اقتصادکشاورزی و توسعه، سال چهاردهم، شماره ۵۶، زمستان ۱۳۸۵

تعیین راهبردهای مناسب کم‌آبیاری با هدف حداکثرسازی منافع اجتماعی

محمود صبوحی [*]، دکتر غلامرضا سلطانی [**]، دکتر منصور زیبایی [**]

دکتر جواد ترکمانی [**]

تاریخ دریافت: ۸۴/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۴

چکیده

مقاله حاضر بخشی ازکارتحقیقاتی تعیین راهبردهای مناسب کم‌آبیاری در منطقه خراسان با هدف حداکثرسازی منافع اجتماعی است. به این منظور مدل برنامه ریزی ریاضی درقالب برنامه‌ریزی خطی با محدودیت تصادفی ساخته شد و ضرایب فنی به طریقی متفاوت با تعیین ضرایب فنی متعارف دربرنامه‌ریزی خطی مشخص گردید. این مدل در حالت با و بدون ریسک در مقدار آب در دسترس و با و بدون چغندرقند در سه سطح کارایی ۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد در مصرف آب آبیاری در سطح مزرعه و درنظرگرفتن ۴۵ تنش متفاوت در مراحل مختلف رشد محصولات زراعی نمونه حل شد که نتایج سطح کارایی ۴۵درصد در این مقاله

* عضو هیئت علمی دانشگاه زابل e-mail: msabuhi39@yhoo.com

** به ترتیب:استاد، استادیار و دانشیار دانشگاه شیراز

Archive of SID

www.SID.ir

ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که سطح کارایی در مصرف آب آبیاری درسطح مزرعه برای کشاورزان نمونه بیش از ۳۵ درصد است و کاهش مصرف آب دریک فعالیت الزاماً منجر به کاهش مصرف آب در الگوی کشت نمی‌شود. همچنین تخصیص بهینه آب آبیاری درسطح مزرعه زمانی اتفاق می افتد که بازده نهایی آب هم در مراحل مختلف رشد گیاه و هم در مراحل مختلف رشد گیاهان کشت شده درمزرعه برابر باشد. امکان افزایش سودخالص اجتماعی نیز هنگامی وجود دارد که چغندرقند با سوداجتماعی منفی درمدل لحاظ شود و نیز در هر مرحله از رشد خود با تنش زیاد مواجه گردد. با کاهش ریسک در مقدار آب آبیاری در دسترس و افزایش کارایی در مصرف آب آبیاری درسطح مزرعه، سودخالص اجتماعی افزایش می یابد. به علاوه، یافته‌ها نشان می‌دهد درتعیین قیمت آب آبیاری باید دو عاملِ کارایی مصرف آب آبیاری درسطح مزرعه و منافع خالص اجتماعی در نظر گرفته شود با این توجه که از بعد منافع اجتماعی، در افزایش قیمت آب آبیاری محدویت وجود دارد.

کلید واژه‌ها:

برنامه‌ریزی ریاضی، محدودیت تصادفی، کم‌آبیاری، سوداجتماعی، کارایی مصرف آب آبیاری

مقدمه

ایران درمنطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و منبع اصلی تأمین آب آن بارشهای جوی است که حدود۴۲۹ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از این مقدار ۳۰۵×۱۰^{۹} متر مکعب (۷۱ ٪) به سبب تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌گردد، ۸۶×۱۰^{۹} متر مکعب (۲۱ ٪) به صورت آبهای سطحی جریان پیدا می‌کند و ۳۸×۱۰^{۹} متر مکعب به منابع آبهای زیرزمینی نفوذ می کند. از ۷۵×۱۰^{۹} متر مکعب آب در دسترس سطحی و زیرزمینی، $۷۲/۵\times۱۰^{۹}$ مترمکعب در بخش کشاورزی، ۲×۱۰^{۹} متر مکعب دربخش خانوارها و $۰/۵\times۱۰^{۹}$ مترمکعب در بخش صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب مصرفی در بخش کشاورزی صرف

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری۷/۶ میلیون هکتار زمین در سال می‌شود که آبیاری ۶ میلیون هکتار آن به طور سنتی و ۰/۵ میلیون هکتار از راه آبیاری تحت فشار انجام می‌گیرد و۱/ ۱میلیون هکتار به صورت آیش نگهداری می‌شود (Pazira & Sadeghzadeh, 1999). متوسط بارندگی سالانه کشور حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که ۴۰ درصد کمتر از متوسط بارندگی سالانه آسیا و تقریباً ۳۳ درصد متوسط بارندگی سالانه جهان می باشد. افزون برآن، توزیع بارندگی، توزیع منابع آب (سطحی وزیرزمینی) و توزیع جمعیت با توجه به سطح کشور به شدت نابرابر می‌باشد. به طورمثال، منابع بالقوه آب تهران کمتر از ۲ درصد کل منابع آب کشور است در حالی که ۲۰ درصد جمعیت کشور را در بردارد (Vojdani, 2003).

افزایش جمعیت، رشد شهرنشینی، بالا رفتن کیفیت سطح زندگی و رشد بخش صنعت باعث تقاضای فزاینده برای آب شده است. جهت پاسخگویی به این تقاضای رو به گسترش، سیاستهای توسعه منابع و افزایش عرضه آب ازطریق ساخت سدهای مخزنی و چندمنظوره، احداث بند و کانالهای انتقال آب و سیاستهای توسعه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی مورد توجه بوده است. اما، به دلایل مختلف از جمله طراحی بعضاً ناقص، نگهداری ضعیف، بهره‌برداری غیر اصولی و پراکندگی مراکز تصمیم گیری، کارایی طرحهای آبیاری پایین بوده به طوری‌که بازده آبیاری درکشور بین ۳۰ تا ۳۵ درصد گزارش شده است (Pazira & Sadeghzadeh, 1999). ازطرف دیگر، سیاستهای کلان و خرد با اهداف ایجاد برابری، تأمین امنیت غذایی، تسریع رشد اقتصادی و گسترش فناوری باعث مصرف و بهره‌برداری‌بی‌رویه‌ازبعضی‌نهاده‌های تولید ازجمله‌آب‌آبیاری شده، به طوری که درحال حاضر در سطح کشوربیلان‌آبهای زیرزمینی‌منفی(۹- کیلومترمکعب درسال)است(Siadat, 2000).

چنین بهره‌برداری بی‌رویه‌ای درسطح استان خراسان کاملاً مشهود است. آمارهای موجود نشان می‌دهد که حجم بهره‌برداری ازآبهای زیرزمینی درحال حاضر۹/۷ میلیارد متر مکعب درسال است که ۱/۷ میلیارد مترمکعب آن بیش ازظرفیت ذخایرآبهای زیرزمینی استان می‌باشد. این برداشت اضافی باعث کاهش سالانه مقدارآب تعداد زیادی ازدشتهای استان

Archive of SID

www.SID.ir

گردیده، به طوری که از۷۶ دشت استان در۶۳ دشت بهره‌برداری‌های جدید ممنوع اعلام گردیده است (وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، ۱۳۸۲).

نظربه اینکه عرضه آب به دلایل محدودیت بودجه‌ای، افزایش هزینه‌های تهیه عرضه آن وحرکت به سمت منابع غیرسنتی، با محدودیت‌روبه روست. تأکیدها جهت بهره برداری از منابع آب به سمت مدیریت تقاضای آب درحال تغییر است. درمدیریت تقاضای آب استفاده کارا ازمنابع آب قابل دسترس مورد توجه است (Johansson & et al. , 2002).

در خراسان، به دلیل آنکه بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده آب (در حدود ۹۶٪) می باشد (وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، ۱۳۸۲)، مدیریت تقاضای آب در سطح منطقه ومزرعه بیشترمورد توجه است.لذا، درتحقیق حاضرمسئله بهره‌برداری بهینه و افزایش بازده آب آبیاری ازمنابع موجود از بعد اجتماعی بررسی شده است.

روش تحقیق

کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی درتعیین الگوی بهینه کشت و یا تخصیص نهاده‌های تولید، نظیرآب، دراقتصاد کشاورزی سابقه طولانی دارد. این کاربرد روند تکاملی خود را درسطح مزرعه، منطقه و یا بخش داشته است. درطرحهای توسعه منابع آب، به دلیل اهمیت اثرمصرف آب درفعالیتهای مختلف برمقداردرآمدهای حاصل ازپروژه، تخصیص بهینه آب در سطح منطقه ویا حوضه آبریزمورد توجه بوده است . افزون برآن، به دلیل اهمیت زمان مصرف آب در عملکرد محصول، درمدلسازی تخصیص بهینه آب به این مسئله به تدریج توجه شده است. برنامه‌ریزی خطی بیشترین کاربرد را درمدلسازی تخصیص آب داشته است. این روش را درایران اولین بار سلطانی(۱۳۷۲) درتعیین الگوی بهینه کشت در زیرسد درودزن به کار برد. یرون و دینر(Yaron & Dinar, 1982) با تلفیق برنامه‌ریزی خطی و پویا به مسئله زمان آبیاری توجه کردند. علاوه بر برنامه‌ریزی خطی، ازجمله روشهای دیگری که در بهینه سازی تخصیص آب بسیار مورد استفاده قرارگرفته‌اند، برنامه‌ریزی چندمنظوره[1] است. به طور مثال

1.multi-objective programming

Archive of SID

www.SID.ir

مینودین و همکاران (Mainuddin & et al., 1997) مسئله برنامه‌ریزی زراعی بهینه را در طرح آبیاری آبهای زیرزمینی موجود در تایلند با اهداف حداکثرسازی سودخالص وسطح زیرکشت آبی بررسی کردند.

یکی دیگر از جنبه‌هایی که در مدلسازی مورد توجه قرارگرفته است، استفاده تلفیقی از آبهای سطحی و زیرزمینی و همچنین تلفیق جنبه‌های هیدرولوژیکی واقتصادی آب است. برای نمونه رزگرانت وهمکاران (Rosegrant & et al., 2000) درمقیاس حوضه آبریز رودخانه میوپادرشیلی الگوی تلفیقی ازاقتصادوهیدرولوژی را در بهره برداری از این رودخانه ارائه کردند.

ماهیت تصادفی مقدارآب قابل دسترس با استفاده ازبرنامه‌ریزی محدودیت تصادفی[1] در بیشتر مطالعات مورد توجه قرار گرفته است. به طور مثال ماجی وهمکاران (Maji & et al., 1978) از این روش درتعیین الگوی بهینه کشت ومدیریت سیاستگذاری حوضه آبریز در هند استفاده کردند. درمدلسازی تخصیص آب درمقیاس دشت، منطقه و یا حوضه آبریزسعی شده است که رابطه آب، خاک و گیاه درحداکثرسازی عملکرد محصولات مختلف ویا درآمد مورد توجه بیشتری قرارگیرد. برای مثال قهرمان وسپاسخواه (Gharaman & Sepaskhah, 2004) مسئله حداکثرسازی درآمد ناخالص ازمقدار آب محدود در مقیاس منطقه‌ای را با استفاده تلفیقی ازبهینه‌سازی غیرخطی والگوریتم ترازآب و خاک بررسی کردند. زیبایی (Zibae, 2002) درطراحی راهبردهای آبیاری دراستان فارس تمام جنبه‌های فوق را با هدف حداکثرسازی مطلوبیت انتظاری درمدل خود لحاظ کرد. تمام الگوهای فوق به این مسئله که آیا فعالیتهای درنظرگرفته شده ازلحاظ اجتماعی دارای مزیت نسبی تولیدند یا خیر، توجهی ندارند.

الگوی به کاررفته درمطالعه حاضردراصل درقالب یک مسئله برنامه‌ریزی خطی و استفاده ازبرنامه‌ریزی محدودیت تصادفی قرارمی‌گیرد. ویژگی‌ای که دراین الگو رعایت شده آن است که قیمت یا ارزش اجتماعی عوامل تولید و فعالیتها منظورشده وهمچنین ضرایب فنی

1.chance constrained programming

Archive of SID

www.SID.ir

به صورتی متفاوت با مدل سطح مزرعه تعیین گردیده است. درواقع، مدل بافرض نبود هیچ‌گونه انحراف ناشی ازمداخله دولت ویا نقص بازار، پی‌ریزی شده است.

نظربه اینکه یکی ازنهاده‌های اساسی درفرایند تولید محصولات زراعی آب آبیاری است وبا توجه به نبود تعادل درعرضه و تقاضای آن، مدل تنها با فرض محدودیت آب آبیاری طراحی شده است، به بیان دیگرفرض گردیده سایرعوامل به مقدارکافی وجود دارد.

درسطح حوضه آبریز، تعیین الگوی بهینه کشت ازدید سیاستگذار و نه کشاورز مطرح است و لذا فرض حداکثرسازی منافع اجتماعی با توجه به محدودیتهای موجود یکی ازاهدافی به شمار می‌آید که می‌توان گفت سیاستگذاربه دنبال آن است. این موضوع را با استفاده از نهاده آب می‌توان توضیح داد. درسطح مزرعه، کشاورز دراستفاده ازآب موجود به دلیل توسعه نیافتگی بازارآب با گزینه مصرف و یا عدم مصرف روبه روست. ازطرف دیگر، امکان ذخیره آب برای کشاورز واستفاده ازآن در آینده، به دلیل ویژگی دسترسی آزاد به منابع آب، وجود ندارد درنتیجه، تمایلی در وی جهت صرفه جویی درمصرف آب مشاهده نمی‌شود. دراین شرایط دولتها می‌کوشند با برگزیدن سیاستهایی همچون قیمتگذاری آب، انگیزه صرفه‌جویی وبهره‌برداری بهینه ازمنابع آب را در کشاورزان ایجاد وتقویت کنند. لذا، چون مدل درشرایط عاری ازنقص بازار(دسترسی آزاد) و نبود مداخله دولت (مثلاً سیاست قیمتگذاری) طراحی می شود، لازم است ضرایب فنی به گونه‌ای تعیین شود که تحت تأثیرحالات فوق نباشد.

ساختار مدل برنامه‌ریزی شده به صورت زیر است:

$$
\begin{aligned}
&\textit{maximise} && NSB = \sum_{c=1}^{n}\sum_{d=1}^{m}\left[ya_{cd}(sp_c - sc_c) - w_{cd}\times pw\right]x_{cd} \\
&\textit{subject.to} && \sum_{c}^{n}\sum_{d=1}^{m} x_{cd} = \bar{x} \qquad (1)\\
& && \sum_{d}^{m} x_{cd} \le \bar{x}_c \qquad \forall c \\
& && \sum_{c}^{n}\sum_{d}^{m} w_{cd}x_{cd} \le \overline{w} - Z_{\alpha}\sigma_w \\
& && x_{cd} \ge 0
\end{aligned}
$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن NSB منافع خالص اجتماعی، ya_{cd} عملکرد واقعی محصول c در واحد سطح درحالت کم آبیاری d ام (نحوه به دست آوردن این متغیر در ادامه توضیح داده شده است)، sp_c ارزش اجتماعی یا قیمت سایه‌ای واحد محصول c در منطقه و sc_c هزینه های اجتماعی تولید واحد محصول c در منطقه بدون هزینه آب است. همچنین x_{cd} سطح فعالیت c درکم‌آبیاری d ام، $\bar{x}$ کل سطح زیرکشت، $\bar{x}_c$ حداکثرسطح زیرکشت محصول c ام و w_{cd} نیاز آبی محصول c در منطقه است که مقدار آن براساس تنشهای مختلف در مراحل رشد گیاه با لحاظ کردن سه سطح کارایی در سیستم بهره‌برداری و مصرف آب درسطح مزرعه محاسبه می گردد (نحوه به دست آوردن این متغیر نیز در ادامه توضیح داده شده است). این محدودیت به دلیل تصادفی بودن مقدارآب آبیاری در دسترس، به صورت محدودیت احتمالی و یا تصادفی درنظرگرفته شد.

برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی را چارنزوکوپر(Charnes & Cooper, 1959) پیشنهاد کردند. نبود حتمیت درسمت راست(منابع) مدل برنامه‌ریزی خطی با این فرض که تصمیم‌گیرنده مایل به ساختن یک وضعیت احتمالی نسبت به فراوانی مقدارمنابع موجود می‌باشد، بررسی شده است. احتمال آنکه مقدار محدودیتی بزرگتر یا مساوی مقدار αی ازپیش تعیین شده باشد، به صورت زیرمی توان نشان داد (McCal & Spreen, 2005):

$$pr\left[\sum a_{ij} x_j \le b_i\right] \ge \alpha \qquad (۲)$$

اگرمقدارمتوسط سمت راست b_i ازدوطرف رابطه بالا کسر وهردو طرف برانحراف معیار ضریب سمت راست (σ_{bi}) تقسیم شود، محدودیتهای بالا به صورت زیردرمی آید (همان منبع):

$$pr\left[\frac{\sum a_{ij} x_j - \bar{b}_i}{\sigma_{b_i}} \le \frac{(b_i - \bar{b}_i)}{\sigma_{b_i}}\right] \ge \alpha \qquad (۳)$$

دررابطه بالا $\frac{b_i - \bar{b}_i}{\sigma_{b_i}}$ خطاهای استانداردی را به دست می‌دهد که b_i را از مقدار میانگین آن دورمی‌سازد. این عبارت با z نشان داده می شود. زمانی که از حدیک احتمال خاص (α) استفاده شود، مقدارمناسب z، z_α است ودرنتیجه، محدودیتها به صورت زیردرمی آید (همان منبع):

Archive of SID

www.SID.ir

$$pr\left[\frac{\sum a_{ij}x_j - \bar{b_i}}{\sigma_{b_i}} \le z_\alpha\right] \ge \alpha \qquad (۴)$$

و برای نشان دادن ریسک درسمت راست، محدودیتها را به صورت زیرمی‌توان نوشت (همان منبع):

$$\sum a_{ij}x_j \le \bar{b_i} - z_\alpha \sigma_{b_i} \qquad (۵)$$

محدودیتهای فوق نشان می‌دهد که مصرف منبع ($\sum a_{ij}x_j$) باید کمتر یا مساوی مقدار متوسط منبع منهای انحراف معیار ضرب در سطح بحران ناشی از سطح احتمال باشد. لذا، در مدل ۱، $\overline{w}$ مقدار متوسط آب در دسترس است که در مطالعه حاضر در سطح ۱ هکتارمحاسبه شد. مقدار z_α را به دوطریق می‌توان تعیین کرد: یکی با فرضی راجع به توزیع احتمال (مثلاً نرمال) و دیگری به برآوردی محافظه کارانه ازنابرابری کیبی شف[1]. گفتنی است درمطالعه حاضرروش اول مورد استفاده قرار گرفت.

نیازآبی محصول از روش پنمن- مونتیت[2] محاسبه می‌شود. کل نیاز آبی گیاه (REQ_t) در طول ماه t با استفاده ازرابطه ۶ محاسبه می‌شود (Evans & et al., 2003):

$$REQ_t = ET_o \times K_{ct} \qquad (۶)$$

که در آن ET_o مقدار تبخیروتعرق مرجع در ماه t و K_{ct} ضریب محصول متناسب با ماههای رشد محصول است. نیازآبی محصول jام ازرابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w_j = \frac{REQ_t - EP_t}{IE} \qquad (۷)$$

که درآن EP_t بارندگی مؤثردرماه t و IE شاخصی ازسطح کارایی سیستم توزیع آب است (Evans & et al, 2003).

به دلیل آنکه سود اجتماعی تحت تأثیرعوامل مختلفی ازجمله عملکرد محصول است و با توجه به اینکه عملکردهای مشاهده شده در سطح مزرعه و حوضه آبریزعلاوه بر عوامل جوی، از سیاستهای حاکم بربخش کشاورزی نیزمتأثرمی باشد (به طورمثال سیاستهای قیمتگذاری نهاده‌های اعتبارات و کود برسطح مصرف این عوامل در مزرعه و در نتیجه،

1.Chebyshevs' inequality
2. Penman-Monteith method

Archive of SID

www.SID.ir

برعملکرد محصول مؤثر است). لذا، می توان گفت عملکرد مشاهده شده درواقع عملکردی انحرافی است ودرنتیجه برای تعیین دقیقترمنافع اجتماعی، تعیین عملکردی لازم به نظرمی‌رسد که متأثرازاین سیاستها نیست وصرفاً تابعی ازرابطه آب و خاک وگیاه است.

جهت تعیین عملکرد واقعی می توان ازرابطه زیر،که از سوی آلن و همکاران (Allen & et al., 1988) مطرح شده است، استفاده کرد.

$$\frac{y_a}{y_p} = \prod_{i=1}^{n}\left[1 - ky_i\left(1 - \frac{AET_i}{PET_i}\right)\right] \qquad (۸)$$

که در آن n کل مراحل رشد محصول، y_a وy_p به ترتیب عملکرد واقعی وبالقوه، AET وAEP به ترتیب تبخیروتعرق واقعی و بالقوه وk_y فاکتورپاسخ عملکرد است. با توجه به رابطه بالا، عملکرد واقعی را از رابطه زیر می‌توان به دست آورد:

$$y_a = y_p \times \prod_{i=1}^{n}\left[1 - ky_i\left(1 - \frac{AET_i}{PET_i}\right)\right] \qquad (۹)$$

داده‌ها واطلاعات مورد نیاز

در تهیه اطلاعات مورد نیازدر زمینه قیمت، هزینه و منافع اجتماعی وخصوصی نهاده‌ها ومحصولات زراعی تحت بررسی از کار تحقیقاتی "تعیین مزیت نسبی محصولات زراعی" سلطانی وهمکاران (گزارش چاپ نشده) استفاده شده است. افزون برآن، جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از سطح مزرعه، ابتدا روستاهای منطقه مورد مطالعه، حوضه آبریز حریررود و کشف رود (دشتهای مشهد، نریمانی، سنگ بست) با استفاده ازاطلاعات GIS شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، به طورتصادفی انتخاب شدند. سپس از راه مصاحبه حضوری با کشاورزان این روستاها، که آنها نیز به طورتصادفی انتخاب شدند، ۲۵۰ پرسشنامه تکمیل گردید. اطلاعات تکمیلی نیزازطریق مصاحبه ویا استفاده ازکارهای تحقیقاتی بعضی از متخصصان منطقه و استادان دانشگاه فردوسی به دست آمد.

برای ساختن مدلی که کم آبیاری درآن درنظرگرفته شده باشد به اطلاعاتی درباره عملکرد بالقوه و نیازآبی گیاه درمراحل مختلف رشد نیاز است. مقدارعملکرد بالقوه برای محصولات نمونه براساس تجربه کشاورزان در۱۰سال گذشته و همچنین نظربعضی

Archive of SID

www.SID.ir

ازکارشناسان کشاورزی به دست آمد. مقادیر به دست آمده، دربرنامه نوشته‌شده به زبان GAMS/MINOS (Brooke & et al., 1988) نشان داده شده است. برای تعیین نیازآبی گیاهان ازتحقیق ومطالعهٔ وزارت کشاورزی سابق و سازمان هواشناسی کشوراستفاده گردیده است. این تحقیق با روش مطرح شده دراین مطالعه همسوست و پاراگراف زیرکه نقل قولی است مستقیم ازآن مطالعه نشاندهنده این مسئله می باشد.

"دراین طرح داده‌های مربوط به تاریخ کاشت و برداشت و طول دوره رشد محصولات زراعی و باغی و ضرایب گیاهی آنها براساس مطالعات صحرایی انجام شده برروی کلیه دشتهای کشاورزی کشور(۶۲۰) می باشد. علاوه برآن از نتایج پژوهش هایی که قبلاً در این زمینه صورت گرفته نیز سود جسته شده است. اطلاعات هواشناسی مورد استفاده در یک دوره ۳۰ ساله بصورت روزانه از کلیه ایستگاه های سینوپتیک، اقلیم شناسی و کشاورزی کشور جمع‌آوری وپس ازحک و اصلاح درمحاسبات استفاده شده‌اند. برای هرکدام ازدشتها یک یا چند ایستگاه معرف انتخاب و محاسبات برمبنای داده های آن ایستگاه بوده است. انتخاب ایستگاه معرف با توجه به موقعیت دشت و ایستگاه و بازدیدهای محلی و مشاوره با متخصصین کشاورزی محل انجام شده است. برای محاسبات نیازآبی روش فائو پنمن – مانتیت در دوره‌های ۱۰روزه و ماهانه بکارگرفته شده است که در نتیجه تبخیر- تعرق، باران موثر و نیازخالص آبیاری در هر دوره ، ماه و فصل زراعی محاسبه شده است." (وزارت کشاورزی، سازمان تات، ۱۳۷۵).

اطلاعات استفاده شده ازمطالعه فوق برای هر۱۰روز ازمراحل رشد گیاهان نمونه و محاسبه آن برای هر یک از مراحل رشد آنها دربرنامه نوشته شده آمده است. یادآوری می‌شود که مدت زمان هرمرحله ازمراحل رشد گیاهان نمونه با مشاوره با بخش زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد وکشاورزان نمونه تعیین گردیده است.

حداکثرسطح زیرکشت محصولات درمدل برابربا مقدارموجود آنها درنمونه درسطح ۱ هکتار درنظرگرفته شد. به دلیل محدودیت نرم افزارمورد استفاده که حداکثر ۳۰۰ فعالیت را می‌تواند درنظربگیرد، هرفعالیت درمدل به صورت ۴۵ فعالیت یا ۴۵ تنش آبی متفاوت برای

Archive of SID

www.SID.ir

هرمحصول (مجموعاً ۶ محصول) درنظرگرفته شد. به دلیل وجود نداشتن امکان جمع‌آوری اطلاعات دقیق ازمیزان تنشی که کشاورزان درعمل استفاده می‌کنند ومقدارآن هم برای هر کشاورز می‌تواند متفاوت باشد، با استفاده ازنرم افزار اکسل، اعداد تصادفی کوچکتر از۱ و بزرگتر از۰/۵ برای میزان تنش گیاه درهرمرحله ازمراحل پنجگانه رشد گیاهان درنظرگرفته شد (برای گیاهانی مثل چغندرقندکه ریشه آنها استفاده می‌شود، تنش درمرحله گلدهی بدون معنی است) . اعداد به دست آمده دربرنامه نوشته شده موجود است.

مقداررریسک درمیزان آب دردسترس درسطوح ۸۰، ۸۵، ۸۷/۵، ۹۰ و۹۵ درصد برای مقدار Z_α درنظرگرفته شد. ازطرف دیگر، به دلیل اهمیت بازده آبیاری درآبیاری محصولات زراعی، سه سطح کارایی ۶۵، ۴۵ و ۳۵ درصد منظور گردید. درردیف محدودیتهای مدل، به دلیل آنکه چغندرقند درمنطقه براساس کارتحقیقاتی سلطانی وهمکاران، فاقد مزیت نسبی است، ازمحدودیت چغندرقند به عنوان ردیف انتقال استفاده شد وسطح زیرکشت چغندرقند به یکی ازمحصولاتی که تقریباً همزمان با آن کشت می شود، انتقال یافت. لذا، درجواب بهینه مقدارسطح زیرکشت چغندرصفراست.

گفتنی است که درتابع هدف مدل، هزینه اجتماعی آب آبیاری به صورت جداگانه لحاظ شده است. به دلیل عملکردهای متفاوتی که ازحل مدل برای محصولات به دست می‌آید، با استفاده ازیافته‌های کار تحقیقاتی سلطانی و همکاران، هزینه اجتماعی تولید ۱کیلوگرم ازمحصولات مورد بررسی محاسبه وهزینه آب آبیاری ازآن کم شد و به عنوان هزینه اجتماعی تولید ۱ کیلوگرم محصول بدون هزینه اجتماعی آب درمدل به کار رفت. درکار تحقیقاتی سلطانی وهمکاران ۴ نرخ بهره و در نتیجه، ۴ قیمت آب به کارگرفته شد. درمدل حاضراز نرخ بهره ۶ درصد و قیمت ۳۰/۷۲ تومان برای هرمترمکعب آب استفاده گردید. افزون برآن، درسطوح کارایی مورد نظر، قیمتهای مختلفی درنظرگرفته شد تا قیمتی که به ازای آن، منافع اجتماعی درسه سطح کارایی و درحالت نبود ریسک درمقدارآب دردسترس صفرمی‌گردد، مشخص شود. این قیمت حداکثرقیمتی است که برای آب آبیاری می توان درنظرگرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

دراین قسمت نتایج حاصل از حل مدل، مورد بحث و بررسی قرارگرفته است. بعضی ازنتایج حل مدل درسطح کارایی ۳۵ درصد درجدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار متوسط آب آبیاری کم آبیاری‌های درنظرگرفته شده، مربوط به چغندر با ۲۰۱۸۵ وکمترین مربوط به جو با ۶۰۴۰ مترمکعب درهکتارمی باشد. مقایسه بین حداقل میزان آب آبیاری مورد نیاز برای محصولات نشان می دهد که بیشترین وکمترین آب آبیاری مورد نیازبه ترتیب مربوط به چغندرقند با ۱۷۰۱۸و جو با ۴۷۰۸ مترمکعب درهکتاراست. ملاحظه می‌شود که دامنه تغییرات بین حداقل و حداکثرآب آبیاری مورد نیازدرچغندرقند نسبت به سایرمحصولات نمونه کمترو نسبت حداکثربه حداقل آن برابر ۱/۴۹۷ می باشد. این مقداربرای سیب زمینی به بیشترین مقدارخود یعنی ۱/۷۸۴ می‌رسد. مقایسه بین متوسط آب آبیاری نمونه وکم آبیاری‌های درنظرگرفته شده، نشان می دهد که مقدارآب مصرفی دریک هکتارکشت موجود درگندم وپیاز به ترتیب ۱۰ و ۱۶ درصد بیشتروبرای جو، چغندرقند، گوجه فرنگی و سیب زمینی به ترتیب ۲/۹۵ ، ۲۳/۵۴، ۱۰/۸۶ و ۱۶/۷۹ درصد کمتراست. مقایسه بین میانگین متوسط کم آبیاری‌های درنظرگرفته شده و متوسط آب آبیاری درکشت موجود نشان می دهد که درکشت موجود درهرهکتار۹ درصد آب آبیاری کمترمصرف می‌شود. با توجه به جدول ۱ ملاحظه می گردد که عملکرد موجود ومتوسط عملکرد واقعی به دست آمده با یکدیگراختلاف دارند وبرای گندم، چغندر، پیاز وسیب زمینی به ترتیب ۲/۵، ۵/۴، ۲/۴، ۱۱/۹ درصد عملکرد موجود ازعملکرد واقعی کمتراست. برای جو وگوجه فرنگی عملکرد موجود از عملکرد واقعی به ترتیب ۱/۲ و ۳۸/۳ درصد بیشتراست. اختلاف زیاد درگوجه فرنگی به نسبت عملکرد واقعی به عملکرد بالقوه برمی‌گردد که هم حداکثر وهم حداقل آن نسبت به محصولات دیگرکمتر می‌باشد و کلاً دامنه خوبی برای آن به دست نیامده است. یادآوری می‌شود که مقادیرتنش به طورتصادفی بین ۱و ۰/۵ درنظرگرفته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نتایج به دست آمده ازجدول ۱ می توان نتیجه گرفت که بازده آبیاری درسطح نمونه بین محصولات متفاوت است و کارایی مصرف آب درکل نمونه بیشتراز۳۵ درصد می‌باشد. افزون برآن، به نظرمی‌رسد که اگرمقدار سطوح کم‌آبیاری درنظرگرفته شده بیشتر می‌بود نتایج احتمالاً به واقعیتهای موجود نزدیکتر می شد. با این حال، نتایج به دست آمده درسطح کارایی ۳۵ درصد خیلی به واقعیتهای موجود درسطح مزرعه نزدیک است. شاید بتوان گفت روش عملی تعیین بازده آب آبیاری درسطح مزرعه روش به کارگرفته شده دراین مطالعه می‌باشد: یعنی الف)تعیین مقادیرآب آبیاری درسطوح مختلف کارایی با سطوح متفاوت تنش درمراحل رشد گیاه، ب) مقدارآب آبیاری مورد نیازوعملکرد واقعی و ج) مقایسه نتایج به دست آمده با وضعیت موجود درسطح مزرعه. احتمالاً همکاری با متخصصان آب و خاک بتواند به تقویت این روش جهت تعیین حدود کارایی آب آبیاری درسطح مزرعه کمک کند. به نظرمی‌رسد اختلاف حدود ۱۲ درصدی بین مصرف متوسط آب درنمونه با متوسط به دست آمده ازمدل، شاخص خوبی برای توجه به بهبود این روش جهت تعیین حدود بازده آب آبیاری درسطح مزرعه باشد و لذا ممکن است لازم باشد ازبعد فنی، روابط دیگری نیزدرنظرگرفته شود که نیاز به زمینه های تخصصی دیگرداشته باشد که ازآنها غفلت شده است.

به نظرمی‌رسد تحلیل بالا اگر براساس سطح زیرکشت موجود محصولات درنمونه صورت گیرد، تصویردقیقتری ازکارایی آب آبیاری درکل سطح مزرعه و نه تک تک محصولات به دست دهد. درجدول ۱، مقادیرسطح زیرکشت محصولات و یا به عبارت بهتر، الگوی کشت موجود درمقیاس ۱هکتارنشان داده شده است. برای تعیین حدود کارایی درمصرف آب آبیاری درسطح کل مزرعه، مقدارآب مصرفی موجود درهکتارومتوسط آب آبیاری موردنیازدرسطح کارایی ۳۵ درصد ضرب درسطح زیرکشت محصولات شد که نتایج درجدول۱ ملاحظه می‌شود. سپس کل آب مصرفی در۱هکتار با توجه به الگوی کشت برای مدل ومقدارموجود، محاسبه شد که به ترتیب ۱۳۳۵۴ و ۱۱۷۹۷ مترمکعب درهکتار به دست آمد. ملاحظه می شود که مقدارآب مصرفی الگوی کشت موجود ۱۱ درصد ازمدل کمتر

Archive of SID

www.SID.ir

است. با توجه به این امرمی توان نتیجه گرفت که کارایی مصرف آب در سطح مزرعه قطعاً از ۳۵ درصد بیشتراست. بی‌گمان همین‌تحلیل رامی‌توان برای سایرسطوح‌کارایی درنظرگرفته‌شده درمدل انجام داد و به این ترتیب حدود کارایی مصرف آب درسطح مزرعه را به دست آورد.

جدول۱. مقدارآب مصرفی و عملکرد درنمونه وکم‌آبیاری درسطح ۳۵ درصد مدل (مترمکعب و کیلوگرم/هکتار)

شرح	سیب زمینی	پیاز	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	جو	گندم
متوسط آب آبیاری	۱۹۳۶۸/۰	۱۵۱۷۸/۷	۱۸۰۹۷/۴	۲۰۱۸۵/۳	۶۰۳۹/۸	۷۰۲۷/۶
حداکثر آب آبیاری	۲۵۶۰۱/۴	۱۹۰۳۱/۱	۲۲۳۷۱/۹	۲۵۴۷۷/۰	۷۲۰۰/۷	۸۶۱۵/۳
حداقل آب آبیاری	۱۴۳۵۱/۹	۱۱۶۴۷/۷	۱۳۴۹۷/۳	۱۷۰۱۸/۲	۴۷۰۸/۹	۵۳۱۱/۰
نسبت حداکثر به حداقل	۱/۷۸۴	۱/۶۳۴	۱/۶۵۸	۱/۴۹۷	۱/۵۲۹	۱/۶۲۲
متوسط عملکرد واقعی	۲۹۷۰۱/۷	۴۳۳۸۷/۷	۲۷۷۴۵/۹	۳۴۹۳۸/۷	۳۰۵۱/۷	۴۰۶۲/۹
حداکثر عملکرد واقعی	۴۱۲۹۴/۸	۵۹۲۶۲/۱	۴۳۷۵۸/۳	۵۰۰۵۴/۲	۳۹۶۷/۷	۵۰۴/۸
حداقل عملکرد واقعی	۲۱۲۸۸//۶	۳۱۵۲۷/۶	۱۳۰۹۲/۶	۲۵۳۴۴/۴	۲۲۲۵/۱	۲۹۲۳/۲
حداکثر نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۹۰۱	۰/۸۶۲	۰/۷۰۸	۰/۸۹۸	۰/۹۴۵	۰/۸۸۰
حداقل نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۴۶۴	۰/۴۵۹	۰/۲۱۲	۰/۴۵۵	۰/۵۳۰	۰/۵۱۱
مقدار آب مصرفی موجود	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۵۸۶۱/۱۱	۷۷۴۰/۴۳
درصدتغییر نسبت به میانگین کم آبیاری‌ها	-۱۶/۸۰	۱۶/۳۹	-۱۰/۸۶	-۲۳/۵۴	-۲/۹۶	۱۰/۱۴
عملکرد موجود در نمونه	۲۶۵۳۴/۵۵	۴۲۳۷۲/۸۸	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷	۳۰۸۹/۲۹	۳۹۶۴/۵۴
درصدتغییرعملکردنسبت‌به‌میانگین‌کم‌آبیاری‌ها	-۱۱/۹	-۲/۴	۳۸/۳	-۵/۴	۱/۲	-۲/۵

متوسط آب آبیاری مدل والگوی کشت موجود						
موجود	۱۱۷۹۷	مدل	۱۳۳۵۴	درصد تغییر میانگین آب کم‌آبیاری‌ها نسبت به میانگین آب آبیاری موجود		۱۲
آب مصرفی با توجه به الگوی کشت مزرعه و مصرف آب آبیاری در:						
وضعیت موجود		۷۱۰/۶۷	۴۵/۹۳	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۱۷۹۴/۶۷	۹۹۸/۵۲
مدل		۸۵۴/۱۳	۳۹/۴۶	۶۵۲۴/۱۱	۳۱۸۱/۲۰	۱۸۴۹/۳۸	۹۰۶/۵۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج مدل درسطح کارایی ۶۵، ۴۵ و ۳۵ درصد در حالت نبود ریسک و سطوح ریسک ۸۰، ۸۵، ۸۷/۵، ۹۰ و ۹۵ درصد درمقداردسترسی به آب آبیاری نیز به دست آمد که به دلیل طولانی شدن مقاله فقط به ارائه نتایج سطح کارایی ۴۵ درصد بسنده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج جدول ۲ براساس حذف چغندرقند (محصولی که براساس کارتحقیقاتی سلطانی و همکاران فاقد مزیت نسبی بود) وجایگزینی محصولاتی می‌باشد که تقریباً همزمان با این محصول کشت می‌شوند. لذا، سطح زیرکشت چغندرقند درجواب بهینه صفراست. با این حال، مدل برای حالتی که چغندرقند به عنوان یک فعالیت با سود اجتماعی منفی لحاظ شد، حل گردید که نتایج آن درادامه بررسی می‌شود.

الگوی بهینه کشت درسطح کارایی ٤٥ درصد و نبود ریسک درمدل

درجدول ۲ الگوی بهینه کشت درسطح کارایی ۴۵ درصد وحالت بدون ریسک درمقدار آب آبیاری دردسترس نشان داده شده است. با توجه به این جدول ملاحظه می شود که درالگوی بهینه کشت گندم وارد نشده است. سطح کم‌آبیاری برای جو، سیب زمینی و پیاز به ترتیب شماره ۱۷، ۱۹و۶ است. گوجه فرنگی با دوسطح کم‌آبیاری شماره ۲۵ و ۲۰ درجواب بهینه آمده است. سطح زیرکشت درالگوی بهینه نسبت به الگوی کشت موجود برای جو ۶۰ درصد کاهش، برای گوجه فرنگی با شماره کم‌آبیاری بیست و پنج ۱/۲ درصد افزایش، برای گوجه‌فرنگی با شماره کم‌آبیاری بیست ۵۷/۲ درصد کاهش و برای سیب زمینی و پیاز به ترتیب ۳۵۸ و ۶۰۵۳/۸ درصد افزایش داشته است. با توجه به جدول ملاحظه می شود که بیشترین تنش برای جودرمرحله ۵، گوجه فرنگی با سطح کم آبیاری ۲۵ در مرحله ۱، گوجه‌فرنگی با سطح کم آبیاری ۲۰ در مرحله ۱، سیب زمینی در مرحله ۲ و پیازمرحله ۵ رشد گیاه اتفاق افتاده است. مقایسه سطح کم آبیاری گوجه فرنگی ۲۵ و ۲۰ نشان می دهد که مقدارتنش برای گوجه فرنگی ۲۰ در مراحل ۱، ۲ و۵ بیشترازگوجه فرنگی ۲۵ است. عملکرد واقعی برای جو۳۹۶۷، گوجه فرنگی بیست و پنج ۴۳۷۵۸، گوجه فرنگی بیست ۳۹۳۴۱، سیب‌زمینی۳۰۱۸۸ و پیاز ۵۹۲۶۲ کیلوگرم‌درهکتاراست‌که نسبت به عملکرد موجود، برای جو ۲۸ درصد افزایش، گوجه فرنگی ۲/۷۴ و ۱۲/۵۵ درصد کاهش وبرای سیب زمینی و پیاز به ترتیب ۱۳و ۴۰ درصد افزایش داشته است. جدول ۲ مقدارآب آبیاری مورد نیازومقدارموجود را نشان می دهد. با توجه به جدول۲ ملاحظه می‌شود که درصد تغییرنسبت به آب مصرفی موجود برای جو ۴/۴۵درصد کاهش، گوجه فرنگی ۲۵ و ۲۰ به ترتیب ۷/۸۷ درصد افزایش و

Archive of SID

www.SID.ir

۵/۶۹ درصد کاهش و برای سیب زمینی و پیازبه ترتیب حدود ۱۹ و۱۷ درصد کاهش داشته است. مقایسه سودخالص اجتماعی درهکتارهرفعالیت درالگوی کشت موجود وبهینه نشان می‌دهد که درالگوی بهینه کشت برای جو ۴۸ درصد کاهش، گوجه فرنگی۲۵ ۱۱ درصد کاهش، گوجه فرنگی ۲۰ ۱۳۴ درصد افزایش و برای سیب زمینی و پیازبه ترتیب ۶۸۶ و ۱۰۷۵۸ درصد افزایش مشاهده می‌شود. توجیه اینکه گوجه فرنگی دردوسطح کم‌آبیاری درجواب بهینه درسطح کارایی ۴۵ درصد آمده است مشکل می باشد. آیا کم‌آبیاری تابع قانون بازده نزولی است؟ درقسمت نتیجه گیری این مبحث سعی شده است پاسخی برای این یافته که برای محصولات دیگرنیزتکرارشده، بیان شود. سودخالص اجتماعی درهکتاردرسطح کارایی ۴۵ درصد نیزنسبت به سطح موجود افزایش و از مقدار ۲۵۷۲۰۰ به ۶۶۴۹۹۰ تومان درهکتاررسیده که درصد تغییرآن نسبت به سودخالص اجتماعی موجود ۱۵۸ درصد است. بازده خالص هرمترمکعب آب آبیاری نیزنسبت به وضع موجود افزایش و از ۲۱/۸ به ۴۶/۴۴ تومان درمترمکعب رسیده است. مقدار آب مورد نیازدرالگوی بهینه کشت درمقایسه با الگوی کشت‌موجود ازمقدار۱۱۷۹۷ به ۱۴۳۱۸ مترمکعب درهکتاررسیده که حدود ۲۱ درصد افزایش‌درمصرف آب آبیاری را نشان می‌دهد. دقت شود که برای هر فعالیت به جزگوجه‌فرنگی ۲۵، مقدارآب مورد نیازکاهش یافته است.لذا، می توان گفت کاهش مصرف آب دریک فعالیت الزاماً به معنی کاهش آب درالگوی کشت نیست واصولاًهدف از به کارگیری مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی کاربرد نهاده ها دربهترین وضعیت سود دهی آنهاست نه تعیین الگوی بهینه کشت با مقدارکمترمصرف نهاده ها. گفتنی است که مقدارآب دردسترس براساس بازده ۳۵ درصد (ومقدارموردنیازبراساس ۴۵درصد) محاسبه شده و همان طورکه گفته شد ازمقدارمصرف درالگوی کشت موجود بیشتر و مبین آن است که بازده آبیاری درسطح مزرعه قطعاً از۳۵ درصد بیشتر می‌باشد.

با لحاظ کردن نبود حتمیت درمقدارآب آبیاری قابل دسترس، مدل به واقعیتهای موجود درسطح مزرعه نزدیکتر می‌شود ولذا، انتظارآن است که مقدارآب آبیاری مورد نیاز هیچ الگوی بهینه کشتی بیشترازمقدارجاری درهکتارنباشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی بهینه کشت درسطح کارایی ٤٥ درصد و وجود ریسک درمدل

نتایج مدل سطح حوضه در بازده ۴۵ درصد آب آبیاری درسطح مزرعه و درسطوح ریسک تحت بررسی درجدول ۳ نشان داده شده است. درسطح ریسک ۹۵ درصد وکارایی ۴۵ درصد، مدل فاقد جواب است. درسطح ریسک ۹۰ درصد و پایین تر، مدل جواب بهینه دارد. با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که درسطح ریسک ۹۰ درصد پیازبا دوسطح کم‌آبیاری درجواب بهینه آمده است. نسبت به الگوی کشت موجود، الگوی بهینه سطح زیرکشت گندم تغییری نداشته، جو وگوجه فرنگی به ترتیب ۰/۱ و ۴۴ درصد کاهش وسیب‌زمینی و پیاز ۱۱ و ۲۴ به ترتیب ۳۵۸ و ۵۸۲۳/۱ و ۱۳۰/۸ درصد افزایش یافته اند. درجواب بهینه، گندم با سطح کم‌آبیاری ۲۳، جو ۱۲، گوجه فرنگی ۸، سیب زمینی ۲۷ و پیاز۱۱ و ۲۴ وارد شده اند. نسبت عملکرد واقعی به بالقوه در گندم ۰/۵۲۹۰، جو ۰/۵۵۳۰، گوجه فرنگی ۰/۵۷۶۰، سیب زمینی ۰/۴۶۴۰، پیاز ۱۱ ۰/۷۴۶۰ و پیاز ۲۴ ۰/۴۵۹۰ است. درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود، فقط درپیاز۱۱ افزایش ۲۱ درصدی داشته ودرسایرمحصولات کاهش یافته است. مقدارسودخالص اجتماعی درهکتار در الگوی بهینه کشت ۴۰۲۶۲۸ تومان است که ۱/۵۶ برابرالگوی کشت موجود است. مقدارآب آبیاری موردنیاز درالگوی بهینه کشت ۸۷۳۷ مترمکعب درهکتاراست که ۷۴ درصد مقدارالگوی کشت موجود می باشد. بازده هرمترمکعب آب آبیاری درالگوی بهینه کشت افزایش یافته به طوری که حدود ۲/۱ برابرالگوی کشت موجود است.

با توجه به جدول ۳ ملاحظه می شود که درسطح ریسک ۸۷/۵ درصد، وضعیت محصولات الگوی بهینه کشت با سطح ۹۰ درصد فرقی نکرده وپیاز فقط با یک سطح کم‌آبیاری درجواب بهینه ظاهر شده ومقدارسطح زیرکشت سیب زمینی کاهش و گوجه‌فرنگی افزایش یافته است. افزون برآن، سطح کم آبیاری برای گندم، جو و گوجه‌فرنگی تغییرنکرده اما سیب زمینی ازسطح کم‌آبیاری ۲۷ به ۲۴ و پیاز از ۱۱ و ۲۴ به ۷ تغییرکرده است. بدیهی است که این تغییرات سودخالص اجتماعی و مقدار آب مورد نیازرا

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرمی دهند. درمقایسه با الگوی کشت موجود، سطح زیرکشت گندم تغییری نکرده و سطح زیر کشت محصولات جو و گوجه فرنگی به ترتیب ۰/۱ و ۶ درصد کاهش و سیب زمینی وپیازبه ترتیب ۴۷ و ۶۰۵۳ درصد افزایش یافته است. کمترین مقدارنسبت عملکرد واقعی به بالقوه درگندم با مقدار ۰/۵۲۹۰ مشاهده می شود. سودخالص اجتماعی درهکتارالگوی بهینه کشت ۴۶۴۰۲۴ تومان است که درصد تغییرآن نسبت به الگوی کشت موجود ۸۰/۴۱ درصد افزایش نشان می‌دهد. مقدارآب مورد نیازالگوی بهینه کشت ۹۲۹۱ مترمکعب درهکتاراست که حدود ۷۸ درصد الگوی کشت موجود می باشد. بازده هرمترمکعب آب آبیاری درالگوی بهینه کشت ۴۹/۹۴ تومان است که درصد تغییرآن نسبت به بازده الگوی کشت موجود، مثبت و ۱۲۹ درصد می باشد. در واقع بازده هرمترمکعب آب آبیاری ۲/۲۹ برابر شده است.

درجدول ۳ نتایج درسطح ۸۵ درصد ریسک نیزمشاهده می شود. این جدول نشان می‌دهد که سیب زمینی ازالگوی بهینه کشت حذف شده و جو با دوسطح کم آبیاری درجواب بهینه حضور یافته است. دراین سطح ازریسک، گندم با سطح کم آبیاری ۲۰، جو ۲۱ و ۳۴، گوجه فرنگی ۸ و پیاز۶ درالگوی بهینه کشت مشاهده می‌شوند. نسبت به الگوی کشت موجود، درالگوی بهینه کشت سطح زیرکشت گندم تغییری نکرده، جو۲۱ به میزان ۱۷، جو۳۴ به مقدار ۸۲/۷ و سیب زمینی ۱۰۰ درصد کاهش و گوجه فرنگی و پیاز به ترتیب ۱۲/۱ و ۶۰۵۳ درصد افزایش داشته است. سطح زیرکشت جو درمجموع، ۰/۲۴درصد افزایش نشان می دهد. بیشترین تنش درهردو سطح کم‌آبیاری ۲۱ و ۳۴ جو درمرحله ۴ رشد گیاه به ترتیب برابر ۰/۵۱۰۷ و ۰/۵۴۶۳ می باشد. مقدار سودخالص اجتماعی هر هکتارالگوی بهینه کشت ۵۰۲۹۳۰ تومان است که ۱/۹۵ برابرالگوی کشت موجود می باشد. مقدارآب مورد نیازالگوی بهینه کشت ۹۷۷۵ مترمکعب درهکتار می‌باشد که ۸۲ درصد مصرف آب درالگوی کشت موجود است. بازده هرمترمکعب آب آبیاری دراین سطح از ریسک ۵۱/۴۵ تومان است که ۲/۳۶ برابرالگوی کشت موجود می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول ۳ همچنین الگوی بهینه کشت درسطح ۸۰ درصد ریسک نشان داده شده است. دراین سطح ازریسک، گندم با سطح کم‌آبیاری ۱۴، جو ۱۷ و ۲۰، گوجه فرنگی ۱۹ و پیاز ۶ مشاهده می شوند. مقدارسطح زیرکشت سیب زمینی درالگوی بهینه صفراست. درالگوی بهینه کشت نسبت به الگوی کشت موجود، سطح زیرکشت گندم تغییری نکرده، جو ۱۷ و۲۰ به ترتیب ۴۷ و ۵۲ درصد کاهش و گوجه فرنگی و پیاز ۱۲/۱ و ۶۰۵۳ درصد به ترتیب افزایش داشته‌اند. سطح زیرکشت جو درمجموع تغییری نکرده است. مقدار بیشترین تنش درجو با تغییرمقداررریسک تغییرکرده به‌طوری‌که درجو ۱۷ درمرحله ۵ و درجو ۲۰ درمرحله ۴ رشد گیاه اتفاق افتاده است؛ درحالی‌که درسطح ریسک ۸۵ درصد، بیشترین تنش برای هردو سطح کم آبیاری درمرحله ۴ مشاهده شد. مقدارسودخالص اجتماعی هرهکتار الگوی بهینه کشت ۵۴۸۲۰۹ تومان است که ۴۸ درصد الگوی کشت موجود می‌باشد. مقدار آب مورد نیازالگوی بهینه کشت ۱۰۶۰۳ مترمکعب درهکتار است که ۸۹ درصد مصرف آب درالگوی کشت موجود می باشد. بازده هرمترمکعب آب آبیاری ۵۱/۷ تومان به دست آمد که نسبت به مقدارمشابه درالگوی کشت موجود ۲/۳۷برابر افزایش نشان می دهد.

جدول ۳. الگوی بهینه کشت درسطح ٤٥ درصد کارایی مصرف آب آبیاری در سطح مزرعه و سطوح مختلف ریسک

در سطح ۹۰%							
شرح	محصول						
	گندم	جو	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	سیب زمینی	پیاز	پیاز
سطح زیرکشت مدل (هکتار)	۰/۱۲۹	۰/۳۰۶	۰/۲۰۳	۰	۰/۲۰۲	۰/۱۵۴	۰/۰۰۶
سطح زیرکشت موجود (هکتار)	۰/۱۲۹۰	۰/۳۰۶۲	۰/۳۶۰۵	۰/۱۵۷۶	۰/۰۴۴۱	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۶
درصد تغییر نسبت به الگوی کشت موجود	۰/۰	-۰/۱	-۴۳/۷	-۱۰۰/۰	۳۵۸/۰	۵۸۲۳/۱	۱۳۰/۸
شماره‌سطح کم‌آبیاری	۲۳	۱۲	۸		۲۷	۱۱	۲۴
تنش در مرحله ۱ رشد گیاه	۰/۵۳۷۷	۰/۹۳۷۵	۰/۵۵۴۹		۰/۵۸۴۶	۰/۶۷۸۴	۰/۶۹۸۹
تنش درمرحله ۲ رشد گیاه	۰/۷۴۴۱	۰/۶۴۶۴	۰/۵۶۹۴		۰/۵۲۸۱	۰/۸۷۱۱	۰/۷۲۷۶
تنش درمرحله ۳ رشد گیاه	۰/۵۷۵۴	۰/۶۱۹۰	۰/۷۷۵۳				
تنش درمرحله ۴ رشد گیاه	۰/۵۰۶۷	۰/۵۴۹۷	۰/۹۴۴۹		۰/۵۴۵۵	۰/۹۱۵۹	۰/۵۱۸۷

Archive of SID

www.SID.ir

تنش درمرحله ۵ رشد گیاه	۰/۷۱۶۸	۰/۵۷۷۷	۰/۹۲۸۷		۰/۸۳۴۸	۰/۵۰۴۷	۰/۵۰۸۹
نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۵۲۹۰	۰/۵۵۳۰	۰/۵۷۶۰		۰/۴۶۴۰	۰/۷۴۶۰	۰/۴۵۹۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم/هکتار)	۳۰۲۷/۰	۲۳۲۱/۶	۳۵۶۳۱/۸		۲۱۲۸۸/۶	۵۱۲۵۱/۳	۳۱۵۲۷/۶
آب مورد نیازدرسطح کم آبی و کارایی مورد نظر (مترمکعب/هکتار)	۴۱۳۳/۵۱	۳۶۶۲/۴۳	۱۳۹۲۳/۰۵		۱۱۱۶۲/۵۹	۱۲۶۴۸/۹۱	۹۰۵۹/۳۴
عملکرد موجود (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۶۴/۵۴	۳۰۸۹/۲۹	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷	۲۶۵۳۴/۵۵	۴۲۳۷۲/۸۸	۴۲۳۷۲/۸۸
آب مصرفی درالگوی موجود (مترمکعب/ هکتار)	۷۷۴۰/۴۳	۵۸۶۱/۱۱	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰	۱۷۶۶۶/۰۰
سودخالص اجتماعی (تومان/هکتار)	۱۲۱۴۲۶/۹۳	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۷۲۶۷۴۷/۴۴	-۵۶۰۱۷۰/۱۹	۲۵۸۹۶۲/۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹
درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود	-۲۳/۶۵	-۲۴/۸۵	-۲۰/۸۰		-۱۹/۷۷	۲۰/۹۵	-۲۵/۵۹
درصد تغییر نسبت به آب مصرفی موجود	-۴۶/۶۰	-۳۷/۵۱	-۱۳/۶۹	-۱۰۰/۰۰	-۳۰/۷۳	-۲۸/۴۰	-۴۸/۷۲
هزینه اجتماعی تولید بدون هزینه اجتماعی آب درنرخ بهره ۶ درصد (تومان/کیلوگرم)	۸۰/۸۶	۷۹/۰۳	۱۴/۷۳	۱۹/۳۴	۵۱/۸۳	۲۰/۸۲	۲۰/۸۲
قیمت اجتماعی آب درنرخ بهره ۶درصد (تومان / مترمکعب)	۳۰/۷۲	۳۰/۷۳	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲
قیمت‌اجتماعی محصول (تومان /کیلوگرم)	۱۶۳/۸۳	۱۸۱/۴۹	۴۱/۵۹	۱۴/۳۲	۷۹/۷۹	۵۱/۹۲	۵۱/۹۲
سودخالص اجتماعی جاری هرفعالیت	۱۵۶۶۴/۰۷	۵۴۳۵۲/۸۶	۲۶۱۹۹۲/۴۵	-۸۸۲۸۲/۸۲	۱۱۴۲۰/۲۶	۲۰۵۳/۷۲	۲۰۵۳/۷۲
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت موجود							۲۵۷۲۰/۵۶
سودخالص اجتماعی هرفعالیت درمدل	۱۶۰۱۷/۴۶	۳۸۳۴۸/۷۲	۱۰۷۴۵۹/۰۰	۰/۰۰	۵۰۹۶۷/۳۳	۱۸۵۶۲۲/۵۶	۴۲۱۳/۲۳
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت مدل							۴۰۲۶۲۸/۳۰
درصد تغییر سودخالص اجتماعی هرفعالیت نسبت به وضع موجود	۲	-۲۹	-۵۹	۱۰۰	۳۴۶	۸۹۳۸	۱۰۵
درصد تغییرسودخالص اجتماعی در هکتارنسبت به الگوی کشت موجود							۵۶/۵۴
کل آب مصرفی درهر فعالیت مدل	۵۳۳/۲	۱۱۲۰/۷	۲۸۲۶/۴	۰/۰	۲۲۵۴/۸	۱۹۴۷/۹	۵۴/۴
کل آب مصرفی درهر فعالیت موجود	۹۹۸/۵۲	۱۷۹۴/۶۷	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۷۱۰/۶۷		۴۵/۹۳

در سطح ۸۷/۵٪

شرح	محصول					
	گندم	**جو**	**گوجه‌فرنگی**	**چغندرقند**	**سیب‌زمینی**	**پیاز**
سطح زیرکشت مدل (هکتار)	۰/۱۲۹	۰/۳۰۶	۰/۳۳۹	۰	۰/۰۶۵	۰/۱۶
سطح زیرکشت موجود (هکتار)	۰/۱۲۹۰	۰/۳۰۶۲	۰/۳۶۰۵	۰/۱۵۷۶	۰/۰۴۴۱	۰/۰۰۲۶
درصد تغییر نسبت به الگوی کشت موجود	۰/۰	-۰/۱	-۶/۰	-۱۰۰/۰	۴۷/۴	۶۰۵۳/۸
شماره سطح کم آبیاری	۲۳	۱۲	۸		۲۴	۷

Archive of SID

www.SID.ir

تنش درمرحله ۱رشد گیاه	۰/۵۳۷۷	۰/۹۳۷۵	۰/۵۵۴۹		۰/۷۶۳	۰/۷۲۰۰
تنش درمرحله ۲ رشد گیاه	۰/۷۴۴۱	۰/۶۴۶۴	۰/۵۶۹۴		۰/۵۲۶۹	۰/۹۸۶۳
تنش درمرحله ۳ رشد گیاه	۰/۵۷۵۴	۰/۶۱۹۰	۰/۷۷۵۳			
تنش درمرحله ۴ رشد گیاه	۰/۵۰۶۷	۰/۵۴۹۷	۰/۹۴۴۹		۰/۷۶۵۱	۰/۸۵۷۱
تنش درمرحله ۵ رشد گیاه	۰/۷۱۶۸	۰/۵۷۷۷	۰/۹۲۸۷		۰/۹۵۵۱	۰/۶۷۸۰
نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۵۲۹۰	۰/۵۵۳۰	۰/۵۷۶۰		۰/۵۸۴۰	۰/۷۹۳۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم/هکتار)	۳۰۲۷/۰	۲۳۲۱/۶	۳۵۶۳۱/۸		۲۶۷۵۶/۸	۵۴۵۰۲/۸
آب مورد نیازدرسطح کم آبی و کارایی مورد نظر(مترمکعب/هکتار)	۴۱۳۳/۵۱	۳۶۶۲/۴۳	۱۳۹۲۳/۰۵		۱۲۱۸۸/۵۱	۱۳۲۸۳/۱۱
عملکرد موجود (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۶۴/۵۴	۳۰۸۹/۲۹	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷	۲۶۵۳۴/۵۵	۴۲۳۷۲/۸۸
آب مصرفی درالگوی موجود (مترمکعب/هکتار)	۷۷۴۰/۴۳	۵۸۶۱/۱۱	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰
سودخالص اجتماعی (تومان/هکتار)	۱۲۱۴۲۶/۹۳	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۷۲۶۷۴۷/۴۴	-۵۶۰۱۷۰/۱۹	۲۵۸۹۶۲/۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹
درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود	-۲۳/۶۵	-۲۴/۸۵	-۲۰/۸۰		۰/۸۴	۲۸/۶۳
درصد تغییر نسبت به آب مصرفی موجود	-۴۶/۶۰	-۳۷/۵۱	-۱۳/۶۹	-۱۰۰/۰۰	-۲۴/۳۶	-۲۴/۸۱
هزینه اجتماعی تولید بدون هزینه اجتماعی آب‌درنرخ بهره ۶ درصد(تومان/کیلوگرم)	۸۰/۸۶	۷۹/۰۳	۱۴/۷۳	۱۹/۳۴	۵۱/۸۳	۲۰/۸۲
قیمت اجتماعی آب درنرخ بهره ۶درصد (تومان / مترمکعب)	۳۰/۷۲	۳۰/۷۳	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲
قیمت اجتماعی محصول (تومان /کیلوگرم)	۱۶۳/۸۳	۱۸۱/۴۹	۴۱/۵۹	۱۴/۳۲	۷۹/۷۹	۵۱/۹۲
سودخالص اجتماعی جاری هرفعالیت	۱۵۶۶۴/۰۷	۵۴۳۵۲/۸۶	۲۶۱۹۹۲/۴۵	-۸۸۲۸۲/۸۲	۱۱۴۲۰/۲۶	۲۰۵۳/۷۲
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت موجود						۲۵۷۲۰۰/۵۶
سودخالص اجتماعی هرفعالیت درمدل	۱۶۰۱۷/۴۶	۳۸۳۴۸/۷۲	۱۷۹۴۵۱/۲۳	۰/۰۰	۲۴۲۸۹/۸۴	۲۰۵۹۱۶/۷۷
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت مدل						۴۶۴۰۲۴/۰۲
درصد تغییر سودخالص اجتماعی هرفعالیت نسبت به وضع موجود	۲	-۲۹	-۳۲	۱۰۰	۱۱۳	۹۹۲۷
درصد تغییرسودخالص اجتماعی در هکتارنسبت به الگوی کشت موجود						۸۰/۴۱
کل آب مصرفی در هر فعالیت مدل	۵۳۳/۲	۱۱۲۰/۷	۴۷۱۹/۹	۰/۰	۷۹۲/۳	۲۱۲۵/۳
کل آب مصرفی درهر فعالیت موجود	۹۹۸/۵۲	۱۷۹۴/۶۷	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۷۱۰/۶۷	۴۵/۹۳

در سطح ۸۵٪

شرح	محصول						
	گندم	جو	جو	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	سیب‌زمینی	پیاز
سطح زیر کشت مدل (هکتار)	۰/۱۲۹	۰/۲۵۴	۰/۰۵۳	۰/۴۰۴	۰	۰	۰/۱۶
سطح زیر کشت موجود (هکتار)	۰/۱۲۹۰	۰/۳۰۶۲	۰/۳۰۶۲	۰/۳۶۰۵	۰/۱۵۷۶	۰/۰۴۴۱	۰/۰۰۲۶
درصد تغییر نسبت به الگوی کشت موجود	۰/۰	-۱۷/۰	-۸۲/۷	۱۲/۱	-۱۰۰/۰	-۱۰۰/۰	۶۰۵۳/۸

Archive of SID

www.SID.ir

شماره سطح کم آبیاری	۲۰	۲۱	۳۴	۸			۶
تنش درمرحله ۱ رشد گیاه	۰/۵۵۰۱	۰/۹۰۳۳	۰/۹۹۲۳	۰/۵۵۴۹			۰/۹۱۸۳
تنش درمرحله ۲ رشد گیاه	۰/۹۷۳۰	۰/۵۴۰۱	۰/۷۱۷۵	۰/۵۶۹۴			۰/۸۵۳۰
تنش درمرحله ۳ رشد گیاه	۰/۸۴۶۱	۰/۷۵۵۹	۰/۹۳۵۲	۰/۷۷۵۳			
تنش درمرحله ۴ رشد گیاه	۰/۵۲۷۱	۰/۵۱۰۷	۰/۵۴۶۳	۰/۹۴۴۹			۰/۹۸۳۳
تنش درمرحله ۵ رشد گیاه	۰/۶۳۷	۰/۸۸۲۸	۰/۶۵۹۲	۰/۹۲۸۷			۰/۷۸۸۵
نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۶۸۴۰	۰/۵۸۴۰	۰/۶۹۹۰	۰/۵۷۶۰			۰/۸۶۲۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۱۴/۲	۲۴۵۳/۵	۲۹۳۴/۴	۳۵۶۳۱/۸			۵۹۲۶۲/۱
آب مورد نیازدرسطح کم آبی‌و کارایی مورد نظر(مترمکعب/هکتار)	۴۸۱۱/۳۷	۳۷۹۱/۷۷	۴۲۶۵/۶۶	۱۳۹۲۳/۰۵			۱۴۶۲۵/۶۶
عملکرد موجود (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۶۴/۵۴	۳۰۸۹/۲۹	۳۰۸۹/۲۹	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷	۲۶۵۳۴/۵۵	۴۲۳۷۲/۸۸
آب مصرفی درالگوی موجود (مترمکعب/هکتار)	۷۷۴۰/۴۳	۵۸۶۱/۱۱	۵۸۶۱/۱۱	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰
سودخالص اجتماعی (تومان/هکتار)	۱۲۱۴۲۶/۹۳	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۷۲۶۷۴۷/۴۴	-۵۶۰۱۷۰/۱۹	۲۵۸۹۶۲/۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹
درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود	-۱/۲۷	-۲۰/۵۸	-۵/۰۱	-۲۰/۸۰		-۱۰۰/۰۰	۳۹۸۶
درصد تغییر نسبت به آب مصرفی موجود	-۳۷/۸۴	-۳۵/۳۱	-۲۷/۲۲	-۱۳/۶۹	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۷/۲۱
هزینه اجتماعی تولید بدون هزینه اجتماعی آب‌درنرخ بهره۶ درصد (تومان/کیلوگرم)	۸۰/۸۶	۷۹/۰۳	۷۹/۰۳	۱۴/۷۳	۱۹/۳۴	۵۱/۸۳	۲۰/۸۲
قیمت اجتماعی آب درنرخ بهره ۶درصد (تومان/ مترمکعب)	۳۰/۷۲	۳۰/۷۳	۳۰/۷۳	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲
قیمت اجتماعی محصول (تومان /کیلوگرم)	۱۶۳/۸۳	۱۸۱/۴۹	۱۸۱/۴۹	۴۱/۵۹	۱۴/۳۲	۷۹/۷۹	۵۱/۹۲
سودخالص اجتماعی جاری هرفعالیت	۱۵۶۶۴/۰۷	۵۴۳۵۲/۸۶	۵۴۳۵۲/۸۶	۲۶۱۹۹۲/۴۵	-۸۸۲۸۲/۸۲	۱۱۴۲۰/۲۶	۲۰۵۳/۷۲
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت موجود							۲۵۷۲۰۰/۵۶
سودخالص اجتماعی هرفعالیت درمدل	۲۲۸۲۷/۶۹	۳۴۲۵۵/۷۷	۸۹۸۷/۳۷	۲۱۳۸۵۹/۲۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۲۳۰۰۰/۲۴
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت مدل							۵۰۲۹۳۰/۳۶
درصد تغییرسودخالص اجتماعی هرفعالیت نسبت به وضع موجود	۴۶	-۳۷	-۸۳	-۱۸	۱۰۰	-۱۰۰	۱۰۷۵۸
درصد تغییرسودخالص اجتماعی در هکتارنسبت به الگوی کشت موجود							۹۵/۵۴
کل آب مصرفی درهر فعالیت مدل	۶۲۰/۷	۹۶۳/۱	۲۲۶/۱	۵۶۲۴/۹	۰/۰	۰/۰	۲۳۴۰/۱
کل آب مصرفی درهر فعالیت موجود	۹۹۸/۵۲	۱۷۹۴/۶۷	۱۷۹۴/۶۷	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۷۱۰/۶۷	۴۵/۹۳

در سطح ۸۰٪

شرح	محصول						
	گندم	جو	جو	گوجه فرنگی	چغندرقند	سیب زمینی	پیاز
سطح زیرکشت مدل (هکتار)	۰/۱۲۹	۰/۱۶۲	۰/۱۴۵	۰/۴۰۴	۰	۰	۰/۱۶

Archive of SID

www.SID.ir

سطح زیرکشت موجود (هکتار)	۰/۱۲۹۰	۰/۳۰۶۲	۰/۳۰۶۲	۰/۳۶۰۵	۰/۱۵۷۶	۰/۰۴۴۱	۰/۰۰۲۶
درصد تغییر نسبت به الگوی کشت موجود	۰/۰	-۴۷/۱	-۵۲/۶	۱۲/۱	-۱۰۰/۰	-۱۰۰/۰	۶۰۵۳/۸
شماره سطح کم آبیاری	۱۴	۱۷	۲۰	۱۹			۶
تنش درمرحله ۱ رشد گیاه	۰/۷۹۱۱	۰/۷۹۹۰	۰/۸۰۹۲	۰/۶۷۱۳			۰/۹۱۸۳
تنش درمرحله ۲ رشد گیاه	۰/۹۴۶۴	۰/۸۶۷۴	۰/۷۶۷۵	۰/۶۵۶۲			۰/۸۵۳۰
تنش درمرحله ۳ رشد گیاه	۰/۹۸۸۹	۰/۹۸۰۹	۰/۹۹۳۲	۰/۹۱۷۱			
تنش درمرحله ۴ رشد گیاه	۰/۵۶۳۶	۰/۹۷۶۱	۰/۵۷۹۱	۰/۸۱۶۶			۰/۹۸۳۳
تنش درمرحله ۵ رشد گیاه	۰/۷۳۶۱	۰/۵۵۵۳	۰/۷۱۰۸	۰/۸۴۵۸			۰/۷۸۸۵
نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۷۶۵۰	۰/۹۴۵۰	۰/۷۴۶۰	۰/۶۲۶۰			۰/۸۶۲۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم/هکتار)	۴۳۷۷/۶	۳۹۶۷/۷	۳۱۳۳/۹	۳۸۶۸/۰			۵۹۲۶۲/۱
آب مورد نیازدرسطح کم آبی و کارایی مورد نظر (مترمکعب/هکتار)	۵۲۵۷/۵۹	۵۶۰۰/۵۵	۴۴۸۳/۹۵	۱۴۹۱۹/۵۲			۱۴۶۲۵/۶۶
عملکرد موجود (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۶۴/۵۴	۳۰۸۹/۲۹	۳۰۸۹/۲۹	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷		۴۲۳۷۲/۸۸
آب مصرفی درالگوی موجود(مترمکعب/هکتار)	۷۷۴۰/۴۳	۵۸۶۱/۱۱	۵۸۶۱/۱۱	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰
سودخالص اجتماعی (تومان/هکتار)	۱۲۱۴۲۶/۹۳	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۷۲۶۷۴۷/۴۴	-۵۶۰۱۷۰/۱۹	۲۵۸۹۶۲/۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹
درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود	۱۰/۴۲	۲۸/۴۳	۱/۴۴	-۱۴/۰۱			۳۹/۸۶
درصد تغییر نسبت به آب مصرفی موجود	-۳۲/۰۸	-۴/۴۵	-۲۳/۵۰	-۷/۵۱	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۷/۲۱
هزینه اجتماعی تولید بدون هزینه اجتماعی آب درنرخ بهره ۶ درصد (تومان/کیلوگرم)	۸۰/۸۶	۷۹/۰۳	۷۹/۰۳	۱۴/۷۳	۱۹/۳۴	۵۱/۸۳	۲۰/۸۲
قیمت اجتماعی آب درنرخ بهره ۶ درصد (تومان/ مترمکعب)	۳۰/۷۲	۳۰/۷۳	۳۰/۷۳	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲
قیمت اجتماعی محصول (تومان /کیلوگرم)	۱۶۳/۸۳	۱۸۱/۴۹	۱۸۱/۴۹	۴۱/۵۹	۱۴/۳۲	۷۹/۷۹	۵۱/۹۲
سودخالص اجتماعی جاری هرفعالیت	۱۵۶۶۴/۰۷	۵۴۳۵۲/۸۶	۵۴۳۵۲/۸۶	۲۶۱۹۹۲/۴۵	-۸۸۲۸۲/۸۲	۱۱۴۲۰/۲۶	۲۰۵۳/۷۲
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت موجود							۲۵۷۲۰۰/۵۶
سودخالص اجتماعی هرفعالیت درمدل	۲۶۰۱۸/۴۴	۳۷۹۷۷/۱۴	۲۶۵۷۹/۷۸	۲۳۴۶۳۴/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۲۳۰۰۰/۲۴
سودخالص اجتماعی در هکتار الگوی کشت مدل							۵۴۸۲۰۹/۶۵
درصد تغییر سودخالص اجتماعی هرفعالیت نسبت به وضع موجود	۶۶	-۳۰	-۵۱	-۱۰	۱۰۰	-۱۰۰	۱۰۷۵۸
درصد تغییرسودخالص اجتماعی در هکتارنسبت به الگوی کشت موجود							۱۱۳/۱۴
کل آب مصرفی درهر فعالیت مدل	۶۷۸/۲	۹۰۷/۳	۶۵۰/۲	۶۰۲۷/۵	۰/۰	۰/۰	۲۳۴۰/۱
کل آب مصرفی درهر فعالیت موجود	۹۹۸/۵۲	۱۷۹۴/۶۷	۱۷۹۴/۶۷	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۷۱۰/۶۷	۴۵/۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی الگوهای بهینه کشت درسطح حوضه

مدل سطح حوضه ۱۸ بارحل و منجربه ۱۳جواب بهینه گردید که بعضی ازآنها دراینجا مورد بررسی قرارگرفت. با نگاهی به سطوح کم‌آبیاری درالگوهای بهینه کشت مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات این سطوح محدود است وآنها درحالت نبود ریسک و ریسک درمدل تکرارشده‌اند. دربعضی از الگوهای بهینه کشت، به جزگندم، سایرمحصولات دردوسطح کم‌آبیاری درالگوی بهینه کشت مشاهده می شوند. برای توجیه این امر به نظر می‌رسد که توضیحی لازم است. سلطانی و همکاران (Soltani & et al.,1992) دربررسی مسائل انتقال توابع تولید به کشورهای درحال توسعه، مشکلات مبتلابه انتقال انواع توابع را بررسی کردند. دربخشی ازمقاله درباره تعیین مقداربهینه آب بحث و کلاً از دو روش اساسی تخصیص آب درسطح مزرعه صحبت شده است: یکی تعیین مقداربهینه فصلی آبی که می بایست به هرمحصول اختصاص یابد و دیگری، تخصیص بهینه آب درطول فصل رشد هرمحصول. درروش اول، مقداربهینه آب آبیاری ازبرابری ارزش محصول نهایی با هزینه نهایی آب به دست می آید. به عبارت دیگر، ارزش نهایی آخرین واحد آبی که مصرف می شود باید برابربا هزینه تولید آن واحد آب باشد. اما چون مدتی که آب دراختیار گیاه قرارمی گیرد درمقدارمحصول تولیدی بسیارمؤثراست، باید درتخصیص آب به این مسئله توجه کرد. لذا، برای تعیین تخصیص بهینه آب، به جای یک تابع تولید، برای هرمرحله ازرشد گیاه به توابع تولید مختلف نیازاست. با چنین توابع زمانداری، تخصیص بهینه مقدارمحدود آب دردسترس زمانی تحقق می‌یابد که ارزش انتظاری محصول نهایی آب درتمام مراحل رشد گیاه با هم برابر شود. با توجه به الگوهای بهینه کشت درمطالعه حاضر،که درحقیقت ازتوابع تولید زماندار به دست آمده‌اند، به نظرمی‌رسد اصل بیان شده برای تخصیص آب درسطح مزرعه کافی نباشد. بدیهی است اگریک محصول درسطح مزرعه کاشته می‌شد، اصل فوق برای تخصیص آب محدود کافی می بود. اما اکثر کشاورزان بیش ازیک محصول درمزرعه می‌کارند و به همین دلیل تعیین الگوی بهینه کشت دراقتصاد کشاورزی اهمیت ویژه ای دارد. در واقع

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزان محصولاتی را در مزرعه می‌کارند که مراحل رشد آنها متفاوت است واین امکان برای آنها هست که براساس باورذهنی خود نسبت به تأثیرآبیاری درکل سوددهی مزرعه و نه یک محصول، درمراحلی از رشد محصول یا برخی از محصولات آب کمتری مصرف کنند تا آبی که ازاین طریق برای آنها باقی می ماند به محصولی دیگردرمزرعه اختصاص یابد. بدیهی است این مسئله یک تصمیم‌گیری اقتصادی است وزمانی منجربه حداکثرسود مزرعه می شود که کاهش درآمد ناشی ازآبیاری کمتربا افزایش درآمد حاصل از به کارگیری آب درمحصول دیگر، برابر شود. به عبارت دیگر بازده نهایی آب نه تنها درمراحل مختلف رشد گیاه بلکه درمراحل رشد گیاهانی که درمزرعه کاشته می شوند وقطعاً مراحل رشد متفاوت با یکدیگر دارند باید برابرشود. برای مثال، زمانی که گندم درمرحله آخررشد خود قرار دارد، درمنطقه چغندرویا گوجه فرنگی کاشته می شود. لذا، بازده آب درمرحله جوانه زنی چغندر علاوه برمراحل مختلف رشد گندم باید برابربا بازده آب درمرحله بلوغ گندم نیزشود تا حداکثرسود تحقق پیدا کند. با توجه به این امر، این امکان وجود دارد که درالگوی بهینه کشت یک محصول، چند سطح متفاوت کم آبیاری دیده شود. نکته دیگری که درهمین راستا به ذهن می‌رسد این است که آیا کم‌آبیاری تابع قانون بازده نزولی می‌باشد؟ روشن است که درهرمرحله ازرشد گیاه می توان انتظار بازده نزولی را داشت؛ یعنی درهرمرحله ازرشد گیاه واحدهای اولیه آب آبیاری بازده بیشتری دارند تا واحدهای بعدی یا درفاصله‌ای درمرحله رشد گیاه این امرتحقق پیدا می‌کند. این گفته با توجه به اینکه درهرمرحله از رشد گیاه تابع تولیدی می توان داشت، به نظرصحیح می رسد. گفتنی است که دراصل "برابری بازده نهایی با هزینه نهایی" تلویحاً این قانون وجود دارد ومی توان گفت به دلیل وجود چنین قانونی، برابری بازده نهایی آب درمراحل مختلف رشد یک گیاه وبین مراحل مختلف رشد گیاهان با هزینه نهایی آب معنی پیدا می کند.

مروری برالگوهای بهینه کشت درسطح حوضه نشان می دهد که بیشترین سودخالص اجتماعی درشرایطی به دست می آید که کارایی مصرف آب آبیاری درسطح مزرعه بالاست

Archive of SID

www.SID.ir

و دردسترسی به آب آبیاری ریسکی وجود ندارد. هرچقدرکارایی کاهش و مقداررریسک افزایش یابد، سودخالص اجتماعی کاهش پیدا می کند. به عبارت دیگر، درشرایطی که سطح کارایی پایین است، سودخالص اجتماعی بیشترتحت تأثیر شرایط محیطی قرارمی‌گیرد واگرمنطقه با خشکسالیهای دوره‌ای مواجه باشد، پایین بودن سطح کارایی موجب تشدید پیامدهای منفی خشکسالی می شود. نتایج سطوح کارایی پایین‌ترو مقدار ریسک بیشتربه واقعیتهای موجود منطقه نزدیکتراست و لذا می‌توان پی به زمینه‌ای که لازم است درآن بیشترسرمایه گذاری شود برد. همان طورکه پیشترگفته شد، مدل دردوحالت با وبدون چغندرقند به‌عنوان یک فعالیت حل شد که نتایج بالا مربوط به حالتی است که چغندرقند به دلیل داشتن سودخالص اجتماعی منفی درهکتار، ازپیش به گونه‌ای درمدل برنامه‌ریزی شد که سطح زیرکشت آن به یکی ازمحصولات همدوره با آن انتقال یابد. در ادامه، نتایج حالت وجود چغندر به عنوان یک فعالیت درمدل، مورد بحث قرارگرفته است.

الگوهای بهینه کشت درسطح حوضه با لحاظ کردن چغندرقند

نتایج مدل سطح حوضه با در نظر گرفتن چغندرقند به عنوان یک فعالیت، درجدول ۴ برای سطوح مختلف کارایی مصرف آب آبیاری درسطح مزرعه و شرایط نبود ریسک درمقدار آب آبیاری دردسترس نشان داده شده است.

الگوی بهینه کشت در سطح کارایی ٤٥ درصد و نبود ریسک درمدل

جدول ۴ نتایج سطح کارایی ۴۵ درصدرا نشان می دهد. با توجه به این جدول ملاحظه می‌شود که سودخالص اجتماعی درهکتارالگوی بهینه کشت ۲۷۲۷۱۲ تومان است که نسبت به الگوی کشت موجود ۶ درصد افزایش یافته است. مقدارآب آبیاری مورد نیازالگوی بهینه کشت ۱۱۸۱۳ مترمکعب می باشد که ازمقدارمصرف موجود ۰/۱۴ درصد بیشتراست؛ در واقع درهرهکتار، مصرف آب آبیاری ۱۶ مترمکعب بیشتر است. بازده هرمترمکعب آب آبیاری درالگوی بهینه کشت ۲۳/۰۸ تومان است که حدود۶ درصد بیشترازمقدارمشابه درالگوی کشت موجود است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. الگوهای بهینه کشت در سطح کارایی ٤٥ درصد درشرایط نبود ریسک و درنظرگرفتن چعندرقند به عنوان یک فعالیت

شرح	محصول					
	گندم	جو	گوجه فرنگی	چغندرقند	سیب زمینی	پیاز
سطح زیرکشت مدل (هکتار)	۰/۱۲۹	۰/۳۰۶	۰/۳۶	۰/۱۵۸	۰/۰۴۴	۰/۰۰۳
سطح زیرکشت موجود (هکتار)	۰/۱۲۹۰	۰/۳۰۶۲	۰/۳۶۰۵	۰/۱۵۷۶	۰/۰۴۴۱	۰/۰۰۲۶
درصد تغییر نسبت به الگوی کشت موجود	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	۰/۳	-۰/۲	۱۵/۴
شماره سطح کم آبیاری	۲۵	۱۷	۲۵	۲۲	۴	۶
تنش درمرحله ۱ رشد گیاه	۰/۶۴۱۹	۰/۷۹۹۰	۰/۶۷۸۶	۰/۵۲۳۴	۰/۶۱۵۱	۰/۹۱۸۳
تنش درمرحله ۲ رشد گیاه	۰/۹۱۰۴	۰/۸۶۷۴	۰/۹۶۷۵	۰/۶۵۹۴	۰/۹۷۷۳	۰/۸۵۳۰
تنش درمرحله ۳ رشد گیاه	۰/۹۲۸۸	۰/۹۸۰۹	۰/۹۷۲۱			
تنش درمرحله ۴ رشد گیاه	۰/۸۸۳۴	۰/۹۷۶۱	۰/۷۱۱۸	۰/۵۸۵۱	۰/۹۶۱۳	۰/۹۸۳۳
تنش درمرحله ۵ رشد گیاه	۰/۸۱۱۶	۰/۵۵۵۳	۰/۹۱۰۶	۰/۵۶۵۳	۰/۷۱۴۶	۰/۷۸۸۵
نسبت عملکرد واقعی به بالقوه	۰/۸۸۰۰	۰/۹۴۵۰	۰/۷۰۸۰	۰/۵۰۱	۰/۹۰۱۰	۰/۸۶۲۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم/هکتار)	۵۰۴۰/۸	۳۹۶۷/۷	۴۳۷۵۸/۳	۲۷۹۳۹/۳	۴۱۲۹۴/۸	۵۹۲۶۲/۱
آب مورد نیازدرسطح کم آبی و کارایی مورد نظر(مترمکعب/ هکتار)	۶۳۹۱/۰۸	۵۶۰۰/۵۵	۱۷۴۰۰/۴	۱۳۲۳۶/۴	۱۹۹۱۲/۲	۱۴۶۲۵/۶۶
عملکرد موجود (کیلوگرم/هکتار)	۳۹۶۴/۵۴	۳۰۸۹/۲۹	۴۴۹۸۹/۹۲	۳۳۱۴۵/۳۷	۲۶۵۳۴/۵۵	۴۲۳۷۲/۸۸

Archive of SID

www.SID.ir

آب مصرفی درالگوی موجود (مترمکعب/هکتار)	۷۷۴۰/۴۳	۵۸۶۱/۱۱	۱۶۱۳۱/۱۱	۱۵۴۳۳/۶۰	۱۶۱۱۴/۸۶	۱۷۶۶۶/۰۰
سودخالص اجتماعی (تومان/هکتار)	۱۲۱۴۲۶/۹۳	۱۷۷۵۰۷/۷۲	۷۲۶۷۴۷/۴۴	-۵۶۰۱۷۰/۱۹	۲۵۸۹۶۲/۹	۷۸۹۸۹۳/۲۹
درصد تغییر نسبت به عملکرد موجود	۲۷/۱۵	۲۸/۴۳	-۲/۷۴	-۱۵/۷۱	۵۵/۶۳	۳۹/۸۶
درصد تغییر نسبت‌به‌آب مصرفی موجود	-۱۷/۴۳	-۴/۴۵	۷/۸۷	-۱۴/۲۴	۲۳/۵۶	-۱۷/۲۱
هزینه اجتماعی تولید بدون هزینه اجتماعی آب درنرخ بهره ۶ درصد(تومان/کیلوگرم)	۸۰/۸۶	۷۹/۰۳	۱۴/۷۳	۱۹/۳۴	۵۱/۸۳	۲۰/۸۲
قیمت اجتماعی آب درنرخ بهره ۶ درصد (تومان/مترمکعب)	۳۰/۷۲	۳۰/۷۳	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲	۳۰/۷۲
قیمت اجتماعی‌محصول (تومان /کیلوگرم)	۱۶۳/۸۳	۱۸۱/۴۹	۴۱/۵۹	۱۴/۳۲	۷۹/۷۹	۵۱/۹۲
سودخالص اجتماعی جاری هرفعالیت	۱۵۶۶۴/۰۷	۵۴۳۵۲/۸۶	۲۶۱۹۹۲/۴۵	-۸۸۲۸۲/۸۲	۱۱۴۲۰/۲۶	۲۰۵۳/۷۲
سودخالص اجتماعی درهکتارالگوی کشت موجود						۲۵۷۲۰۰/۵۶
سودخالص اجتماعی هرفعالیت درمدل	۲۸۶۲۴/۹۴	۷۱۷۳۴/۵۹	۲۳۰۶۹۰/۶۳	-۸۶۴۰۶/۵۳	۲۳۸۸۷/۵۸	۴۱۸۱/۲۵
سودخالص اجتماعی درهکتار الگوی کشت مدل						۲۷۲۷۱۲/۴۷
درصد تغییر سودخالص اجتماعی هرفعالیت نسبت به وضع موجود	۸۳	۳۲	-۱۲	-۲	۱۰۹	۱۰۴
درصد تغییرسودخالص اجتماعی در هکتار نسبت به الگوی کشت موجود						۶/۰۳
کل آب مصرفی در فعالیت مدل	۸۲۴/۴۵	۱۷۱۳/۷۷	۶۲۶۴/۱۴	۲۰۹۱/۳۵	۸۷۶/۱۴	۴۳/۸۸
کل آب مصرفی در فعالیت موجود	۹۹۸/۵۲	۱۷۹۴/۶۷	۵۸۱۵/۲۷	۲۴۳۲/۳۴	۷۱۰/۶۷	۴۵/۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی بهینه کشت در سطح کارایی ٤٥ درصد و وجود ریسک درمدل

درجدول ۵ نتایج مدل درسطح کارایی ۴۵ درصد و وجود ریسک و درنظرگرفتن چغندرقند به عنوان یک فعالیت دارای سودخالص اجتماعی منفی نشان داده شده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود درسطح کارایی ۴۵ درصد، سودخالص اجتماعی درهکتارالگوهای بهینه کشت کمترازسودخالص اجتماعی درهکتارالگوی کشت موجود است. با این حال، درسطح کارایی ۴۵ درصد، سودخالص اجتماعی درهکتارالگوهای بهینه کشت مثبت می‌باشد و با کاهش مقداراریسک، به سودخالص اجتماعی درهکتارالگوی کشت موجود نزدیک می‌شود به طوری که درسطح ریسک ۸۰ درصد، ۳/۵ درصد کمترازمقدارالگوی کشت موجود است.

جدول ۵. الگوهای بهینه کشت در سطح کارایی ٤٥ درصد با وجود ریسک و در نظر گرفتن چغندر به عنوان یک فعالیت

محصول	سطح ریسک در مقدار آب آبیاری در دسترس				
	٪۸۰	٪۸۵	٪۸۷/۵	٪۹۰	٪۹۵
گندم سطح کم آبیاری ۱۴	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹			
گندم سطح کم آبیاری ۲۳			۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	
گندم سطح کم آبیاری ۲۷					۰/۱۲۹
جو سطح کم آبیاری ۱۲			۰/۳۰۶	۰/۳۰۶	۰/۳۰۶
جو سطح کم آبیاری ۱۷	۰/۳۰۶				
جو سطح کم آبیاری ۲۰		۰/۳۰۶			
چغندرقند سطح کم آبیاری ۲۲	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸
گوجه فرنگی سطح کم آبیاری ۴				۰/۱۵۸	۰/۳۶
گوجه فرنگی سطح کم آبیاری ۸		۰/۳۴۶	۰/۳۶	۰/۲۰۳	
گوجه فرنگی سطح کم آبیاری ۱۹		۰/۰۱۴			
گوجه فرنگی سطح کم آبیاری ۲۰	۰/۳۴۴				
گوجه فرنگی سطح کم آبیاری ۲۵	۰/۰۱۷				
پیاز سطح کم آبیاری ۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳			
پیاز سطح کم آبیاری ۷			۰/۰۰۳		
پیاز سطح کم آبیاری ۲۴				۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
سیب زمینی سطح کم آبیاری ۱۹	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴			
سیب زمینی سطح کم آبیاری ۲۴			۰/۰۱۶		

Archive of SID

www.SID.ir

سیب زمینی سطح کم آبیاری ۲۷			۰/۰۲۸	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴
سودخالص اجتماعی (تومان /هکتار)	۲۴۸۰۶۴/۵۵۳	۲۱۰۶۷۰/۱۰۹	۱۷۵۳۰۶/۶۰۴	۹۳۰۲۶/۲۲۳	-۹۳۸۷/۷۳۷
آب آبیاری مورد نیاز (مترمکعب/هکتار)	۱۰۶۰۸/۴۴	۹۷۷۹/۶۵	۹۲۹۹/۸۳	۸۷۳۲/۷۶	۸۰۳۸/۶۴
درصد تغییر سودخالص اجتماعی در هکتارالگوی بهینه کشت نسبت به الگوی کشت موجود	-۳/۵۵	-۱۸/۰۹	-۳۱/۸۴	-۶۳/۸۳	-۱۰۳/۶۵
درصد تغییر آب آبیاری مورد نیاز درهکتارالگوی‌بهینه کشت نسبت به الگوی کشت موجود	-۱۰/۰۸	-۱۷/۱۰	-۲۱/۱۷	-۲۵/۹۸	-۳۱/۸۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ارزیابی الگوهای بهینه کشت با در نظر گرفتن چغندرقند به عنوان یک فعالیت

با نگاهی به نتایج مدل درشرایطی که چغندرقند به عنوان یک فعالیت درنظرگرفته شد، مشاهده می‌شود که امکان افزایش سودخالص اجتماعی درهکتار وجود دارد. این امردرشرایطی تحقق می‌یابد که چغندرقند با تنش زیاد درهرمرحله ازرشد خود مواجه شود(در این شرایط عملکرد واقعی نسبت به عملکرد موجود ۱۵/۷ درصد کاهش می یابد) ودرعین حال سطح کارایی آب آبیاری درسطح مزرعه بیشتر از۴۵ درصد باشد و مقداراریسک در دسترسی به مقدارآب آبیاری نیزکاهش یابد. ملاحظه می شود که هرچقدرمقداراریسک درمقدارآب آبیاری افزایش یابد، سودخالص اجتماعی کاهش می یابد. می توان نتیجه گرفت که با حفظ الگوی کشت موجود و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری و به کارگیری تنش مناسب برای فعالیت چغندرقند، که دارای سودخالص اجتماعی منفی است، امکان کاهش بخش زیانده اجتماعی الگوهای کشت موجود و درنتیجه افزایش سودخالص اجتماعی وجود دارد. باید گفت که افزایش کارایی بدون هزینه نیست ولذا خود مسئله‌ای اقتصادی است که باید هزینه و منافع آن برای بخش خصوصی و دولتی مورد ارزیابی قرارگیرد. دربیشترمطالعات افزایش کارایی با فرض هزینه صفر ارزیابی و لذا روی آن تأکید بسیار شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین راهبرد مناسب آبیاری درسطح مزرعه به گونه‌ای که منافع اجتماعی حداکثر شود، ساخته شد. مدل درسه سطح کارایی۳۵، ۴۵و ۶۵ درصد درمصرف آب آبیاری درسطح مزرعه و نیز در حالت با وبدون ریسک درمقدارآب آبیاری و همچنین در حالت با وبدون لحاظ کردن چغندرقند (محصولی که براساس کارتحقیقاتی سلطانی وهمکاران فاقد مزیت نسبی ودرنتیجه دارای سودخالص اجتماعی منفی بود) حل شد. مقدار تنش در مراحل مختلف رشد گیاه با استفاده از نرم افزار اکسل، به طور تصادفی بین ۰/۵-۱ تعیین گردید. افزون برآن، هرمحصول زراعی درقالب ۴۵ فعالیت جدا، که تنشهای مختلفی برمراحل رشد آنها اعمال گردید، درنظرگرفته شد. برنامه نوشته شده علاوه برالگوی بهینه کشت، نسبت عملکرد واقعی به پتانسیل، عملکرد واقعی، مقدارآب آبیاری درهرمرحله ازرشدگیاه درسطوح بازده مختلف وکل آب آبیاری مورد نیاز را برای هرسطح کم‌آبیاری موردنظر به دست داد.

با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که بازده آبیاری درسطح نمونه بین محصولات متفاوت است و کارایی مصرف آب درکل نمونه بیشتراز۳۵ درصد می باشد. افزون برآن، به نظرمی‌رسد اگر مقدار سطوح کم آبیاری مورد نظر بیشترمی‌بود، احتمالاً نتایج به واقعیتهای موجود نزدیکترمی شد. با این حال، نتایج به دست آمده درسطح کارایی ۳۵درصد خیلی به واقعیتهای موجود درسطح مزرعه نزدیک است. شاید یک روش عملی در تعیین بازده آب آبیاری درسطح مزرعه، روش به کارگرفته شده در همین مطالعه باشد: یعنی تعیین مقادیرآب آبیاری درسطوح مختلف کارایی با توجه به سطوح متفاوت تنش درمراحل رشد گیاه ودر نتیجه، تعیین مقدارآب آبیاری مورد نیازوعملکرد واقعی وسپس مقایسه نتایج به‌دست آمده با وضعیت موجود درسطح مزرعه. نتایج مدل درسطح کارایی ۶۵، ۴۵ و ۳۵ درصد در حالت نبود ریسک و سطوح ریسک ۸۰، ۸۵، ۸۷/۵، ۹۰ و ۹۵ درصد درمقداردسترسی به آب آبیاری نیز به دست آمد که بیان تمامی نتایج به دست آمده منجر به

Archive of SID

www.SID.ir

طولانی شدن مقاله می‌شود و لذا نتایج سطح کارایی ۴۵ درصد ارائه شد که نشان می دهد کاهش مصرف آب دریک فعالیت الزاماً به معنی کاهش آب درالگوی کشت نیست.

با توجه به الگوهای بهینه کشت، که درحقیقت ازتوابع تولید زماندار به دست آمده‌اند، به نظررسید که اصل بیان شده برای تخصیص آب، یا برابری بازده نهایی آب درمراحل مختلف رشد گیاه، درسطح مزرعه کافی نباشد. بدیهی است که اگریک محصول درسطح مزرعه کاشته می شد، اصل فوق برای تخصیص آب محدود کافی می بود. اما اکثر کشاورزان بیش ازیک محصول درمزرعه می‌کارند؛ محصولاتی که مراحل رشد آنها متفاوت است واین امکان برای کشاورزان هست که براساس باورذهنی خود نسبت به تأثیرآبیاری در کل سوددهی مزرعه و نه یک محصول، به مراحلی ازرشد بعضی ازمحصول یا محصولات آب کمتری دهند تا آبی که ازاین طریق برای آنها باقی می‌ماند به محصولی دیگر در مزرعه اختصاص یابد. انتظار آن است که این مسئله تا جایی ادامه یابد که کاهش درآمد حاصل ازآبیاری کمتر، با افزایش درآمد حاصل ازبه کارگیری آب درمحصول دیگربرابر شود؛ به عبارت دیگربازده نهایی آب نه تنها درمراحل مختلف رشد یک گیاه بلکه درمراحل رشد گیاهان مختلفی که درمزرعه کاشته می شوند وقطعاً این مراحل با یکدیگرمتفاوتند، باید برابرشود. نتایج همچنین نشان داد که سطوح کارایی پایین‌ترومقداررریسک بالاتر به واقعیتهای موجود منطقه نزدیکتراست و لذا زمینه‌ای که لازم است درآن بیشتر تحقیق وسرمایه‌گذاری شود، مشخص گردید.

با نگاهی به نتایج مدل درشرایط لحاظ چغندرقند به عنوان یک فعالیت، مشخص شد که امکان افزایش سودخالص اجتماعی درهر هکتار وجود دارد. این امردرشرایطی تحقق یافت که چغندرقند با تنش زیاد درهرمرحله ازرشد خود مواجه شد (دراین شرایط عملکرد واقعی نسبت به عملکرد موجود ۱۵/۷ درصد کاهش داشت). دراین حالت، امکان افزایش سودخالص اجتماعی زمانی بیشتر است که سطح کارایی آب آبیاری درسطح مزرعه بیشتراز۴۵ درصد می‌باشد ومقداررریسک دسترسی به مقدارآب آبیاری نیزکاهش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. سلطانی، غ. (۱۳۷۲)، تعیین آب‌بها و تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدها:مطالعه موردی سد درودزن، مجموعه مقالات اولین سمپوزیوم سیاست کشاورزی ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۱۹۵-۲۱۱.

۲. وزارت کشاورزی، سازمان تات (۱۳۷۵)، سند ملی آب کشور، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۳. وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان (۱۳۸۲)، آب محورتوسعهٔ خراسان، معاونت برنامه‌ریزی و بهبود مدیریت، ص : ۱۴.

4. Allen, R. G.; L. S. Pereira; D. Raes and M. S. Smith (1988), Crop evapotranspiration, *Irrigation and Drainage Paper,* No. 56, FAO, Rome, PP: 300.

5. Brooke, A.; D. Kendric and A. Meeraus (1988), GAMS, A User's Guide, *The Scientific Press.* P: 273.

6. Charnes, A. and W. W. Cooper (1959), Chance constrained programming, *Manag. Sci.*, 6:73-79.

7. Evans, E. M.; D. R. Lee.; R. N. Boisvert.; B. Arec.; T. S. Steenhuis.; M. Prano and S. V. Poats (2003), Achieving efficiency and equity in irrigation management: an optimization model of the EL Angel watershed, Carchi, Ecuador, *Agric. Sys.,* 77: 1-22.

8. Gharaman, B. & A.R. Sepaskhah (2004), Linnear and non Linnear optimization models for Allocation of limited water, supply, *Irrig. Drain.*, 53:39-54

9. Johansson, R. C.; Y. Tsur.; T. L. Roe and R. Doukkali (2002), Pricing irrigation water: a review of theory and practice, *Water*

Archive of SID

www.SID.ir

Policy, 4:173–199.

10. Mainuddin, M.; A. D. Gupta and P. R. Onta (1997), Optimal crop planning model for an existing groundwater irrigation project in Thailand, *Agric. Water Manag.*, 33: 43-62.

11. McCarl, B. A. and T. H. Spreen (2005), Applied mathematical programming using algebraic systems, University of California, mccarl@tamu.edu.

12. Maji, C. O. and E. O. Heady (1978), Intertemporal allocation of irrigation water in the Mayurakshiprogect (India): an application of chance-constrained linear programming, *Water Resour. Res.*, 14(2): 190-196.

13. Pazira, E. and K. Sadeghzadeh (1999), Sustainable soil and water use in agricultural sector of Iran, International Conference on Agricultural Engineering, Beijing, China.

14. Rosegrant, M. W.; C. Ringler.; D. C. McKinney.; X. Cai.; A. Keller and G. Donoso (2000), Integrated economic-hydrologic water modeling at the basin scale: the Maipo River Basin. EPTD Discussion, Paper NO. 36., International Food Policy Research Institute, Washington D.C. , U.S.A.

15. Siadat, H. (2000), Iranian agriculture and salinity, Soil and Water Research Institue of Iran.

16. Soltani, G. R.; S. Pandey and W. F. Musgrave (1992), Problems of transferring crop-water production knowledge to developing countries, *Water Resour. Res.*, 96-101.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Vojdani, F. (2003), Water management in Iran: challenges and opportunities, Tehran Province Water and Wastewater Company E- mail: fovjdani@ hotmail.com.

18. Yaron, D. and A. Dinar (1982), Optimal allocation of farm irrigation water peak season, *Amer. J. Agric. Econ.*, 64:681-689.

19. Zibae, M. (2002), The optimization of irrigation strategies, cropping patterns and conjunctive use of groundwater and surface water under risk: a case study, Ph.D Dissertation., University of Shiraz, Shiraz, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir