Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۱۱۴-۱۱۰۷

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1107-1114

تعیین مناسب‌ترین عمق آب آبیاری رقم سانته و کلون‌های جدید سیب‌زمینی در شرایط کم آبیاری

علی قدمی فیروزآبادی[1*]- محمود رائینی سرجاز[2] - علی شاهنظری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۳

چکیده

آب یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی است و کمبود آب کشاورزی مصرف بهینه و بازه کم آبیاری را می‌طلبد. لذا این پژوهش به‌منظور تعیین تابع تولید، عمق‌های شاخص و بهینه آبیاری، عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در شرایط کم‌آبیاری است. این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان در قالب طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی تیمارهای آبیاری در شش سطح ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و فاکتور فرعی شامل دو کلون جدید سیب‌زمینی و رقم سانته بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری، رقم و برهمکنش آنها بر عملکرد و کارایی مصرف آب بسیار معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود. با افزایش ژرفای آب آبیاری تا عمق بیشینه، درآمد ناخالص، روندی افزایشی داشت. سود خالص در دو حالت آبیاری بیشینه و عمق معادل آبیاری کامل در حالت محدودیت زمین برابر بود. بیشترین مقدار آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری کامل، متعلق به عمق معادل آبیاری در حالت محدودیت آب محاسبه شد، که امکان افزایش سطح زیر کشت نسبت به آبیاری کامل به میزان ۲۷،۲۱ و ۱۴ درصد بترتیب برای رقم و کلون‌های فوق الذکر وجود داشت. بیشترین بازده ریالی برای هر متر مکعب آب در شرایط محدودیت آب و به‌میزان ۶۰۸۰، ۱۲۰۹۶ و ۱۴۱۸۵ ریال بترتیب محاسبه شد. با توجه به اینکه کلون ۲-۳۹۷۰۰۸ نسبت به دو رقم دیگر بازده ریالی بالاتری را دارا است کشت این کلون نسبت به ارقام دیگر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اقتصادی، بازده ریالی، تابع تولید، کم آبیاری

مقدمه

بخش کشاورزی تکیه‌گاه اساسی در تأمین نیازهای غذایی کشور است و در این مورد نقش آب به عنوان مهمترین نهاده محدود کننده توسعه کشاورزی از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای برخوردار است. پیش بینی شده است که جمعیت ایران تا سال ۱۴۱۰، به مرز ۱۰۰ میلیون نفر خواهد رسید، که در این صورت برای تأمین نیازهای غذایی این جمعیت، بر مبنای حدود ۲۶۰۰ کیلوکالری انرژی روزانه به بیش از ۱۵۰ میلیارد متر مکعب آب سالانه نیاز خواهد بود که این مقدار در سبد آبی کشور موجود نمی‌باشد (۸). در این راستا کم آبیاری با صرفه-جویی در مصرف آب، به عنوان یک راهکار سودمند در وضعیت محدودیت آب مطرح می‌شود. روش معمول کم آبیاری کاهش راندمان کفایت آبیاری است، در این روش آب ذخیره شده در منطقه ریشه گیاه کمتر از مقدار نیاز و کفایت آن بوده و معمولاً میزان عملکرد در واحد سطح کاهش می‌یابد. اما مزایای مهمی از جمله، افزایش راندمان مصرف آب (محصول بدست آمده ازای واحد آب مصرفی)، افزایش راندمان آبیاری، افزایش سود خالص و کاهش هزینه‌های تولید دارد. عکس‌العمل محصولات گوناگون، در مناطق مختلف به کم آبیاری متفاوت است. که این امر ضرورت تحقیق در رابطه با محصولات مختلف و اقلیم‌های متفاوت را می‌طلبد. در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ در بررسی قابلیت تحمل کلون‌های جدید سیب‌زمینی به کم آبیاری در شرایط مناطق خشک کانادا مشخص شد که از تعداد ۱۲۰ کلون مورد بررسی، بر اساس منشأ انتخاب و گزینش کلون‌های انتخاب شده، درجه تحمل به خشکی متفاوت می‌باشد. برخی از کلون ها نسبت به واریته های استاندارد حد تحمل بالاتری داشتند (۱۰). انگلیش و همکاران (۱۳) در بررسی پاسخ گندم زمستانه به آب مصرفی دریافتند

۱- مربی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: (Email : aghadami@gmail.com
۲ و ۳- دانشیار و استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

www.SID.ir

Archive of SID

که با افزایش عمق آب مصرفی، عملکرد تا عمق آبیاری مشخصی، روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی داشت. در این پژوهش دیده شد که با تأمین ۵۰درصد آبیاری کامل سود مالی تنها ۱۳درصد کاسته شد. نتایج پژوهشی روی محصول چغندر قند در کرج نشان داد که حداکثر عملکرد در شرایط آبیاری کامل حاصل شد و حداکثر سود خالص نهایی با کاهش ۳۴ درصدی در آب مصرفی به‌دست آمد، ارتفاع بهینه آبیاری که همان ارتفاع معادل آبیاری کامل است ۱۲۱ سانتی‌متر محاسبه شد (۵). آتاهر و همکاران (۹) آزمایشی به مدت دو سال زراعی برای ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر محصول سیب‌زمینی در سه سطح نیاز آبی (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد از ETc) انجام دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر کل محصول ندارد. اما سیستم آبیاری قطره‌ای دارای تأثیر معنی‌داری بر کل محصول بود. بیشترین محصول در استفاده از آبیاری قطره ای تیپ در تیمار ۱۲۵ درصد ETc به‌دست آمد. در آزمایشات آنکونلیس و همکاران (۸) دو سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای زیر سطحی با دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در مناطق نیمه مرطوب شمال ایتالیا بکار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین روش‌ها در عملکرد نهایی سیب زمینی بوجود آمد. سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی میزان ماده خشک و ذخیره نشاسته را در غده‌ها افزایش داد هر چند تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نشد. اخوان و همکاران (۱) به بررسی تأثیر روش‌های آبیاری تیپ و جویچه‌ای و مقدار آب آبیاری در سه سطح (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) بر عملکرد و کار آیی مصرف آب در زراعت سیب‌زمینی پرداختند. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مقدار آب آبیاری از ۷۵ به ۱۲۵ درصد مقدار عملکرد در بوته از ۰/۴۹۲ به ۰/۷۶۸ کیلوگرم افزایش یافت، اما کارایی مصرف آب تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج تحقیق انصاری (۲) روی ارقام ذرت زودرس نشان داد که با کم آبیاری در شرایط محدودیت زمین و با هدف استفاده حداکثر از اراضی، عمق بهینه آب مصرفی برای ارقام مختلف نسبت به آبیاری ماکزیمم ۳ درصد کاهش می‌یابد. وی همچنین بیان داشت، که در شرایط محدودیت آب و با هدف استفاده حداکثر از واحد حجم آب، عمق بهینه آب مصرفی نسبت به آبیاری ماکزیمم می‌تواند ۱۹ درصد کاهش یابد. شایان نژاد (۷) در تحقیقی روی گندم در شهرکرد بیان داشت به ازای عمق آب مصرفی ۳۱۴ میلی‌متر، حداکثر عملکرد دانه در واحد سطح بدست می‌آید. اما در اثر کم آبیاری و استفاده از ۱۰۶ میلی متر آب، می توان به حداکثر سود نائل شد. بنابراین در شرایط محدودیت منابع آبی، عمق آب مصرفی را می توان ۳۴ درصد عمق آب مصرف شده در آبیاری کامل برای گندم در نظر گرفت. برای سازگاری و رویارویی با محدودیت آب، باید از ساز و کارهایی برای افزایش بهره‌وری آب و منابع آبی استفاده نمود. کم آبیاری می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای اساسی بهره‌وری بهینه در شرایط کمبود آب باشد. کم آبیاری به عنوان یک روش فنی و اقتصادی آبیاری برای سامان بخشیدن به روابط آب مصرفی – عملکرد، برای بیشتر گیاهان زراعی و در بیشتر شرایط محیطی می‌تواند کارساز باشد، از طرفی کم آبیاری نیازمند مدیریتی منسجم، دقیق و کارآمد است که با مدیریت آبیاری کلاسیک کاملاً فرق دارد. مدیریت آبیاری، باید تعیین کند که چه درجه‌ای از کم آبیاری و چه نوعی از آن را اعمال کند و الگوی بهینه کشت، ارزش اقتصادی، زمان کم آبیاری، فیزیولوژی گیاه و مورفولوژی خاک را کاملاً بررسی کرده باشد (۴). هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب گیاه سیب‌زمینی و یافتن عمق‌های آستانه‌ای کم آبیاری برای این محصول بود. همچنین از نظر اقتصادی میزان کاهش مجاز آب آبیاری برای هر یک از کلون‌ها و رقم مورد مطالعه محاسبه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا شد. در این پژوهش از تیمارهای آبیاری در شش سطح (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه سیب زمینی) به عنوان عامل اصلی و رقم سیب‌زمینی در سه سطح (شاهد سانته و کلون‌های ۱۳-۳۹۷۰۰۱۵ و ۲-۳۹۷۰۰۸) به عنوان عامل فرعی استفاده شد. در همه تیمارها فاصله ردیف‌های کشت ۷۵ سانتیمتر و طول هر ردیف۱۰ متر بود. نیاز آبی سیب‌زمینی بر پایه فرمول پنمن-مانتیت اصلاح‌شده برآورد شد، و بی‌درنگ پس از کاشت تیمارهای آبیاری اعمال شد. در مرحله برداشت دو متر مربع از میانه هر کرت برگزیده و مقدار محصول اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی انجام شد. برای تعیین نمایه بهره‌وری آب از تابع عملکرد استفاده شد. این تابع رابطه بین محصول در مقابل آب مصرفی در طی فصل آبیاری را نشان می‌دهد. در این پژوهش از مدل بهینه‌سازی درآمد خالص (آب مصرفی) یا مدل انگلیش و همکاران (۱۳) استفاده شد. در این مدل، اثر عمق آبیاری بر تولید به‌صورت منحنی درجه دوم و اثر آن بر هزینه به‌صورت تابع خطی برای قیمت محصول ثابت (بر اساس نرخ تضمینی یا نرخ بازار) محاسبه شد. مدل‌های بالا به شکل عمومی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$Y(w) = a_1 + b_1.w + c_1.w^2 \quad (۱)$$

$$C(w) = a_2 + b_2.w \quad (۲)$$

که در آن Y(w) عملکرد محصول، C(w) هزینه، W عمق آب مصرفی و پارامترهای c_1 a_1, a_2, b_1, b_2, ضرایب تابع تولید و هزینه

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشند.

برای تعیین تابع ریاضی آب مصرفی – هزینه، نخست هزینه‌های ثابت و متغیر تولید در هکتار مشخص شد. هزینه‌های ثابت تولید سیب‌زمینی در هر هکتار در استان همدان، با توجه به نرخ خدمات کشاورزی (هزینه‌های سیستم آبیاری، کاشت، داشت و برداشت) ۵۵۴۸۳۱۹۳ ریال در هکتار برآورد شد (۳). هزینه یک متر مکعب آب برای تولید سیب‌زمینی در استان همدان، با توجه به میانگین تولید و آب آبیاری (۷۰ تن در هکتار سیب زمینی و ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار) ۶۰۰ ریال برآورد شد. برای محاسبه درآمد محصول، با توجه به متفاوت بودن قیمت خرید دولتی و قیمت آزاد در بازار، یک مقدار متوسط در نظر گرفته شد. میانگین قیمت هر کیلو سیب زمینی ۲۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. برای محاسبه این توابع تولید از نرم‌افزار SPSS-16 استفاده شد. پس از محاسبه توابع تولید، هزینه و درآمد، شاخص‌های آستانه‌ای با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۱۳).

۱- مقدار عمق آبیاری بیشینه:

مقدار آب مصرفی که بیشترین عملکرد را به همراه دارد (W_m) با مشتق گیری از تابع تولید بدست آمد:

$$W_m = -\frac{b_1}{2c_1} \qquad (۳)$$

۲- مقدار مطلوب آب مصرفی در هنگام محدودیت زمین (W_l) با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد:

$$W_l = \frac{b_2 - p_c \times b_1}{2 p_c c_1} \qquad (۴)$$

که در آن P_c قیمت واحد وزن محصول (کیلوگرم) است.

۳- مقدار مطلوب آب مصرفی در هنگام محدودیت آب (W_w) از رابطه ۵ محاسبه شد:

$$W_w = \left(\frac{p_c a_1 - a_2}{p_c c_1} \right)^{0.5} \qquad (۵)$$

۴- عمق معادل آبیاری بیشینه در حالت محدودیت زمین (W_{el}):

$$W_{el} = \frac{b_2 - p_c . b_1 + z_1}{2 . p_c . c_1} \qquad (۶)$$

$$Z_l = \left[(p_c . b_1 - b_2)^2 - 4 p_c . c_1 \left(\frac{p_c . b_1^2}{4 c_1} - \frac{b_1 . b_2}{2 c_1} \right) \right]^{0.5} \qquad (۷)$$

۵-عمق معادل آبیاری در حالت محدودیت آب (W_{ew}):

$$W_{ew} = \frac{-Z_2 \pm \left[Z_2^2 - 4 c_1 P_c (a_1 P_c - a_2) \right]^{0.5}}{2 . c_1 Pc} \qquad (۸)$$

$$Z_2 = \frac{b_1^2 P_c + 4 a_1 c_1 P_C - 4 a_2 . C_1}{2 . b_1} \qquad (۹)$$

۶- عمق آب مصرفی در حالت سربه‌سری (W_k): در این حالت سود خالص برابر با صفر است.

$$W_k = \frac{(b_2 - b_1 P_c) \pm Z_3}{2 . c_1 Pc} \qquad (۱۰)$$

$$Z_3 = \left[(b_1 P_c - b_2)^2 - 4 c_1 P_c (a_1 P_c - a_2) \right]^{0.5} \qquad (۱۱)$$

۷- مساحت کل قابل آبیاری: با توجه به حجم کل آب تأمین شده (W_T) و مقدار آب مصرفی در برنامه ریزی کم آبیاری (W) مساحت کل قابل آبیاری (A) برابر است با :

$$A = \frac{W_T}{W} \qquad (۱۲)$$

۸- بازده ریالی: میزان بازده ریالی با توجه به افزایش سطح زیر کشت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{Rial efficiency} = \frac{N.B}{W} \qquad (۱۳)$$

که در آن N.B میزان سود خالص و W آب مصرفی در کل سطح زیر کشت می‌باشد.

نتایج و بحث

عملکرد کل

یافته‌های این پژوهش نشان داد که اثر تیمار آبیاری، رقم و برهمکنش رقم × تیمار آبیاری بر عملکرد بسیار معنی‌دار ($p = ۰/۰۱$) بود (جداول ۲ و ۳). مقایسه میانگین اثرات اصلی در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین عملکرد مربوط به کلون ۳۹۷۰۰۸-۲ که با کلون ۳۹۷۰۰۱-۱۳ در یک گروه آماری قرار گرفته است. در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی نیز بیشترین عملکرد را داشته‌ایم، که در مقایسه با تیمارهای دیگر آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد. کمترین میزان عملکرد (۲۲/۳۷ تن در هکتار) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی بود، که با متوسط تولید سایر تیمارهای آبیاری تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد داشت. از این یافته‌ها مشخص می‌شود که عملکرد کل در سیب‌زمینی به شدت تحت تاثیر تیمارهای رطوبتی و سطوح آبیاری است و با افزایش تنش آبی عملکرد کل به شدت افت می‌کند.

کارایی مصرف آب

تأثیر تیمارهای آبیاری و نوع کلون بر کارایی مصرف آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲ و ۳). بدین‌ترتیب مشخص شد اگرچه تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌دار بر روی کارایی مصرف آب داشته‌اند اما پاسخ کلون‌های مختلف و رقم شاهد یکسان نبوده و واکنش آن‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری متفاوت بوده است (جدول ۳). نتایج نشان

www.SID.ir

Archive of SID

داد که با تأمین نیاز آبی سیب‌زمینی در حد ۸۰ و ۹۰ درصد بیشترین کارایی مصرف آب بدست آمد و لزوماً سطوح آبیاری بیشتر و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی سیب‌زمینی نمی‌تواند کارایی بیشتری را موجب شود. تأثیرپذیری کارایی مصرف آب از سطوح مختلف آبیاری و سیستم‌های مختلف آبیاری در پژوهش‌هایی چند گزارش شده است (۹و ۱). همچنین پژوهش‌های بزیمونگا (۱۰) تفاوت کارایی مصرف آب و بهره‌وری آب آبیاری در کلون‌ها و ارقام مختلف سیب‌زمینی به اثبات رسیده است.

توابع آب – مصرفی عملکرد و آب مصرفی – هزینه

در این پژوهش از مدل ریاضی پیشنهادی انگلیش (۱۱) استفاده شد. بر پایه داده‌های این پژوهش، تابع عملکرد محصول، به‌عنوان تابعی از عمق آب مصرفی (w)، محاسبه شد. مناسب‌ترین توابع ریاضی (در این تحقیق توابع ریاضی درجه دو) به‌دست آمد. همچنین با داشتن هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت و هزینه سیستم آبیاری تابع هزینه تولید سیب‌زمینی محاسبه شد که معنی دار بودن ضرایب این معادلات توسط نرم افزار SPSS- 16 بررسی شد (جدول ۴).

جدول ۲ - جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد و کارایی مصرف آب

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد	کارایی مصرف آب
تکرار	۲	۹/۱*	۰/۲۷۹*
سطوح آبی	۵	۲۴۴۸/۲**	۲۹/۱۵۳**
خطا	۱۰	۱/۶	۰/۰۴۶
واریته	۲	۱۱۸۵/۰**	۲۵/۸۱**
تیمار آبی×واریته	۱۰	۱۵۴**	۴/۱۸**
خطا	۲۴	۲/۴	۰/۰۸۵
کل	۵۳		

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مستقل تیمار آبی و رقم بر عملکرد و کارایی مصرف آب

فاکتور	تیمار	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	عملکرد (تن در هکتار)
رقم	رقم سانته	۷/۶۳ b	۴۰/۶۲b
	کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱	۹/۶۹ a	۵۴/۰۵a
	کلون ۲-۳۹۷۰۰۸	۹/۷۱ a	۵۵/۲۲a
سطوح آبی	۱۰۰	۹/۶۸bc	۶۶/۸۳a
	۹۰	۱۰/۰۷ab	۶۱/۶۷b
	۸۰	۱۰/۵۸a	۵۹/۷۳b
	۷۰	۹/۲۶cd	۴۸/۰۳c
	۶۰	۸/۹۲d	۴۱/۱۳d
	۵۰	۵/۵۴e	۲۲/۳۷e

جدول ٤ - توابع ریاضی آب مصرفی – عملکرد و آبی مصرفی – هزینه

تیمار	تابع آب مصرفی - عملکرد		تابع آب مصرفی -هزینه
رقم سانته	$Y = -25.98x^2 + 3729x - 83146$	$r^2 = 0.906$	C=55483193+60000×(W)
کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱	$Y = -37.17x^2 + 5555.x - 13506$	$r^2 = 0.946$	C=55483193+60000× (W)
کلون ۲-۳۹۷۰۰۸	$Y = -86.15x^2 + 11444x - 30477$	$r^2 = 0.985$	C=55483193+60000× (W)

Y (w): عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم، W: عمق آب مصرفی (سانتیمتر) و C(w): میزان هزینه (ریال در هکتار) است. معادله هزینه تولید نشان می‌دهد که هزینه تولید با افزایش میزان آب مصرفی، روندی افزایشی و خطی دارد و بیشترین هزینه مصرفی مربوط به تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی است.

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل اقتصادی و بهینه سازی آبیاری

با استفاده از روش کم آبیاری مقداری آب نسبت به آبیاری کامل صرفه‌جویی می‌شود، با این آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری کامل می‌توان زمین‌های بیشتری را زیر کشت برد و عملکرد کل را افزایش داد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با افزایش عمق آب مصرفی تا عمق بیشینه، درآمد ناخالص، روندی افزایشی داشت، همچنین بیشترین درآمد ناخالص متناسب با بیشینه عملکرد بود (جدول ۵) که با یافته‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (۲ و ۱۲). نتایج همچنین نشان داد، با وجود اینکه آبیاری بیشینه، بالاترین میزان عملکرد را به دنبال داشت، اما به دلیل بالا رفتن هزینه‌ها سود خالص نهایی حداکثر نشد، لیکن درآمد ناخالص به‌تنهایی شاخص مناسبی از اقتصادی بودن نمی‌باشد و بایستی سود خالص محاسبه گردد (جدول ۵).

سود بیشینه

در شرایط محدودیت آب

این حالت مخصوص مناطق خشک و نیمه خشک است، که با آب صرفه‌جویی شده می‌توان زمین‌های بیشتری را زیر کشت برد. بیشترین مقدار آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری بیشینه، متعلق به عمق معادل آبیاری در حالت محدودیت آب (w_{ew}) و برابر با ۱۲/۱ برای رقم سانته، ۱۶/۱ درصد برای کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و ۸/۳ درصد برای کلون ۲ -۳۹۷۰۰۸ نسبت به آبیاری بیشینه محاسبه شد. در حالت محدودیت آب نسبت به آبیاری بیشینه امکان افزایش سطح زیر کشت برای رقم سانته، کلون۱۳-۳۹۷۰۰۱ و کلون ۲-۳۹۷۰۰۸. به ترتیب ۲۱، ۲۷ و ۱۴ درصد بود (جدول ۵). بنابراین در شرایط نبود محدودیت زمین، می‌توان سود بیشتری را بدست آورد. میزان سود خالص با افزایش عمق آب مصرفی در آغاز روند افزایشی داشته و سپس به صورت نزولی در می‌آید. سود خالص بیشینه هر سه رقم بسته به شرایط کاربری تغییر خواهد کرد. این سود در شرایط محدودیت آب، در عمق‌های مرتبط با این شرایط اتفاق خواهد افتاد، یعنی با کاهش عمق آب مصرفی در حدود ۱۰ درصد برای رقم سانته، ۱۳ درصد برای کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و ۷ درصد برای کلون ۲ - ۳۹۷۰۰۸ نسبت به آبیاری ماکزیمم، سود خالص حداکثر خواهد شد.

در شرایط محدودیت زمین

کمترین مقدار آب صرفه‌جویی شده، در شرایط محدودیت زمین نسبت به آبیاری بیشینه برای رقم سانته و دو کلون مورد مطالعه حاصل شد، که امکان افزایش سطح کشت را حدود ۱ درصد برای رقم سانته و کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و حدود ۰/۳ درصد را برای کلون ۲ - ۳۹۷۰۰۸ را داشت. سود خالص در دو حالت آبیاری ماکزیمم و عمق معادل آبیاری کامل در حالت محدودیت زمین برابر(W_{el}) بود (جدول ۵).

عمق آب مصرفی در حالت سربه‌سری (W_k)

این عمق بیانگر این می‌باشد که سود خالص ناشی از مصرف این عمق آب برابر صفر است و یا به عبارتی دیگر، درآمد و هزینه برابر می‌باشد، که عمق آب مصرفی در حالت سربه‌سری ۴۲/۹، ۴۰/۵ و ۴۳/۳ سانتیمتر به‌ترتیب برای رقم سانته و کلون‌های ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و ۲-۳۹۷۰۰۸ محاسبه شد (جدول ۵) .

بازده ریالی

نتایج حاکی از این امر بود که با افزایش عمق آب مصرفی بازده ریالی ابتدا روند افزایشی داشته است و بیشترین مقدار بازده ریالی با عمق آب آبیاری ۶۵/۳، ۶۶/۲ و ۶۲/۱ سانتیمتر به ترتیب برای رقم سانته، کلون‌های ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و ۲-۳۹۷۰۰۸ محاسبه شد (جدول ۳). بعد از این عمق‌ها با افزایش عمق آب آبیاری یک روند کاهشی مشاهده شد. بیشترین بازده ریالی مربوط به عمق‌های فوق به ترتیب برابر با ۶۰۸۰، ۱۲۰۹۶ و ۱۴۱۸۵ ریال برای رقم سانته، کلون‌های ۱۳-۳۹۷۰۰۱ و کلون ۲- ۳۹۷۰۰۸ محاسبه شد (جدول ۵).

نتیجه گیری

با توجه به بحران آب در کشور و نیاز آبی بالای محصول سیب‌زمینی اتخاذ تدابیر لازم در مصرف بهینه آب و پایداری تولید این محصول ضروری به نظر می‌رسد. کاهش عمق آبیاری سیب‌زمینی با هدف کسب سود حداکثر در شرایط کم آبی به‌میزان ۱۰ درصد در استان همدان می‌تواند اعمال گردد. همچنین با توجه به اینکه کلون ۲ -۳۹۷۰۰۸ نسبت به دو رقم دیگر بازده ریالی بالاتری را داراست، کشت این کلون در سایر مناطق استان همدان تحت شرایط مزرعه، جهت حصول اطمینان از نتایج این پژوهش توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان (طرح تحقیقاتی بشماره۸۶۰۶۴-۰۰۰۰-۰۰-۱۲۲۲۰۰-۰۶۲-۳) به‌دلیل تقبل هزینه‌های مادی و حمایت‌های معنوی در انجام این تحقیق و جناب آقای دکتر خسرو پرویزی سپاسگزاری می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه و تحلیل اقتصادی شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی

۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
رقم	شاخص	W(cm)	Y (kg/m^3)	درآمد ناخالص (ریال)	B/C	میزان آب صرفه جویی شده(cm)	N.B (ریال در هکتار)	میزان امکان افزایش سطح کشت (هکتار)	کل درآمد خالص با امکان افزایش سطح کاشت	بازده ریالی
سانتنه	W_k	۴۲/۹	۲۹۰۲۹	۵۸۰۵۸۲۳۰	۱	–	–	–	–	
	W_{ew}	۵۹/۵	۴۶۷۱۵	۹۳۴۳۰۸۳۸	۱/۵۸۲	۱۲/۳	۳۴۳۷۹۲۵۹	۰/۲۱	۴۱۴۷۶۱۹۲	۵۷۸۱
	W_w	۶۵/۳	۴۹۵۵۹	۹۹۱۱۸۰۷۵	۱/۶۶۹	۶/۴	۳۹۷۱۵۴۵۱	۰/۱۰	۴۳۶۲۲۵۱۳	۶۰۸۰
	W_{el}	۷۰/۶	۵۰۵۹۸	۱۰۱۱۹۵۱۲۸	۱/۶۹۵	۱/۲	۴۱۴۷۶۱۹۲	۰/۰۲	۴۲۱۵۴۴۶۲	۵۸۷۵
	W_l	۷۱/۲	۵۰۶۲۴	۱۰۱۲۴۷۰۷۹	۱/۶۹۴	۰/۶	۴۱۴۹۳۵۰۹	۰/۰۱	۴۱۸۳۰۰۳۴	۵۸۳۰
	W_m	۷۱/۸	۵۰۶۳۲	۱۰۱۲۶۴۳۹۶	۱/۶۹۴	–	۴۱۴۷۶۱۹۲	–	۴۱۴۷۶۱۹۲	۵۷۸۱
۳۹۷۰۰۱-۱۳	Wk	۴۰/۵	۲۸۹۵۷	۵۷۹۳۴۹۷	۱	–	–	–	–	
	Wew	۵۸/۶	۶۲۸۲۳	۱۲۵۶۴۶۹۸۶	۲/۱۳	۱۶/۱	۶۶۶۴۷۰۲۹	۰/۲۷	۸۴۹۵۲۵۵۳	۱۱۳۷۱
	Ww	۶۶/۲	۶۹۷۴۹	۱۳۹۴۹۸۹۹۵	۲/۳۴۶	۸/۵	۸۰۰۴۵۳۴۹۰	۰/۱۳	۹۰۳۷۱۹۹۶	۱۲۰۹۶
	Wel	۷۳/۹	۷۲۴۳۵	۱۴۴۸۷۰۰۲۳	۲/۴۱۸	۰/۸	۸۴۹۵۲۵۵۳	۰/۰۱	۸۵۸۸۰۰۸۴	۱۱۴۹۵
	Wl	۷۴/۳	۷۲۴۵۳	۱۴۴۹۰۶۳۳۴	۲/۴۱۷	۰/۴	۸۴۹۶۴۶۵۶	۰/۰۱	۸۵۴۲۵۹۷۰	۱۱۴۳۴
	Wm	۷۴/۷	۷۲۴۵۹	۱۴۴۹۱۸۴۳۸	۲/۴۱۷	–	۸۴۹۵۲۵۵۳	–	۸۴۹۵۲۵۵۳	۱۱۳۷۱
۳۹۷۰۰۸-۲	Wk	۴۳/۳	۲۹۰۳۹	۵۸۰۷۸۴۷۰	۱	–	–	–	–	
	Wew	۵۸/۱	۶۹۳۱۲	۱۳۸۶۲۳۴۱۵	۲/۳۵۱	۸/۳	۷۹۶۵۳۵۳۶	۰/۱۴	۹۱۰۳۴۴۶۳	۱۳۷۰۷
	Ww	۶۲/۱	۷۳۶۶۶	۱۴۷۳۳۱۲۰۰	۲/۴۸۸	۴/۳	۸۸۱۲۰۵۴۵	۰/۰۷	۹۴۲۰۵۷۸۳	۱۴۱۸۵
	Wel	۶۶/۱	۷۵۲۴۱	۱۵۰۴۸۱۶۲۸	۲/۵۳۱	۰/۳	۹۱۰۳۴۴۶۳	۰/۰۱	۹۱۵۱۴۲۶۵	۱۳۷۷۹
	Wl	۶۶/۲	۷۵۲۴۹	۱۵۰۴۹۷۲۹۷	۲/۵۳۱	۰/۲	۹۱۰۳۹۶۸۶	۰/۰۰۳	۹۱۲۷۸۹۷۰	۱۳۷۴۴
	Wm	۶۶/۴	۷۵۲۵۱	۱۵۰۵۰۲۵۲۰	۲/۵۳۱	–	۹۱۰۳۴۴۶۳	–	۹۱۰۳۴۴۶۳	۱۳۷۰۷

منابع

۱- اخوان س.، موسوی ف.، مصطفی‌زاده فرد ب. و قدمی فیروزآبادی ع ۱۳۸۶. بررسی آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب زمینی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم-شماره ۴۱ (الف) پاییز ۱۳۸۶.

۲- انصاری ح. ۱۳۸۷. تعیین عمق شاخص و بهینه آبیاری در ذرت‌های زودرس با هدف احتساب حداکثر سود. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۲، شماره ۲، سال ۱۳۸۷.

۳- سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸.

۴- سپاسخواه ع.، توکلی ع. و موسوی س. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۵- توکلی ع. و فرداد ح. ۱۳۷۸. ارزیابی اقتصادی کم آبیاری روی محصول چغندر قند جهت بهینه‌سازی مصرف آب. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳، شماره ۳

۶- شایان نژاد م. ۱۳۸۹. تأثیر کم آبیاری بر روی خواص کمی گندم و تعیین عمق آب مصرفی بهینه آن در شهرکرد. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۹.

7-Alizadeh A., and Keshavarz A. 2005. Status of agricultural water use in Iran. Water Conservation, Reuse and Recycling: Proc. of an Iranian-American Workshop, www.nap.Edu/catalog/1124.html.

8-Anconellis G., Gudobonis G. and Batilani A. 2003. Irrigation efficiency applying subsurface drip irrigation and minisprinkler irrigation. Potato crop forth International Symposium on Irrigation of Horticultural crop, 1-5 September 2003, and university of California.

9-Attaher S.M., Medany M.A., Abdel Aziz A.A., and Mostafa M.M. 2004. "Energy requirements and yield of drip irrigated potato", International Symposium on the Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture. Available at: http://www.actahort.org/books/608/608_24.htm

10-Bizimungu B. 2005. Drought tolerance in potato clone selected under deficit irrigation. Abstract of the 93rd Annual

www.SID.ir

Archive of SID

meeting of the potato association of America
11- English M.J. 1990. Deficit irrigation. I: Analytical framework, 1. Irrig. And. Drain. Eng., ASCE.11 (3):399-411.
12-English M. and Raja S.N. 1996. Perspective on deficit irrigation. Agric. Water Manage. 32: 1-14.
13-English M., James L. and Chen C.F. 1990. "Deficit Irrigation: II. Observation in Columbia Basin". Irrigation and Drain J., 16:413-426.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1107-1114

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۱۱۴-۱۱۰۷

Determination of Appropriate Irrigation Depth of Sante Cultivar and New Potato Clones in Deficit Irrigation condition

A. Ghadami Firouzabadi[1]* - M. Raeini[2]-A. Shahnazari[3]

Received:01-06-2013
Accepted:15-10-2014

Abstract

Water is the most important factor in agricultural products, water shortage and low irrigation efficiencies in Iran necessitates research in deficit irrigation. This Study to estimate the production function, calculate the depth and optimal index and effect of deficit irrigation on yield was done in Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamadan. Test was performed in Split Plot Design based on Randomized Complete Block in three replications with two factors, containing 1: water deficit irrigation treatment namely, 50, 60, 70, 80, 90 and 100% of basically potato irrigation requirement. 2: Two clones accompanied with Sante Cultivar. The results indicated the effect of different treatment on yield and water use efficiency was significant at the 1% level. Also with increasing water depth until maximum depth, gross income was increased. Also results showed that the net benefit was the same for the equivalent depth under earth limitation and the maximum water depth by 414761192, 84952553 and 91034463 rails for santeh, 397001-13 and 397008-2 clones. The maximum saved water relative complete irrigation belongs to irrigation equal depth under water limitation. It can be concluded that with the savings of water under deficit irrigation practices, the planting area would increase by 21, 27 and 14% for santeh, 397001-13 and 397008-2 clone. The maximum earning return (Rails per m3 of water) under water limitation will be 6080, 12096 and 14185 rails for santeh, 397001-13 and 397008-2 clones. According to 397008-2 clone relative to other cultivars has the highest earning return, so cultivar of this clone than other varieties is recommended.

Keywords: Economic evaluation, Earning return, Yield Function, Optimized Irrigation Depth

1 - Lecture of Agricultural Engineering Research Institute and Ph.D. Student of Irrigation and Drainage Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*- Corresponding Author Email: aghadami@gmail.com)
2,3 - Associate Professor and Assistant Professor of Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

www.SID.ir