۴/۶۷	۵/۷۲	۶/۶۰	۸/۷۳	۸/۰۹	۸/۷۳	۹/۳۴

جدول ۲- میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ارقام سیب زمینی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و روش کشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (ms)				
		عملکرد غده (گرم در متر مربع)	کارایی مصرف آب	درصد ترک‌خوردگی	درصد نشاسته غده	درصد پروتئین غده
تکرار	۲	۸۰۱۵۳/۳۶ ns	۲/۷۹ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۱ ns
روش کشت	۱	۳۱۴۵۲۲۹/۲۸ *	۶۲/۷۵ *	۰/۰۰۳ ns	۰/۵ *	۰/۰۰۰۲ ns
خطا	۲	۳۹۳۵۴/۳۱	۱/۵۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۸
آبیاری	۱	۱۱۷۰۳۰/۵۳ ns	۱۶۷/۶۹ **	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۱ ns	۰/۰۰۱ *
روش‌کشت×آبیاری	۱	۶۰۸۴/۱۱ ns	۷/۶۱ **	۰/۰۰۴ ns	۰/۱ *	۰/۰۰۰۲ ns
خطا	۴	۳۷۱۲۷/۳۴	۰/۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
رقم	۳	۱۴۷۷۱۴۷/۱۰ **	۶۱/۸۲ **	۰/۰۸ **	۰/۰۵**	۰/۰۰۲ ns
روش کشت × رقم	۳	۱۰۹۹۲۶/۹۱ ns	۶۱/۸۳ **	۰/۰۱ **	۰/۰۵**	۰/۰۰۱ ns
آبیاری × رقم	۳	۹۷۳۵/۵۳ ns	۷/۶۹ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۳**	۰/۰۰۰۱ ns
روش کشت × آبیاری× رقم	۳	۷۶۳۵۱/۳۰ ns	۵/۱۰ ns	۰/۰۰۶ *	۰/۲۷**	۰/۰۰۰۵ ns
خطا	۲۴	۷۵۶۷۶/۸۱	۳/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۷
کل	۴۷					
ضریب تغییرات (٪)			۲۷/۸۵	۲۷/۰۷	۸/۶۵	۷/۵۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ ٪.

و پشته ای میزان عملکرد، کارایی مصرف آب و درصد نشاسته غده را به طور قابل توجهی افزایش داد و از این رو بر کشت کرتی برتری دارد. بنابراین با توجه به اینکه اختلاف عملکرد دو رقم اگریا و سانته (با وجود برتری رقم اگریا) معنی دار نمی باشد، کشت این دو رقم به صورت جوی و پشته‌ای توأم با آبیاری یک در میان جویچه‌ها برای دستیابی به عملکرد و خصوصیات کیفی مناسب به همراه کارایی مصرف آب بالا مناسب به نظر می رسد.

منابع

۱. اسکندری، ع.، خزاعی، ح.، نظامی، ا. و کافی، م. ۱۳۹۰. مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی سه رقم سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۲) : ۲۴۰ -۲۴۷.

۲. افشاری، ح.، مینایی، س.، الماسی، م. و عبدالمالکی، پ. ۱۳۸۷. بررسی میزان آسیب سیب زمینی تحت بارگذاری مکانیکی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۲۰ (۵) : ۶۹ -۷۹.

۳. بهبود، م.، گلچین، ا. و بشارتی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر فشردگی خاک بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر غذاای توسط گیاه سیب‌زمینی(*Solanum tuberosum L.*) رقم اگریا، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶ (۱) : ۱۱ - ۱۹.

۴. پارساپور، م.م. و لامع، ح. ۱۳۸۳. امکان تولید چیپس سیب زمینی به روش خشک کردن، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۲ (۱) : ۱۵ -۲۲.

۵. حسن پناه، د. و حسن آبادی، ح. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر آستانه‌های مختلف حرارتی بر عملکرد و اندازه غده بذری تولیدی ارقام سیب زمینی در منطقه اردبیل، فصل‌نامه « کشاورزی پویا ». ۶ (۳) : ۲۴۹ -۲۵۹.

۶. شایان نژاد، م. و محرری، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تنش آبی بر خصوصیات کیفی گندم وسیب زمینی در شهرکرد، مجله پژوهش آب در کشاورزی ب. ۲۴ (۱) : ۶۵-۷۱.

۷. شیری جناقرد، م.، توبه، ا.، اصغری زکریا، ر.، نوری قنبلانی، ق. و دهدار مسجدلو، ب. ۱۳۸۶. تأثیرسطوح مختلف آبیاری قطره ای و الگوهای مختلف کشت بر عملکردو اجزای عملکرد سیب زمینی رقم اگریا، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. (۷۵) : ۱۵۰-۱۵۷.

۸. صدر قاین، ح.، نخجوانی مقدم، م. و باغانی، ج. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب بر عملکرد سیب زمینی در روش آبیاری قطره ای (تیپ) در منطقه فیروزکوه، مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۴ (۱) : ۹۹-۱۰۸.

۹. علیزاده، ا. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۵۳۸ ص.

۱۰. فرجی هارمی، ر. ۱۳۷۶. علوم و تکنولوژی میوه‌ها و سبزی‌ها. جلد اول، چاپ دوم، مرکز نشر دانشگاهی تهران، صص: ۲۵۱-۲۵۶.

۱۱. مسعودی، ف.، زردشتی، م. ر.، عبدالهی مندولکانی، ب.، رسولی صدقیانی، م. ح. و نظرلی، ح. ۱۳۸۹. اثر دورهای آبیاری بر عملکرد و صفات گیاهی سیب‌زمینی، مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۳): ۲۶۵ -۲۷۸.

۱۲. یقبانی، م. و محمد زاده، ج. ۱۳۸۷. مروری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و پتانسیل کاربرد نشاسته‌ی برخی از ارقام سیب‌زمینی استان گلستان، مجله الکترونیک کشاورزی و منابع طبیعی گلستان. ۱ (۱) : ۶۹ -۷۹.

13. Anonymous. 2001. Irrigation scheduling for potatoes. Canada- Saskatchewan irrigation diversification center. http: //www. Agriculture.. Canada/ pfra/ cside/ potirr- e. htm.

14. Bizimungu, B. 2005. Drought tolerance in potato clone selected under deficit irrigation. Abstract of the 93rd Annual meeting of the potato association of America.

15. Booher, L.J., 1974. Surface irrigation. FAO, un., Rome.

16. Faberio, C., Martin, F., and Olalla, J.A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agriculture Water Management, 48: 255-266.

17. FAO. FAOSTAT. 2008. Agriculture Rome. Available in http://faostat.fao.org/ faostat/collections? subset=agriculture.(Accessed April 2008).

18. Hiller, L.K., Koller, D.C., and Thornton, R.E. 1985. Physiological disorders of Potato Tubers. In:Paul, H. Li. (ed.) Potato Physiology. Academic press. Inc. New York, pp: 389-455.

19. Kijne, J.W., Tuong, T.P., Bennett, J., Bouman, B.A.M., and Oweis, T. 2003. Ensuring food security via crop water productivity improvement. In: Background Papers Challenge Program for Food and Water. CGIAR-IWMI, Colombo, Sri Lanka, pp: 1- 42.

20. Shlegl, H.G. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht, plant Sciences, 41: 47-51.

21. Ommen, O.E., and Donnelly, A. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO2 concentrations and other environmental stresses within the ESPACE- wheat project. European Journal of Agronomy, 10: 197-203.

22. Sairam, R.K., and Srivastava, G.C. 2001. Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 186: 63-70.

23. Salo-vaananen, P.P., and Koivistoinen, P.E. 1996. Determination of protein In foods: comparison of net protein and crude protein (N×6.25) values. Food Chemistry, 57 (1): 27-31.

24. Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver B., and Morhinweg, D.W. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Science. 28: 526-531.

25. Wang, F., Kang, Y., Liu, S., and Hou, X. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. Agriculture Water Management, 88: 34– 4 2.

26. Yuan B.Z., Nishiyama S., and Kang Y. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of dripirrigated potato. Agricultural Water Management, 63:153–167.