تعیین ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی نسبت به کم آبیاری درمراحل مختلف رشد در شهرکرد

نیازعلی ابراهیمی پاک[۱]

تاریخ دریافت ۱۳۹۱/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۲۱

چکیده

این پژوهش به منظور تعیین ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی (k_y) نسبت به کم آبیاری در مراحل مختلف رشد در قالب بلوکهای کامل تصادفی با پنج تیمارشامل، آبیاری کامل(E_0)، ۸۵ درصد (E_1)، ۷۰ درصد (E_2) و ۵۵ درصد (E_3) و ۳۰ درصد (E_4) تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه سیب زمینی، در سه آزمایش جداگانه و در سه مرحله رشد گیاه شامل T_1: استقرار بذر و رشد رویشی، T_2: رشد کامل و T_3: رسیدن گیاه، در سه سال زراعی در شهرکرد انجام شد. تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه سیب زمینی با استفاده از لایسیمتر زهکش دار از روش بیلان رطوبتی با استفاده از دستگاه نوترون متر برآورد شد. پس از برداشت، عملکرد و اجزاء عملکرد محصول تعیین شد و ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی محاسبه شد. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر کم آبیاری بر عملکرد محصول سیب زمینی در سطح پنج درصد معنی دار است و بیشترین عملکرد محصول سیب زمینی در تیمار آبیاری کامل برابر با ۴۳۴۱۶ کیلوگرم وکمترین آن برابر با ۲۲۱۵۰ کیلوگرم در هکتارمربوط به تیمار ۷۰ درصد تبخیر-تعرق گیاه در مرحله سوم رشد گیاه بود. تبخیر-تعرق واقعی پتانسیل سیب زمینی در منطقه برابر با ۹۴۴ میلی متر و حداقل مقدار آن ۵۴۲ میلی متر در تیمار E_4T_3 بود. مقدار ضریب واکنش عملکرد گیاه سیب زمینی (K_y) با توجه به تیمارهای کم آبیاری برای مرحله اول رشد گیاه بین۰/۶۵ تا ۱/۱۸ و در مرحله دوم رشد گیاه بین ۰/۸۲ تا ۱ و در مرحله سوم رشد گیاه بین ۰/۷ تا ۱/۱۷ بدست آمد و متوسط آن درفصل رشد گیاه برابر با ۱/۱۱ برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: تابع تولید، تبخیر- تعرق گیاه و پتانسیل،لایسیمتر.

[۱] استادیار پژوهشی بخش آبیاری و فیزیک خاک موسسه تحقیقات خاک و آب
nebrahimipak@yahoo.com شماره همراه ۰۹۱۲۱۸۱۷۱۶۹

مقدمه

سیب زمینی (Solanum. tuberosum L) به عنوان یکی از منابع با ارزش تامین غذای بشر می باشد و از نظر تولید سالانه پس از گیاهان برنج، گندم و ذرت با سطح زیر کشت ۱۸/۶ میلیون هکتار وحجم تولید ۳۲۹ میلیون تن قرار دارد. تولید سالیانه بیش از ۳/۵ میلیون تن سیب زمینی در کشورمان، این محصول را در ردیف مهمترین مواد غذایی قابل مصرف بعد از گندم قرار داده است. با توجه به روند رشد جمعیت و گرانی سایر منابع غذایی نیاز به تولید بیشتر این محصول با در نظر گرفتن اقلیم خشک و نیمه خشک کشورمان اجتناب ناپذیر است. از آنجا که ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و در این مناطق آب لازم برای تولید محصولات کشاورزی به طور کلی از طریق آب آبیاری تأمین می شود و از طرفی یکی از مشکل های اصلی تولید سیب زمینی در ایران کمبود آب آبیاری باشد در چنین شرایطی لازم است که مصرف آب آبیاری در مزرعه از طریق توابع تولید و رابطه نسبی عملکرد و آب مصرفی، بهینه شود. سیستم سنتی حاکم بر مدیریت زراعی کشور بدین گونه است که زارعین مقدار آب در دسترس را که تکافوی آبیاری کامل را ندارد، بین زراعت ها تقسیم می کنند مثلا یک مشکل اصلی تولید سیب زمینی در منطقه فریدن اصفهان کمبود آب آبیاری و همزمانی نیاز گندم و جو به آب با این محصول می باشد. بنابر این در یک یا چند مقطع زمانی گیاه تحت تنش آبی قرار گرفته و محصول کاهش می یابد و مقدار محصول کاهش یافته، تابعی از حساسیت گیاه در آن مرحله رشد است. زمانی که کم آبیاری در دوره ای خاص از رشد گیاه اتفاق بیافتد واکنش عملکرد گیاه وابسته به حساسیت آن دوره از رشد گیاه بوده و بر کمیت، کیفیت، توسعه ریشه ،عملکرد و اجزاء آن و هم چنین دینامیک افزایش عملکرد گیاه تاثیر دارد. کم آبی درگیاه سیب زمینی با سایر گیاهان فرق دارد زیرا که اعمال کم آبیاری در این گیاه باعث کاهش عملکرد غده و کم شدن کیفیت آن شده و بر سود حاصل از آن تاثیر گذاشته. و باعث کوچک شدن اندازه غده ها شده و بازار پسندی گیاه را با مشکل مواجه می کند. کم آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه سیب زمینی تاثیر متفاوتی دارد چنانچه در دوره استقرار و رشد رویشی، آبیاری کامل انجام گیرد و در دوره رشد کامل گیاه تنش آبی وارد شود، وزن مخصوص غده ها کاهش می یابد. مصرف آب در مزرعه به صورت تبخیر-تعرق (ET) بیان می شود و کمبود آب در گیاه را می توان از مقایسه ETp در شرایط معین و ETm در شرایط بدون کمبود آب بررسی کرد. تبخیر-تعرق گیاه سیب زمینی وابسته به محل، اقلیم، واریته، روش آبیاری، مدیریت و مرحله کشت آن می باشد و رابطه خطی بین تبخیر-تعرق و عملکرد غده سیب زمینی وجود دارد. تبخیر-تعرق گیاه سیب زمینی براساس واریته های مختلف و اقلیم های گوناگون متفاوت است و مقدار آن از ۲۵۰ میلی متر ۱۱۲۰ میلی متر متغیر است و زمانی که نیاز آبی گیاه تامین نشود میزان تبخیر - تعرق گیاه کمتر از تبخیر-تعرق پتانسیل شده و به گیاه تنش آبی وارد و عملکرد کاهش می یابد. لذا اگر منابع آب محدود باشد، برای مصرف بهینه آب باید نوع گیاه، مرحله رشد و نوع خاک محل کشت را مد نظر قرار داد و برای اعمال آبیاری بهینه تخمین های قابل اعتمادی از میزان رطوبت خاک، تنش رطوبتی گیاه و تابع تولید به دست آورد در چنین شرایطی ایجاب می کند که از آب محدود بر مبنای نیازهای اجتناب ناپذیر گیاه استفاده شده تا کاهش عملکرد گیاه چندان محسوس نباشد. یکی از روش های استفاده بهینه از آب مصرفی تعیین تابع واکنش گیاه نسبت به آب مصرفی به صورت تابع "آب مصرفی- عملکرد محصول"یا تابع "عملکرد – تبخیر -تعرق" می باشد. برای تعیین تابع واکنش گیاه نسبت به آب مصرفی لازم است که ضریب واکنش عملکرد برآورد شود. ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی وابسته به محل، اقلیم، واریته، روش آبیاری، مدیریت و مرحله کشت آن می باشد. ضریب واکنش عملکرد گیاه تابعی از میزان عملکرد نسبی محصول نسبت به تبخیر - تعرق نسبی گیاه است. ضریب واکنش عملکرد محصول، رابطه بین میزان تولید و تنش آبی در مرحله خاص و یا کل دوره رویشی گیاه را نشان می دهد. زمانی که تنش خشکی در مرحله خاص از رشد گیاه واقع شود واکنش عملکرد محصول، به حساسیت آن مرحله از رشدگیاه بستگی دارد. مراحل حساس رشد گیاه سیب زمینی به ترتیب عبارتند از شروع تشکیل غده ها، دوره رشد رویشی و رسیدن محصول است و نتایج آزمایش اسکندری و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که کاهش حجم آبیاری در سیب زمینی به دلیل حساس بودن به کمبود رطوبت خاک، به خصوص

در زمان آغازش غده و غده بندی، باعث افت عملکرد غده این گیاه می گردد و نتایج آزمایش کینگ و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که که کمبود رطوبت خاک در طی اواسط و اواخر غده بندی سیب زمینی موجب کاهش عملکرد کل غده می گردد و . لیوا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که وقوع تنش رطوبتی در دو مرحله آغازش غده و غده بندی در سیب زمینی باعث کاهش معنی دار عملکرد شد اقبال و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی در پاکستان با اعمال تنش رطوبتی (آبیاری در حد ۵۰ % تبخیر و تعرق) در مراحل استقرار بوته ها، گلدهی، تشکیل ژوخه ها و رسیدگی، گزارش کردند که بیشترین حساسیت به تنش رطوبتی در مرحله گلدهی و تشکیل ژوخه ها بوده و اعمال تنش در زمان رسیدگی کمترین کاهش عملکرد و بیشترین بازده مصرف آب را به همراه داشت. بر اساس گزارش مقدار ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی برای فصل رویش به طور متوسط برابر با ۰/۹۰۹ شد و مقدار ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی در مراحل، استقرار بذور ورشد رویشی، رشد کامل و رسیدن محصول به ترتیب۰/۶۳، ۰/۸ و ۰/۲ و برای فصل رویش گیاه برابر با ۱/۱ شد. آژانس بین المللی انرژی اتمی (۱۹۹۶) مقدار ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی را برای مراحل مختلف رشد در پاکستان به ترتیب ۰/۴، ۰/۳۳و ۰/۴۰ ارائه کرد و مقایسه ای که بین مقادیری ضرایب فائو و IAEA انجام شد، نشان داد که ضرایب اعلام شداز طرف فائو در مرحله اول ۳۳ درصد و در مرحله رشد میانی ۳۶ درصد بیشتر از نتایج IAEA بود (۲۰۱۲). مقدار ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی در ترکیه برای فصل رویش برابر با ۱/۱۲ شد و اسمیف و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از مدل CROPWAT، مقدار ضریب واکنش سیب زمینی را در مراحل رشد به ترتیب برابر با ۰/۴۵، ۰/۸۰، ۰/۷ و ۰/۳ تعیین کردند.

هدف از این آزمایش تعیین تابع واکنش گیاه سیب زمینی نسبت به آب مصرفی و بدست آوردن ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی در شهرکرد بود

مواد و روش ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد به مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۰۶۶ متر از سطح دریا در یک خاک رسی-لومی، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت سه سال زراعی اجرا شد. قبل از اجرای طرح نمونه از اعماق خاک (مطابق جدول ۱) تهیه و برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد که نتایج آن در جداول(۱) و (۲) ارائه شده است. در این پژوهش تیمارهای آبیاری در پنج سطح شامل E_0 (آبیاری کامل)، E_1 (۸۵ درصد)، E_2 (۷۰درصد)، E_3(۵۵درصد) و E_4 (۳۰درصد) تبخیر – تعرق گیاه محاسبه شده از لایسیمتر زهکش دار بود. این پژوهش در سه آزمایش جداگانه در مراحل مختلف رشد گیاه سیب زمینی شامل T_1: مرحله استقرار بذر و رشد رویشی، T_2 : مرحله رشد کامل و T_3: مرحله رسیدن اجرا شد. از آنجا که زمین انتخابی طرح در تناوب با زراعت گندم بود عملیات تهیه زمین با شخم آغاز و با دیسک و ماله و ایجاد کرت به اندازه‌های ۳ * ۵ متر خاتمه یافت. برای اطمینان از عدم نشت افقی آب، فاصله بین دو کرت مجاور ۲/۵ متر در نظر گرفته شد و انتهای کرت بسته تا از تلفات سطحی آب جلوگیری شود. در هر کرت آزمایشی شش خط کشت به طول پنج متر و فاصله ۶۰ سانتی متر انتخاب شد و بذر رقم آکریا کشت شد. به منظور اندازه گیری دقیق تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه از یک لایسیمتر زهکش دار در شرایط مشابه مزرعه از نظر بافت، ساختمان خاک و کشت گیاه استفاده شد. با اندازه گیری دقیق مقدار رطوبت خاک درون لایسیمتر توسط نوترون متر مقدار تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه، مقادیر آب آبیاری هر کرت محاسبه و با استفاده از لوله تا ابتدای کرت منتقل شد، سپس آب از طریق کنتور حجمی با دقت بالا اندازه گیری و در اختیار هر کرت قرار داده شد. جرم مخصوص ظاهری خاک به روش استوانه ای و رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک مزرعه به وسیله صفحه فشار بر روی نمونه های لایه های پروفیل خاک در اعماق مختلف (مطابق جدول ۱) اندازه گیری شد. مقدار تبخیر–تعرق پتاتسیل گیاه نیز با استفاده ار لایسیمتر زهکش دار از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$ET_c = I + R - D \pm (Sw_2 - Sw_1) \qquad 1)$$

که درآن: ET_c تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه (میلی متر)، I میزان آب آبیاری مورد نیاز تا رسیدن به رطوبت

ظرفیت زراعی (میلی متر)، R میزان بارندگی (میلی متر)، D عمق آب زهکش شده (میلی متر)، Sw_2 رطوبت لایه خاک در ابتدای دوره اندازه گیری (میلی متر) و Sw_1 رطوبت لایه خاک در انتهای دوره اندازه گیری (میلی متر) بود. به منظور ارزیابی تاثیر کم آبیاری در هر یک از مراحل رشد سه گانه گیاه سیب زمینی، کم آبیاری فقط در همان مرحله انجام و در سایر مراحل آبیاری به طور کامل انجام شد. متوسط بارندگی سه ساله در طول دوره آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مذکور ۳۹۶/۸ میلی متر بود و به دلیل آنکه این عامل در رابطه (۵) به صورت مستقیم استفاده شده جداگانه مورد بررسی قرار نگرفت. متوسط درجه حرارت در دوره آزمایش ۱۲ درجه و حداکثر آن ۳۰ درجه و متوسط حداقل آن ۳/۵ درجه سانتیگراد بوده است. در زمان برداشت از دو ردیف میانی با حذف حاشیه از کرت های آزمایشی در سطحی معادل ۵ متر مربع برداشت شد. پس از توزین محصول هر کرت، عملکرد غده و اجزاء عملکرد تعیین و نمونه از کل اندام گیاهی تهیه شده و درآون الکتریکی به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد خشک و بدین ترتیب کل ماده خشک تولیدی (عملکرد بیولوژیک) در هکتار محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل داده های آماری از نرم افزارهای Mintap و Spss استفاده شد.

در این پژوهش و به دلیل اینکه کم آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه در فصل رویش اثرات پیچیده و متقابل داشت، ابتدا این گونه اثرات ساده سازی شد تا عناصر وابسته هر مرحله از رشد پیدا شود. برای بیان ترکیب اثرها تنش آبی در مراحل رشد گیاه از روش جمع پذیری Σ یا ضرب پذیری Π استفاده شد که مدل ساده شده آن به شکل معادله ۵ است:

$$1-\frac{y}{y_m}=K_y\left(1-\frac{ET}{ET_m}\right) \qquad (۱)$$

در شرایطی که هیچ گونه کم آبی اعمال نشود یعنی $\frac{ET}{ET_m}=1$ از رابطه۲ استفاده شد:

$$if\ -\frac{ET}{ET_m}=1\Rightarrow 1-\frac{Y_a}{Y_m}=K_y(1-1)=Y_a=Y_m \qquad (۲)$$

در شرایط کم آبی یعنی $0\langle\frac{ET}{ET_m}\langle 1$ از معادله (۳)استفاده شد:

$$\Rightarrow K_y=\frac{1-\frac{y}{y_m}}{1-\frac{ET}{ET_m}}\quad 0<\frac{ET}{ET_m}<1\Rightarrow 1-\frac{Y}{Y_m}=k_y\left(1-\frac{ET}{ET_m}\right) \qquad (۳)$$

که در آن: y : عملکرد واقعی، y_m:حداکثر عملکرد، ET : تبخیر-تعرق واقعی، ET_y : حداکثر تبخیر-تعرق و K_y :ضریب واکنش عملکرد محصول است

در این پژوهش برای ارزیابی رابطه (۷) از اطلاعات مربوط به میزان تبخیر - تعرق واقعی، تبخیر - تعرق پتانسیل، عملکرد واقعی و حداکثر عملکرد استفاده شد.

جدول (۱) مشخصات فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی چغندر قند

عمق نمونه برداری (سانتیمتر)	۰-۲۵	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	۷۵-۱۲۰	۱۲۰-۱۴۰	۱۴۰-۱۸۵	متوسط
رطوبت ظرفیت مزرعه (درصد وزنی)	۲۲/۵	۲۳	۲۴	۱۷/۲	۱۹/۲	۲۰/۶	۲۱/۰۸
رطوبت نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	۱۲/۷	۱۲/۹	۱۳/۵	۹/۵	۹/۷	۱۰/۱	۱۱/۴
جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۳۴	۱/۵۷	۱/۷۸	۱/۶۷	۱/۶۹	۱/۶۷	۱/۶۲
بافت خاک	سیلتی-رسی	سیلتی -لومی	لومی شنی	شنی-لومی	سیلتی -لومی	سیلتی –لومی-شنی	

جدول ۲ـ نتایج تجزیه شیمیائی خاک ناحیه آزمایش

نمونه	عمق نمونه‌برداری (cm)	اشباع (٪)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته کل اشباع (pH)	درصد مواد خنثی شونده (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (PPM)	پتاسیم قابل جذب (PPM)
۱	۰ ـ ۲۵	۴۰	۰/۳۶	۸/۴۵	۳۸/۴	۰/۶۵	٪۱۰	۹/۱۵	۲۵۴
۲	۲۵ ـ ۵۰	۴۹	۰/۳۱	۸/۳۵	۳۶	۰/۵۲	٪۷۰	۸/۷	۲۲۵

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری در مراحل اول و دوم رشد بر میانگین عملکرد غده سیب زمینی نشان داد اثر تیمار کم آبیاری بر عملکرد غده در سطح پنج درصد معنی دار است(جدول۳). نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری بر میانگین عملکرد غده سیب زمینی نشان داد اثر تیمار کم آبیاری بر عملکرد غده در سطح پنج درصد معنی دار است (جدول ۳)

مقایسه میانگین نتایج (جدول ۴) نشان داد در هر سه مرحله رشد گیاه، با کاهش آب مصرفی عملکرد غده سیب زمینی کاهش می‌یابد و تیمار E_0 بیشترین و تیمار E_4 کمترین مقدار عملکرد غده را داشتند که با نتایج مطابقت دارد. با توجه به جدول ۴ ، کم آبیاری باعث کوچک شدن اندازه غده ها شده که با نتایج مطابقت دارد. بر اساس آزمون دانکن تیمار E_0 در گروه آماری a و تیمارهای E_3,E_2,E_1 و E_4 در گروه آماری b، cو d قرار دارند. رابطه بین عملکرد غده سیب زمینی و تبخیر - تعرق گیاه نشان داد که معمولا حداکثر عملکرد محصول سیب زمینی در تبخیر - تعرق گیاه پتانسیل بود که با نتایج مطابقت داشت. عملکرد بالای تیمار E_0 نشان دهنده آن است که گیاه سیب‌زمینی دچار تنش آبی نشده و نیاز آبی گیاه تامین شده است.

میزان تبخیر - تعرق گیاه سیب زمینی با استفاده از لایسیمتر زه کش دار با اندازه گیری نوترون متر از لایه‌های خاک برابر با ۹۴۴ میلی متر در فصل رویش بود و این مقدار به عنوان مبنای نیاز آبی گیاه در فصل رشد در نظر گرفته شد و حداکثر عملکرد غده سیب زمینی برابر با ۴۳۴۱۶ کیلوگرم در هکتار می باشد که از داخل لایسیمتر حاصل شد و حداقل آن برابر ۲۲۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است که درتیمار۷۰ درصد کاهش تبخیر-تعرق در دوره رشد سوم بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد در مراحل رشد گیاه سیب زمینی در ادغام نتایج(دانکن ۵ درصد

مرحله رشد	منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد غده	عملکرد بیولوژیک	غده کوچکتر از ۳۰ میلی متر	غده بین ۳۰ تا ۵۰ میلی متر	غده بزرگتر از۳۰ میلی متر	درصد پروتئین غده
اول	تنش آبی	۴	۵۲۵/۹**	۲۵۱/۷**	۱۱۷۵/۷۸**	۱۲۵۹/۶**	۶۷/۸۰	۲۳/۴۱**
	سال در تنش	۵	۸/۱۰	۲/۴	۴/۱۳	۳/۱	۲۴/۴۷	۰/۷۱۲
	تکرار	۲	۲۸/۵۷^{ns}	۲۲/۵۶	۸/۶	۳۹/۲	۲۰/۶	۶/۹۶
	تنش در تکرار	۸	۱۱۲/۸	۲۰۴/۵**	۸۱۹/۲۷**	۳۰۴/۳	۱۵۲/۰۷	۰/۰۰۱۲۷
	خطا	۱۰	۷۴/۷۲	۳۵/۱۲	۷۵۰/۷	۱۰۶۲/۱	۱۰۹/۱۳	۱/۲۳
	کل	۲۹	۷۹۹/۵۵	۵۴۸/۵	۳۳۷۶/۷	۳۶۹۲/۸	۶۰/۳۰	۱۸۶/۶۵
دوم	تنش آبی	۴	۲۷۸/۷**	۳۹۵/۶**	۷۶۴/۹**	۱۰۷۹/۵	۵۸/۸۷	۵۳/۵۵
	سال در تنش	۵	۱/۱۸۸۵	۲/۲۵	۲/۵	۲/۷	۰/۴۷	۲۱/۱۱۵
	تکرار	۲	۱۶/۶۸	۷/۲۸	۲۶/۶	۹۹/۳	۲۲۰/۸۷	۱۲۶**
	تنش در تکرار	۸	۲۵۶/۹**	۲۷۵/۱	۶۱۶/۱	۱۴۰/۶	۱۶۲/۸۷	۸/۶۹۱
	خطا	۱۰	۳۷/۸۹۹	۲۵/۱۲۵	۳۳۳۸/۹	۲۲۶۵/۷	۴۷۳/۱۳	۳۶/۳۷
	کل	۲۹	۶۹۰/۴۵	۷۷۶/۷۴۵	۶۱۷۱/۲	۴۶۶۳/۷	۱۲۲۱/۸۷	۴۱۰/۴

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد در مراحل رشد گیاه سیب زمینی در ادغام نتایج(دانکن ۵ درصد

مرحله رشد	منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد غده	عملکرد بیولوژیک	غده کوچکتر از ۳۰ میلی متر	غده بین ۳۰ تا ۵۰ میلی متر	غده بزرگتر از۳۰ میلی متر	درصد پروتئین غده
سوم	تنش آبی	۴	۸۱/ ۸**	۲۳۵/۴	۷۷۹/۱**	۵۷۷/۹**	۲۶۵/۵۳	۲۰/۶۷**
	سال در تنش	۵	۴۵/۶۸	۶۵/۱۸	۲/۵	۲۱/۵	۲۹/۱۲	۱/۸۲۹
	تکرار	۲	۷/۶۲	۱۲/۴۵	۲/۵	۸۶/۱	۲۰/۰۷	۱۶/۴۴**
	تنش در تکرار	۸	۷۲/۹۶	۴۰/۱۶	۵۹۴/۱**	۴۲۴/۵	۳۱/۲۷	۰/۲۱۷
	خطا	۱۰	۲۵۳/۸۳	۱۳۶/۷	۱۹۷۲/۹	۱۰۳۷/۵	۱۶۷/۰۷	۱/۰۷۳
	کل	۲۹	۹۱۱/۷۰	۷۲۰/۲۱	۵۳۴۵/۵	۴۲۲/۹	۶۷۲/۸۷	۴۰۴

*و** معنی دار در سطح احتمال یک در صد و پنج درصد و ns : عدم وجود تفاوت معنی‌دار

ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی (K_y) نسبت به کم آبیاری در مراحل مختلف رشد در جداول(۴) و(۵) ارائه شده است. با توجه به جداول(۴) و(۵) مشاهده می شود که مقدار k_y در مرحله اول بین ۰/۶۵ تا ۱/۱۸، مرحله دوم بین ۰/۸۲ تا یک و مرحله سوم رشد گیاه سیب زمینی بین ۰/۷۲ تا ۱/۱۷ تغییر کرد. با افزایش تنش خشکی مقدار K_y افزایش یافت و با تبخیر –تعرق گیاه نسبت معکوس داشت. مقدار K_y در مراحل رشد گیاه با تاثیر کم آبیاری بین ۰/۶۵ تا ۱/۱۸ متغیر است. لذا حساسیت به تنش خشکی در گیاه سیب زمینی به ترتیب در دوره های سوم ، اول و دوم بود که با نتایج(۲۱، ۴۵، ۵۳، ۵۷) مطابقت داشت. میانگین ضریب واکنش عملکرد سیب زمینی نشان داد که بیشترین حساسیت به تنش خشکی در گیاه سیب زمینی به ترتیب مراحل رشد سوم، اول دوم با مقادیر برابر با ۰/۹۳، ۰/۸۹و ۰/۸۸ شد که با نتایج (۱۷، ۳۷، ۳۰، ۵۳) مطابقت دارد. درمراحل رشد گیاه رابطه بین مقدار ضریب واکنش عملکرد و تبخیر- تعرق معکوس بود. و به معنای آن است که با کاهش میزان تبخیر - تعرق ،مقدار K_y افزایش می یابد.

مقادیر ضریب واکنش محصول بدست آمده با مقادیر k_y ارائه شده به وسیله،FAO, IAEA برای سیب زمینی مورد مقایسه قرارگرفت و نتایج حاصل نشان داد مقدار K_y تیمارهایE_1,E_0 برای مراحل رشد اول و دوم با مقادیری که توسط FAO ارائه شده است هم خوانی دارد . لیکن در مرحله سوم رشد گیاه این اعداد با هم تفاوت دارند(۱۴، ۳۲، ۵۰)، در حالی که مقادیر K_y ارائه شده توسط LAEA,FAO با هم تفاوت دارند و دلیل آن هم این است که ضریب واکنش عملکرد گیاه تحت تاثیر عوامل نظیر خاک، اقلیم، رطوبت نسبی و اکولوژی گیاه قرار می گیرد(۵۹). مقدار K_y گیاه سیب زمینی در طول فصل رویش برابر با ۱/۱۱ می باشد که با نتایج ارائه شده(۱۴، ۲۱،۴۶) مطابقت داشت .

جدول ۴:تبخیر-تعرق واقعی،عملکرد غده ،کاهش نسبی تبخیر و تعرق و کاهش نسبی عملکرد غده سیب زمینی

دوره رشد	تیمار آبی	عملکرد غده (kg/ha)	عملکرد غده کوچکتر از ۳۰ میلی متر (kg/ha)	عملکرد غده بین ۳۰ تا ۵۰ میلی متر (kg/ha)	عملکرد غده بزرگتر از ۵۰ میلی متر (kg/ha)	ETa واقعی (m^3/ha)	$1-\frac{Ya}{Ym}$	$1-\frac{ETa}{ETm}$	K_y	افت نسبی عملکرد غده
اول	E_0T_1	۳۸۵۶۰ a	۱۶۵۸۱	۱۹۵۵۰	۲۴۳۰	۷۸۶۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۶۵	۱۱
	E_1T_1	۳۶۴۵۰ a	۱۳۳۷۷	۱۹۶۸۳	۳۳۹۰	۷۴۸۵	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۷۶	۱۶
	E_2T_1	۳۳۴۴۰ b	۱۲۳۷۳	۱۸۰۹۸	۲۹۶۹	۷۰۸۰	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۹۲	۲۳
	E_3T_1	۳۱۳۳۰ b	۱۲۲۱۹	۱۵۳۵۱	۳۷۶۰	۶۷۲۶	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۹۷	۲۸
	E_4T_1	۲۶۵۱۰ c	۱۰۸۶۹	۱۱۳۹۹	۴۲۴۲	۶۳۱۶	۰/۳۹	۰/۳۳	۱/۱۸	۳۹
	میانگین	۳۳۲۵۸	۱۳۷۱۰	۱۶۱۸۹	۳۳۵۹	۷۰۹۴	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۸۹	۲۳
دوم	E_0T_2	۳۷۴۵۰ a	۱۵۸۰۴	۱۷۴۵۲	۴۱۹۴	۷۸۶۱	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۸۲	۱۴
	E_1T_2	۳۵۴۸۰ a	۱۱۸۸۶	۲۰۲۹۵	۳۲۹۹	۷۴۶۱	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۸۵	۱۸
	E_2T_2	۳۳۷۱۰ b	۱۱۸۵۵	۱۸۸۷۹	۲۹۷۶	۷۰۷۱	۰/۲۲	۰/۲۵	./۸۸	۲۲
	E_3T_2	۳۱۲۵۰ b	۱۱۰۳۱	۱۶۳۷۵	۳۸۴۴	۶۶۷۸	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۹۶	۲۸
	E_4T_2	۲۷۶۵۰ c	۱۳۱۸۹	۱۱۰۶۰	۳۴۰۱	۶۰۲۱	۰/۳۶	۰/۳۶	۱	۳۶
	میانگین	۳۳۱۰۸	۱۲۷۵۳	۱۶۸۱۲	۳۵۴۳	۷۰۸۸	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۹۰	۲۴

جدول ۴:تبخیر-تعرق واقعی،عملکرد غده ،کاهش نسبی تبخیر و تعرق و کاهش نسبی عملکرد غده سیب زمینی

دوره رشد	تیمار آبی	عملکرد غده (kg/ha)	عملکرد غده کوچکتر از ۳۰ میلی متر (kg/ha)	عملکرد غده بین ۳۰ تا ۵۰ میلی متر (kg/ha)	عملکرد غده بزرگتر از ۵۰ میلی متر (kg/ha)	ETa واقعی (m^3/ha)	$1-\frac{Ya}{Ym}$	$1-\frac{ETa}{ETm}$	K_y	افت نسبی عملکرد غده
سوم	E_0T_3	۳۸۱۵۰ [a]	۱۷۵۴۹	۱۷۱۶۸	۳۴۳۳	۷۸۶۱	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۷	۱۲
	E_1T_3	۳۵۹۹۰ [a]	۱۶۵۵۵	۱۴۳۹۶	۵۰۳۹	۷۳۲۵	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۷۷	۱۷
	E_2T_3	۳۰۸۵۰ [b]	۱۲۶۸۲	۱۵۳۴۱	۲۵۳۶	۶۷۹۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۱	۲۸
	E_3T_3	۲۸۵۶۰ [c]	۹۹۹۶	۱۵۵۶۵	۲۹۹۹	۶۳۰۹	۰/۳۴	۰/۳۳	۱/۰۳	۳۴
	E_4T_3	۲۲۱۵۰ [d]	۹۵۲۴	۹۹۶۸	۲۶۵۸	۵۴۱۹	۰/۴۹	۰/۴۲	۱/۱۷	۴۹
	میانگین	۳۱۰۸۲	۱۳۲۶۱	۱۴۴۸۷	۳۳۳۳	۶۷۴۱	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۹۴	۲۸

(۱)؛حداکثر عملکرد غده سیب زمینی۴۳۴۱۶ کیلو گرم در هکتار است

(۲): حداکثر تبخیر و تعرق گیاه سیب زمینی ۹۴۴۰ متر مکعب آب در هکتار است

اختلاف مقدار k_y بین تیمار های E_1وE_4 در مراحل رشد اول، دوم و سوم گیاه به ترتیب برابر با ۰/۵۳، ۰/۱۸ و ۰/۴۷ شد،که نشان می دهد مرحله اول و سوم رشد گیاه نسبت به کم آبی حساسیت بیشتری دارند و مرحله دوم رشد گیاه حساسیت کمتری دارد(۱، ۲، ۴، ۱۷، ۲۶،۳۰ ، ۳۷، ۴۰، ، ۴۵، ۵۰، ۶۵). چنانچه از تیمار E_4 که موجب تنش شدید شد صرفه نظر شود اختلاف مقدار k_y بین تیمار های E_1 و E_3 در مراحل رشد اول، دوم و سوم گیاه ترتیب معادل ۰/۳۲، ۰/۱۴ و ۰/۳۴شد و نشان داد که مرحه رشد سوم نسبت به کم آبیاری حساسیت بیشتری دارند و با توجه به جدول (۴) هم مشاهده شد که میزان کاهش عملکرد در تیمارهای آبی در مرحله سوم به ۱۶ تن در هکتار رسید. تیمار E_4 در تمام مراحل رشد گیاه نسبت به کم آبیاری حساسیت بیشتری نشان داد به عبارت دیگر با کاهش نسبی تبخیر - تعرق گیاه، علاو بر عملکرد نسبی محصول کاهش یافته، عملکرد غده کوچکتر از ۳۰ میلی متر افزایش یافت و موجب کاهش بازار پسندی محصول شدکه با نتایج(۴۸، ۵۴، ۶۶، ۵۶) مطابقت دارد. لیکن تیمار E_1 نسبت به کمبود آب حساسیت کمتری داشت و عملکرد واقعی گیاه نزدیک به عملکرد پتانسیل شد. دوره دوم رشد گیاه ضریب واکنش عملکرد در تیمارهای کم آبیاری حساسیت کمتری دارد و نشان دهنده آن است که در این دوره از رشد گیاه با کم آبیاری ملایم می توان علاوه بر اینکه از کاهش عملکرد جلوگیری به عمل آورد از منابع آب ذخیره شده برای دیگر گیاهان نیز استفاده کرد.

جدول (۵) :مقادیر K_y با ضریب واکنش عملکرد غده سیب زمینی

تیمارآبی	دوره رشد اول	دوره رشد دوم	دوره رشد سوم	میانگین دوره ها
E_0	۰/۶۵	۰/۸۲	۰/۷۰	۰/۷۲
E_1	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۷۹
E_2	۰/۹۲	۰/۸۸	۱	۰/۹۳
E_3	۰/۹۷	۰/۹۶	۱/۰۴	۰/۹۹
E_4	۱/۱۸	۱	۱/۱۷	۱/۱۲
میانگین	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۴	۱/۱۱ کل دوره
FAO	۰/۶۲۵	۰/۸	۰/۲	۱/۱ کل دوره
IAEA	۰/۹۰	۰/۳۳	۰/۴	

برای نشان دادن حساسیت گیاه نسبت به کم آبی در مراحل مختلف رشد گیاه به منظور پیش بینی عملکرد واقعی از رابطه ریاضی استفاده شد و چون حساسیت گیاه نسبت به کم آبی در سطوح مختلف آب آبیاری در مراحل مختلف رشد متفاوت است. لذا از مدل رگرسیونی پیش بینی مقدار واقعی عملکرد گیاه در شرایط تنش آبی استفاده نمود و با داشتن پتانسیل عملکرد و تبخیر-تعرق پتانسیل عملکرد واقعی محصول را با تقریب بالای ۹۰ درصد محاسبه کرد.

$$Y = Y_m * A(\frac{ET}{ET_m})\text{^}2 + B(\frac{ET}{ET_m}) + c) \quad (۸)$$

که در آن: Y: عملکرد واقعی سیب زمینی ، Ym: عملکرد پتاسیل سیب زمینی و C,B,A مقادیر عددی ضرایب رابطه (۸)

جدول (۶)مقدار عملکرد واقعی سیب زمینی از رابطه رابطه (۸)

ضرایب	دوره رشد اول	دوره رشد دوم	دوره رشد سوم	متوسط
A	-۵/۲۳۶	-۲/۸۵۵	-۱/۵۵۸	-۳/۲۱۶
B	۹/۵	۵/۱۱	۲/۷۹	۵/۸
C	-۳/۴	-۱/۴۵	-/۵۱۶	-۱/۷۹
R^2	۰/۹۹۲	۰/۹۶۲۵	۰/۹۶۸	۰/۹۷۴

مدت و شدت اعمال تنش آبی بر روی گیاه بسیار مهم است. چنانچه کم آبی یا ET_d در شرایطی اعمال شود که گیاه را دچار تنش شدید خشکی نشود روند کاهش عملکرد محصول کمتر خواهد بود. در این حالت برای تعیین رابطه بین کاهش نسبی عملکرد محصول با کاهش نسبی تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه از مدل رگرسیونی پیش بینی تنش خشکی یا ET_d از رابطه (۹) محاسبه خواهد شد .

$$Y_r = a(ET_d)\text{^}2 + b(ET_d) + c \quad (۹)$$

که در آن ETd: تنش خشکی (کاهش نسبی تبخیر-تعرق) ،Yr:کاهش نسبی محصول و c,b,a ضرایب رابطه (۹) برای عملکرد نسبی سیب زمینی در جدول (۷) ارائه شده است. در این رابطه با داشتن مقدار کاهش نسبی تبخیر-تعرق، میزان کاهش نسبی محصول قابل پیش بینی است.

با در اختیار داشتن روابط (۸ و۹) به ویژه رابطه (۹) و ضرایب آن و با ارائه روش مدیریت مناسب، از مقدار آب معین و موجود و چگونگی زمان استفاده از آن می توان عملکرد مطلوب و منطقی را پیش بینی کرد و با یک مقدار معین کاهش تبخیر - تعرق نسبی در مرحله ای خاص از رشد گیاه ، حداقل کاهش محصول را انتظار داشت

جدول (۷) ضرایب کاهش نسبی عملکرد (Y_r) , کاهش نسبی تبخیر - تعرق گیاه (ET_d) از رابطه(۹)

ضرایب	دوره رشد اول	دوره رشد دوم	دوره رشد سوم	متوسط
a	۵/۲۳۶	۲/۸۵۵۴	۱/۵۵۸	۳/۲۱۶
b	-/۹۶۵۴	-/۶۰۴۹	-۰/۳۲	-/۶۳۰۱
c	۰/۱۳۲۲	۰/۲۰۳۶	۰/۲۷۷۵	/۲۰۴۴
R^2	۰/۹۹۲	۰/۹۶۲۵	۰/۹۶۸۱	۰/۹۷۴۲

نتیجه گیری

نتایج نشان داد مراحل سوم، اول و دوم به ترتیب با مقادیر k_y برابر با ۱/۱۸، ۱/۱۷ و ۱، مراحل حساس تا نیمه حساس گیاه نسبت به تنش خشکی هستند به طوری که مرحله سوم بیشترین حساسیت نسبت به تنش خشکی داشت و اگر مقدار آب قابل دسترسی خاک در این مرحله کاهش یابد کاهش شدید عملکرد را به دنبال خواهد داشت. در تمام مراحل رشد گیاه تیمار E_4 دارای بیشترین مقدار k_y بود و نشان داد که با کاهش نسبی تبخیر-تعرق، عملکرد نسبی گیاه و عملکرد واقعی کاهش یافت. تیمار E_1

نسبت به کم آبی حساسیت کمتری نشان داد. و توصیه می شود که در مرحله سوم کاشت سیب زمینی حداکثر تلاش شود که کمترین تنش آبی به گیاه وارد گردد.

منابع :

۱-اسکندری، ع.، خزاعی،ح.ر، نظامی، ا. و کافی،م .a۱۳۹۰ مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی سه رقم سیب زمینی نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵ ، شماره۲، خرداد تیر ماه،، ص ۲۴۰-۲۴۷:

۲-اسکندری،ع.، خزاعی،ح. ر، نظامی،ا. کافی،م و مجدآبادی، ع. b۱۳۹۰ تاثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب زمینی در شرایط آب و هوایی مشهد نشریه علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵ ، شماره ۲، تابستان ص۲۰۱- ۲۱۰

۳- باغانی، ج .۱۳۸۸.آرایش کاشت و مقادیر آب در زراعت سیب زمینی با آبیاری قطره ای در مشهد. نشریه آب و خاک .جلد ۲۳-۲ (۱) ص ۱۵۳ -۱۵۹

۴-مرتضوی بک،ا.، امین پور، ر. و موسوی، ف. ۱۳۸۷.تأثیر کم آبیاری در مراحل اولیه رشد بر عملکرد رقم های تجاری سیب زمینی، مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۹ شماره ۱ صفحه های ۱ تا ۱۰

5-Ahmadia, S.H., M.N.Andersenb, P.L. Lærkeb, F. Plauborgb, A.R. Sepaskhaha, C.R. Jensenc and S. Hansend. 2011. Interaction of different irrigation strategies and soil textures on the nitrogen uptake of field grown potatoes, International Journal of Plant Production 5(3), July 2011, p263-274.

6-Ati, A.S., R.M. Shihab,. S.A. Aziz and F.H. Ahmed. 2010. Production and water use of potato under regulated deficit irrigation treatments. Annals of Agricultural Science

7- Arkley, R.J. 1963. Relationship between plant growth and transpiration. Hilgardia . 34:557-584.

8- Boujelben, A., K.B. Mbarek and A.B. Aid. 2001.Comparative study of the drip and furrow irrigation on seasonable potato crop. Tropicultura, v.19, p.110-115

9- Braun worth, W.S. jr. and H.J. Mack .1988. Crop-Water productions for Seweet corn .J.Amer .Soc .Hortic .Sci .114,

10-Deblonde, P.M.K. and J.F. Ledent. 2001. Effects of modarete drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. European Journal of Agronomy, v.14, p.31-41

11-Dehghanisanij H., M.M. Nakhjavani, A.Z. Tahiri and H. Anyoji. 2009. Assessment of Wheat and Maize Water Productivities and Production Function for Cropping System Decisions in Arid and Semiarid Regions. Irrig. Drain. 58: 105-115.

12- Dewit, C.T. 1985. Transpiration and crop yields. Institute voor biologisch en scheikundig and erzook van land bau wge wassen, Versel. Land bouskd, on derz, 64.6 wageningen, the Nether Lands .

13-Djbosnjak, K., J. Mackic and Ž. Gvozdanovic. 2012. PotatoYield and Evapotranspiration Depending on preirrigation on soilL moisture, Research Journal of Agricultural Science, 44 (3).

14-Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1977.yield response to water "F.A.O, irrigation and drainage, paper 33" food and Agriculture organization of the United Nations .Rome Italy.

15-Dirk, R. 2002. Yield Response to Water :Kul euen Faculty of Auricular tural and Applied Biological Sciences Department Land management ,Laboratory op soil and water management ,dirk ,raes@agr .kuleuven ,ac.bc.

16-Ebrahimipak, N.A. 2010. Determination of Potential Evapotranspiration wheat and potato with Lysimeter. Final Report, Soil and Water Research Institute, p: 75 .

17- Ebrahimipak, N.A. and E. Pazira. 2009. The Effect of Deficit Irrigation in Growth Stages on the Quantity and Quality of Potatoes and Water Use Efficiency. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol.9, No.4, winter 2009, P: 17-30.

18-Eldredye, E.P., Z.A. Holmes, A.R. Mosley, C.C. Shock and T.D. Stieber. 1996. Effects of transitory water stress on potato tuber stem end reducing sugar and fry color .American potato Journal: 73-517-530

19-English, M.J. and B. Nakamura .1989. Effects of deficit Irrigation Frequency on Wheat yield .J.Irrig and Drain Eng, 115:172-189

20-Faberio, C., D.S.O.F. Martin and J.A. Dejuan. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agric Water Manage. 48:255–266
21- Fatih, M.K., S. Ustun, T. Talip and D. Serap. 2006. The effect deficit irrigation on potato evapotranspiration and tuber yield under cool season and semiarid climatic conditions. Journal Agronomy ,5(2): 284-288
22-FAO. 2011. FAOSTAT online database, available at link http://faostat.fao.org/. Accessed on December 2011.
23- Ferreira, T.C. and M.K.V. Carr. 2002. Response of potatoes (Solanum tuberosum L.) to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate: I. Water use. Field Crops Research, v.78, p.51-64
24-Ghahraman .B and A.R. Sepaskhah. 2004. Linear and Non-Linear Optimization Models for Allocation of a Limited Water Supply. Irrig. Drain., 53: 39-54.
25-Ghasemi, S.F., M. Hekmat and E. Pourkhiz. 2012. Effect of under Irrigation Management on Potato Performance Components, International Journal of Agricultural Management & Development, 2(2): 143-148, June,
26- Hang, A.N.N. and D.E. Miller. 1986. Yield and physiological responses of potatoes to deficit high Frequency Sprinkler Irrigation, Agronomy Journal, 78:436-440
27-Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use: Agron .j.66:660-664.
28-Hanks, R.J. and V.P. Rasmussen. 1982. Predicting crop production as related to plant water stress, Adv. Agron. 35 : 193-215
29-Hassan, A.A., A.A. Sarkar and N.N. Karim. 2002. Effect of deficit irrigation at different growth stages on the yield of potato. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5(2): 128-134.
30-Hassanpana, D. and A. Hoseenzade. 2002. Evaluation of different varieties in different irrigation regimes and cut irrigation in the growth tuber stages in the Ardabil area. The 7th Iranian Crop Sciences Congress. Aug. 24-26. Karaj. Iran. (In Farsi)
31-Hiler, E.A. and R.N. Clark. 1971. stress day index to characterize effects of water stress on crop yield, Transactions of the ASAE 14:757-761
32- IAEA. 1996. Nuclear techniques to assess Irrigation schedules for field crops. IAEA – TECDOC – 8-8-8. Vienna
33-Igbadun, H.E., A.K.P.R. Tarimo, B.A. Salim and H.F. Mahoo. 2007. Evaluation of Selected Crop Water Production Functions for an Irrigated Maize Crop. Agric. Water Manage., 94: 1-10.
34-Iqbal, M.M., S.M. Shah, W. Mohammad and H. Nawaz.1999. Field response of potato subjected to water stress at different growth stages. In: Crop Yield Response to Deficit Irrigation, C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera, D.R. Nielsen (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands
35-Irna, A. and G. Mauromicale. 2006. Physiological and growth response to moderate water deficit of off-seasonpotatoes in a Mediterranean enviorment. Agric Water Manage. 82:193-209.
36- Jensen, M.E. 1968. water consumption by agricultural plants. In: water deficits in plant growth kolo wski, T.T. (Ed.), 1:1-22, Academic press, N. Y
37-Jolyni, M. and J. Alavishari. 2006. Study of the effects of irrigation method, planting, date and variety on true potato seed production. Agric. Sci. 16(2): 129-136. (In Farsi)
38-Kashyap, P.S. and R.K. Panda. 2003. Effect of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed conditions, Agric. Water Man., 59, 49-66.
39-Kirda, C .2002. Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stress Tolerance. In: FAO (2002). Deficit Irrigation Practices. FAO Water report NO. 22, FAO, Rome, Italy, pp. 3-10.
40-King B., J. Stark and S. Love. 2003. Potato production with limited water supplies. Paper presented at the Idaho Potato Conference. January 22
41-Kipkorir, E.C. and D. Raes .2002. Transformation of yield response factor in to Jensen's sensitivity index .irrigation and drainage systems, 16:47-52
42-Liua, F., C. Jensena, A. Shahanzaria, M. Andersenb and N. Jacobsen. 2005. ABA regulated stomatal control and photosynthetic water use efficiency of potato (Solanum tuberosum L.) during progressive soil drying. Plant Science. 168: 831–836.

43-Martin, S. and S. Pasquale. 2012. Yield response to water: the original FAO water production function. Yield Response to Water of All Crop Types ., FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER, Rome, Italy.
44-Minhos, B.C., K.S. Parikh, and T.N. srinivasan .1974.Towards the structure of a production function wheat yield with dated inputs of Irrigation water .Water Resources lo: 383-393.
45-Miller, D.E and M.W. Martin. 1987a. The effect of irrigation regime and sub soiling on yield and quality of tree potato cultivars .American potato Journal, 64:17-25.
46-Moutonnet, P .2002. Yield response factors of field crops to deficit Irrigation F.A.O Irrigative and drain age paper 22"Rome Italy
47-Nairizi, S. & J.R. Rydzeweski .1977. Effects of dated Soil Moisture Stress on crop yield .Exp .Agric, 13:51-59
48-Onder, S., M.E. Caliskan, D. Onder and Caliskan. 2005. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. Agriculture and Water Management, v.73, p.73-86,
49-Panigrahi, B., S.N. Panda and N.S. Raghuwanshi. 2001. Potato water use and yield under furrow irrigation. Irrigation Science, v.20, p.155- 163
50-Pasquale, S., C.H. Theodore, F. Elias and R. Dirk. 2012. Crop yield response to water, FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 66
51-Robins, J..S and O.E. Domingo. 1996. Potato yield and tuber shape as affected several soil Moisture deficits and plant spacing .Agronomy journal, 48:488-492.
52-Sepaskhah, A.R. and S.H. Ahmadi. 2010 A review on partial root-zone drying irrigation. Int. J. Plant Prod. 4, 241-258.
53-Serhat. A. and K. Abdurrahim. 2010. Water-Yield Relationships in Deficit Irrigated Potato. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University. Cilt 24, Sayı 2, 23-36 Water- yield relationship.
54-Shahnazari, A., F. Liu, M.N. Andersen, S.E. Jacobsen and C.R. Jensen. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under filed conditions. Field Crops Res. 100, 117-124.
55-Shahnazari, A., S.H. Ahmadia, P.E. Laerke, F. Liu and F. Plauborg. 2008. Nitrogen dynamics in the soil-plantsystem under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potatoes. Europ. J. Agron. 28:65–73.
56-Shock C.C., J.C. Zalewski, T.D. Stieber and D.S. Burnett. 1992. Impact of early-season water deficits on Russet Burbank plant development, tuber yield and quality. Am. Potato J. 69: 793–803.
57-Shock, C.C.E. and B.G. Feibert .2002. Deficit irrigation of potato "F.A.O, irrigation and drainage paper 22"deficit Irrigation practices "Rome Italy.
58-Shock, C.C., E.B.G. Feibert and L.D. Saunders. 2003. 'Umatilla Russet' and 'Russet Legend' potato yield and quality response to irrigation. Horticultural Science, v.38, p.1117-1121
59- Shurong, Li and G.A.O. Limei. 1999. Water Deficit sensitivity index for sprig wheat in Arid and Semi –arid Areas of Inner Mongolia: proceeding of 99 inter haeinal conference on Agri cultural Engineering, Vhina
60-Smith, M., D. Kivumbi and L.K. Heng. 2002. Use of the FAO CROPWAT model in deficit irrigation studies F.A.O, irrigation and drainage paper 22"deficit Irrigation practices "Rome Italy.
61-Sobhani, A., M. Rahimian, Gh. Noormohamadi and A. Majidi. 2000. The effects water stress and fertilization potassium on yield and yield component potato. J. Agric. Sci. Res. 3, 23-24.
62-Stewart, J.I. & R.M. Hagan. 1977. Functions to predict the effects of crop water deficits. Journal of Irrigation drainage . Div . ASCE. 99:421-423
63-Tolga, E., E. Yesim, O. Halim and O. Hakan. 2006. Water-Yield Relationships of pptato under differet irrigation methods and regimens, Sci. Agric., v.63, n.3, p.226-231, May/June
64-Yuan Hong, Y., L. Zhary and Z. Shaoqiang. 1994. "A study on the optimal allocation model of limited irrigation water": ICID BULLETIN 1994, Vol.43, No 2.
65-Yuan, B.Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of dripirrigated potato. Agric Water Manage. 63:153–167.
66-Wang, F., Y. Kang, S. Liu and X. Hou. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. Agric Water Manage. 88:34– 4 2.

Determination of the Potato Yield Response Factor (K_y) to Deficit Irrigation in Different Growth Stages in sharekord

Niaz Ali Ebrahimipak[1]

Abstract

This study was conducted to determine the yield response factor potato (ky) to deficit irrigation at different growth stages in a randomized complete block design with five treatment, E_0 (Full Irrigation), E_1 (85%), E_2 (70%), E_3 (55%) and E_4 (30%) of actual evapotranspiration plant potato in three growth stages T1: seed and vegetative establishment, T2: the full development and T3: get the plant growing season in three years. the sharekord. Evapotranspiration potential of the potato crop was lysimeter drainage water balance method used to estimate the neutron meter. After harvest, yield and yield components were determined and potato yield response coefficient was calculated. The results of data analysis showed that deficit irrigation effects on potato yield is significant at the 5% .Maximum potato yield in full irrigation equal to 43416 kg up to 22150 kg in the lowest 70 percent evapotranspiration treatment - plant evapotranspiration in the third stage of plant growth. . evapotranspiration potential of the potato in the region with 944 mm and 542 mm minimum was E4T3 treatment. Coefficient responses yield of potato (Ky) with respect to the treatment of low irrigation for the first stage of growth between 0/65 to 1/18 and the second stage of growth between 0/82 and 1, and in the third stage of growth between 0/7 to 1/17 and the maximum growth season with 1/11 respectively.

Keywords: Potato, Yield Response Factor, Deficit Irrigation .

1 Assistant Professor of Soil Physics and Irrigation Research ,Soil and Water Research Institute
nebrahimipak@yahoo.com