

بررسی اقتصادی تخصیص آب در سیستم‌های زراعت چغندر قند
در استان خراسان
Economic analysis of water allocation in Khorasan sugar beet
crop systems

شجاعت زارع^۱ و حسنعلی شهبازی^۱

ش. زارع و ح.ع. شهبازی. ۱۳۸۵. بررسی اقتصادی تخصیص آب در سیستم‌های زراعت چغندر قند در استان خراسان چغندر قند ۲۲(۲):
۹۱-۱۰۷

چکیده

به منظور بررسی کارایی اقتصادی پنج مدیریت کشت چغندر قند شامل سه سیستم کشت پرنهاده، متوسط‌نهاده و کم‌نهاده با دو سیستم رایج (حذف سه دور آبیاری بعد از سبزشدن در سیستم‌های پرنهاده و متوسط‌نهاده) در استان خراسان، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان طی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ اجرا گردید. به منظور بررسی اقتصادی این سیستم‌ها، از روش برنامه‌ریزی خطی و تحلیل نهایی استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که از نظر عملکرد ریشه، تیمار کشت پرنهاده با ۵۲/۱۱ تن در هکتار، بالاترین و تیمار متوسط‌نهاده با حذف سه دور اول آبیاری بعد از سبزشدن، با ۳۵/۸۹ تن در هکتار، کمترین عملکرد ریشه را دارا بوده و تیمار کم‌نهاده دارای بالاترین میزان راندمان آب مصرفی و تیمار متوسط‌نهاده که دارای بالاترین نرخ بازده اقتصادی بود، بعد از این تیمار قرار گرفت، ضمن این که تغییر قیمت آب منجر به تغییر در انتخاب تیمار بهینه گردید.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی خطی، تحلیل حساسیت، پرنهاده، چغندر قند کارایی اقتصادی، کم‌نهاده، راندمان مصرف آب

۱- اعضاء هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

مقدمه

استان خراسان در منطقه گرم و خشک واقع شده و با کمبود آب مواجه است. براساس نظر کارشناسان آب، از ۷۸ دشت استان، ۷۰ دشت آن وضعیت بحرانی داشته و از نظر استخراج آب زیرزمینی منطقه ممنوع اعلام شده است (باغانی و زارع ۱۳۸۱). ضمن این که همه ساله هزینه‌های زیادی جهت کف‌شکنی چاه‌های موجود به دلیل افت سطح آب‌های زیرزمینی بر کشاورزان تحمیل می‌شود. در اکثر نقاط استان، مساحت اراضی زراعی موجود از کفایت آب منطقه بیشتر بوده لذا مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین نهاد در کشاورزی استان، آب است. در گذشته، زارعین و محققین به دنبال حداکثرکردن محصول تولیدی با استفاده از امکانات موجود بوده‌اند که این نگرش غالباً منجر به حداکثرکردن میزان محصول تولیدی در واحد سطح (بدون در نظرگرفتن محدودیت آب) بوده است، اما با کاهش فزاینده منابع آبی در کشور، نیاز به پژوهش‌های بیشتر برای حداکثرکردن محصول تولیدی در ازای مصرف مقدار معینی آب، کاملاً ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. به عبارت دیگر در وضعیت فعلی، نهاده‌ای که بایستی به عنوان معیار بهره‌وری زارعین قرار گیرد، آب می‌باشد و از این‌رو توجه به عملکرد درهکتار شاخص خوبی برای ارزیابی کشاورزان نمی‌باشد (زارع ۱۳۸۱). آب نیز مانند سایر نهاده‌های کشاورزی از قانون کاهش بازده نزولی تبعیت می‌کند بدین مفهوم که اگر سایر نهاده‌های تولید ثابت باشند، با

افزایش شدت مصرف آب میزان تولید اضافه‌شده کاهش می‌یابد و این درنهایت منجر به کاهش تولید متوسط بازاء هر واحد آب‌مصرفی می‌شود براساس این قانون مصرف کمتر نهاده‌ها منجر به افزایش تولید متوسط و نهایی نهاده می‌شود لذا منطقی است تا با جانشین کردن نهاده‌های فراوان به جای نهاده‌های کمیاب موجبات افزایش بهره‌وری نهاده کمیاب را فراهم آورد به عبارت بهتر با افزایش سطح زیر کشت و تقسیم مقدار آب ثابت به سطح بیشتر (کم آبیاری) می‌توان راندمان مصرف آب را افزایش داد. با توجه به این که تولید محصولات زراعی تابع چندین نهاده می‌باشد و از طرف دیگر در مدیریت تولید محصولات کشاورزی به زمان استفاده از نهاده‌ها (مخصوصاً آب) توجه خاصی شده، لذا لازم است کاهش مصرف آب در زمانی صورت گیرد که به حداقل کاهش در تولید منجر شود. از طرف دیگر واکنش نهاده‌های دیگر به کاهش مصرف آب و توجه به اثرات متقابل تغییر در نسبت استفاده از عوامل تولید نیز در مدیریت استفاده از نهاده‌ها بسیار مهم است در این میان نهاده کود (از هر نوع) از حساسیت خاصی برخوردار می‌باشد. به عبارت بهتر در مطالعاتی که با هدف افزایش بازده آب از طریق تخصیص بهینه آن صورت می‌گیرد لازم است تا هم زمان تأثیر سایر نهاده‌ها نیز بررسی شود تا به توان به یک ترکیب مناسب و قابل توصیه از نهاده‌های مرتبط با هم دست یافت. لذا این مطالعه باهدف بررسی

نظام‌های مختلف پرنهاده، متوسط‌نهاده و کم‌نهاده با محوریت راندمان آب مصرفی به اجرا درآمد.

در هر نظام تولیدی افزایش کارایی بهره‌برداری از نهاده از اصول اولیه است و بالابردن کارایی تولید از اهداف اساسی می‌باشد. در این رابطه نظام‌های زراعی پایدار کم‌نهاده در مقایسه با نظام‌های رایج از کارایی بالاتری برخوردارند و پژوهش‌های متعدد در سطح جهان حاکی از این واقعیت می‌باشد (Dumaresq and Derrick 1992; Green 1987). با کاهش فزاینده آب، نیاز به پژوهش‌های بیشتری در زمینه استفاده بهینه از آب صورت گرفته است. قهرمان و سپاسخواه (۱۳۷۵) روش جدیدی را در مدیریت منابع آب جهت حداکثرکردن محصول تولیدی با استفاده از روش کم‌آبیاری و بالابردن بازده آب معرفی کرده‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که رابطه بین محصولی نسبی (نسبت محصول واقعی به محصول در شرایط کم‌آبی) با کاهش آب بخصوص در مراحل آخر فصل رشد نزولی است. سلطانی (۱۳۷۷) عقیده دارد که راندمان پایین آبیاری در ایران معلول عدم توجه به سه موضوع است که عبارتند از طرز، میزان و زمان مصرف آب. در واقع افزایش سریع تقاضا برای مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه سبب شده است که تحقیقات آبیاری در این کشورها بیشتر به منظور تعیین آب لازم برای تولید حداکثر محصول زراعی در واحد سطح انجام گیرد. وی با استفاده از تابع تولید و هزینه نشان داده که کم‌آبیاری ممکن است از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر

باشد. هیوم و گیلارد (Hume and Gilard 1993) در آزمایشی روی نظام‌های زراعی مبتنی بر سطوح مختلف نهاده برای محصولات زراعی ذرت، سویا و گندم ملاحظه کردند که اگر چه عملکرد در نظام‌هایی که نهاده‌های ارگانیک استفاده کرده‌اند به علل مختلفی از جمله کمبود نیتروژن در خاک و عدم کنترل مناسب علف‌های هرز، کمتر از نظام‌های پرنهاده است ولی کارایی این قبیل نظام‌ها بیشتر از نظام‌های رایج می‌باشد. در این رابطه نظام کم‌نهاده بازده اقتصادی بیشتری نسبت به نظام پرنهاده دارد (Gillard 1993).

زارع فیض‌آبادی (۱۳۷۷) بازده اقتصادی نظام‌های زراعی متداول و اکولوژیک در تناوب‌های مختلف با گندم را بررسی کرد. نتایج مطالعه وی نشان داد با وجودی که منفعت خالص نظام‌های زراعی ارگانیک و کم‌نهاده نسبت به نظام زراعی پرنهاده به ترتیب ۳۱ و ۲۷ درصد کمتر بود، ولی کارایی اقتصادی نظام زراعی کم نهاده ۱۸ درصد بیش از نظام زراعی پرنهاده به دست آمد و با نظام ارگانیک تفاوتی نداشت. از آن جا که در حال حاضر برخی از کشاورزان از روش‌های کم‌آبیاری استفاده می‌کنند با انجام مطالعات میدانی ویژگی‌های روش‌های زراعی شناسائی شد تا در انتخاب تیمارها از آن‌ها استفاده شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان در ایستگاه طرق طی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ انجام

۴- سیستم رایج نوع اول: در این سیستم دورآبیاری ۱۲ روزه که سه دورآبیاری بعد از سبزشدن حذف گردید، مصرف کودشیمیایی به میزان توصیه کودی و دو بار کولتیواتور انجام شد.

۵- سیستم رایج نوع دوم: در این سیستم دور آبیاری هشت روزه که سه دور آبیاری بعد از سبزشدن حذف گردید، مصرف کود شیمیایی ۳۰ درصد بیشتر از توصیه کودی و شامل کودهای دارای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف در طول فصل رشد و سه بار کولتیواتور انجام شد.

با توجه به این که یکی از اهداف مهم این تحقیق شناسایی تیمارهایی است که در آن‌ها بهره‌وری استفاده از نهاده‌ها بالاتر است، لذا با استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. برای این منظور از روابط زیر استفاده گردید (آزادگان ۱۳۷۷؛ حجاران ۱۳۶۸؛ سلطانی و همکاران ۱۳۷۱؛ زارع فیض آبادی ۱۳۷۷؛ زیبایی و سلطانی ۱۳۷۴).

$$\text{میزان تولید محصول} = \frac{\text{میزان مصرف هر نهاده}}{\text{بهره‌وری متوسط تولید هر نهاده در هر سیستم}}$$

به منظور شناسایی بهترین سیستم اقتصادی از روش بودجه‌بندی جزئی استفاده شد (باغانی و زارع ۱۳۸۱؛ حجاران ۱۳۶۸؛ سلطانی و همکاران ۱۳۷۲). در این بررسی ابتدا هزینه‌های غیرمشابه و درآمدهای تیمارهای مختلف محاسبه گردید. درآمد خالص از تفاضل کل ارزش عملکرد و هزینه‌های کود، آب و

شد در پاییز شخم عمیق زده شد و نمونه برداری خاک جهت تعیین نیاز کودی مزرعه انجام شد. براساس تجزیه خاک در سال اول به میزان ۲۰۸ کیلوگرم کلرورپتاسیم ۴۲۵ کیلوگرم نترات آمونیوم، ۶۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۳۰ کیلوگرم اسید بوریک، ۴۰ کیلوگرم سولفات روی، ۳۰ کیلوگرم سولفات منگنز و در سال دوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۴۵۰ کیلوگرم نترات آمونیوم، ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توصیه شده بوده که انجام گردید. در بهار عملیات آماده‌سازی شامل دیسک و لولر انجام شد. سپس عملیات کشت چغندر قند روی یک هکتار که به پنج قسمت مساوی تقسیم شده بود انجام گردید. بعد از آبیاری اول و دوم، پنج سیستم مختلف بر روی قطعات تقسیم شده به شرح زیر اجرا شد:

۱- سیستم پرنهاده: در این سیستم دور آبیاری هشت روزه، مصرف کود شیمیایی ۳۰ درصد بیشتر از توصیه کودی و شامل کودهای دارای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف در طول فصل رشد و سه بار کولتیواتور انجام شد.

۲- سیستم متوسط نهاده: در این سیستم دور آبیاری ۱۲ روزه، مصرف کودشیمیایی به میزان توصیه کودی و دو بار کولتیواتور انجام شد.

۳- سیستم کم نهاده: در این سیستم دور آبیاری ۱۶ روزه، مصرف کودشیمیایی به میزان ۳۰ درصد کمتر از توصیه کودی و یک بار کولتیواتور انجام شد.

نرخ بازده نهایی یک تیمار بیان گر درصد افزایش درآمد خالص یک تیمار در قبال مازاد هزینه اجرای آن است (بازده خالص سرمایه گذاری).

به منظور محاسبه هزینه هر واحد نهاده، از پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی خراسان استفاده گردید (جدول ۲). هزینه آب براساس قیمت اجاره بهای آب در منطقه محاسبه (باغانی و زارع ۱۳۸۱؛ زارع ۱۳۸۱) و به منظور بررسی حساسیت تیمارها نسبت به قیمت آب، از روش تحلیل حساسیت با بکارگیری تکنیک برنامه‌ریزی خطی بهره گرفته شد. برای ارزیابی اقتصادی و مقایسه تیمارها ابتدا آن‌ها را براساس افزایش هزینه مرتب کرده و مقایسات صورت گرفت.

به منظور بررسی چگونگی انتخاب هریک از سیستم‌ها در شرایط محدودیت نهاده‌ها و بررسی تحلیل حساسیت قیمتی نهاده‌ها از برنامه‌ریزی خطی استفاده شد که شکل عمومی آن به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} \text{MAX: } & \sum p_j y_j - \sum r_j x_j \\ \text{subjt to: } & \sum a_{ij} y_j \leq b_j \quad (j=1,2,3,\dots,m) \end{aligned}$$

رابطه اول بیان گر حداکثر شدن درآمد و رابطه دوم بیان گر شرایط و محدودیت‌های هر سیستم است. در این روابط، P، قیمت محصول، Y میزان تولید محصول چغندر قند در سیستم، X_j میزان نهاده و r_j قیمت نهاده زام، a_j میزان نهاده زام برای تولید یک واحد Y و b_j حداکثر نهاده زام در دسترس می‌باشد و m تعداد محدودیت می‌باشد که جزئیات مربوطه در قسمت نتایج تشریح شده است.

کولتیواتور که در تیمارهای مورد بررسی اختلاف داشتند به دست آمد (باتوجه به حذف هزینه‌های مشابه در تیمارها، درآمد خالص به دست آمده بیان گر درآمد خالص در هکتار نمی‌باشد).

سایر روابط بدین گونه تعریف می‌شوند.

$$\text{درآمد کل تیمار (A) - (درآمد کل تیمار (B) = منفعت نهایی تیمار} \\ \frac{\text{هزینه تیمار (A) - (هزینه تیمار (B)}}{\text{نسبت به A}}$$

در این رابطه A و B تیمارهایی هستند که باید با هم مقایسه شوند.

درآمد کل از حاصل ضرب تولید در هکتار و قیمت محصول محاسبه شده است. درآمد نهایی در واقع بیان گر افزایش در درآمد کل به ازای یک واحد افزایش در هزینه می‌باشد. لذا اگر میزان درآمد نهایی کمتر از واحد گردد تیمار B رد می‌گردد. بدیهی است باتوجه به این که در ارزیابی‌های اقتصادی افزایش درآمد هر تیمار در ازای هزینه‌های انجام شده مدنظر است، لذا هزینه‌هایی که در تیمارها مشترک است حذف می‌گردد.

= درآمد نهایی خالص تیمار B نسبت به A

$$[\text{درآمد خالص تیمار A}] - [\text{درآمد خالص تیمار B}]$$

درآمد نهایی خالص بیان گر افزایش درآمد خالص ناشی از اجرای تیمار B بجای تیمار A می‌باشد.

$$\times 100 = \frac{\text{درآمد نهایی خالص}}{\text{نرخ بازده نهایی تیمار}} \\ \frac{\text{هزینه تیمار A - هزینه تیمار B}}{\text{نسبت به A}}$$

نتایج

ارزیابی اقتصادی با استفاده از تحلیل ارزش نهایی تولید

یکی از راه‌های ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه، استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی و تحلیل نهایی می‌باشد. میزان نهاده‌های مورد استفاده و مبانی محاسباتی در جداول ۱ و ۲ ذکر گردیده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود علاوه بر ارزش عملکرد در هکتار، ارزش درصد قند چغندر قند نیز در محاسبات لحاظ شده است. باتوجه به این که هزینه برداشت محصولات باتوجه به میزان عملکرد محصول متفاوت است، لذا در این مطالعه میانگین هزینه برداشت براساس میزان عملکرد متوسط مزارع کشاورزان در گروه‌های عملکردی مندرج در جدول ۲ محاسبه شد. به طور مثال مزارعی که دارای میانگین عملکرد $51/404$ تن در هکتار بوده و دامنه عملکرد آن‌ها بین 50 تا 58 تن بود دارای هزینه برداشت معادل $12/43$ ریال برای هر کیلوگرم محصول بودند.

نتایج محاسبات مربوط به سال اول اجرای طرح در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از جهت درآمد خالص، تیمار ۲ (توصیه کودی و دور آبیاری ۱۲ روزه) بهترین گزینه است. باتوجه به این که در تحلیل اقتصادی بایستی تغییر در درآمدها را با توجه به تغییر در هزینه‌ها مورد ارزیابی قرار داد، لذا معیار انتخاب تیمار برتر استفاده از تحلیل نهایی خواهد بود. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، در روش تحلیل

درآمد نهایی خالص تغییر در درآمدها و هزینه‌های یک تیمار با تیمار دیگر مقایسه می‌شود در این رابطه در مرحله اول ابتدا تیمارها براساس افزایش هزینه مرتب می‌شوند و بعد مقایسات براساس نسبت افزایش درآمد به افزایش هزینه (درآمد نهایی) صورت گرفته تا تیمارهایی که درآمد نهایی کمتر از یک دارند حذف شوند. در مرحله دوم با مقایسه مجدد تیمارها، تیماری که دارای بالاترین نرخ بازده نهایی باشد به عنوان تیمار برتر معرفی گردد. براین اساس، تیمار شماره ۴ و ۵ به علت کمتر از یک بودن درآمد نهایی حذف می‌شوند (زیرا افزایش درآمد کمتر از افزایش هزینه است. به طور مثال انتخاب تیمار ۵ به جای تیمار ۲ هزینه‌ها را 1703360 ریال افزایش می‌دهد در حالی که میزان افزایش درآمد 174690 ریال می‌باشد)، لذا تیمارهای باقی‌مانده شامل تیمار ۱ و ۲ و ۳ است. تیمار شماره ۱ دارای بالاترین ارزش تولید است، اما نسبت به تیمار شماره ۲ دارای نرخ بازده منفی است ضمن این که درآمد نهایی آن نیز کمتر از یک است. تیمار شماره ۲ با توجه به این که نسبت به تیمار شماره ۳ دارای نرخ بازده نهایی $11/9$ درصد می‌باشد، لذا برترین تیمار اقتصادی است. این محاسبات برای سال دوم و میانگین هر دو سال نیز براساس قیمت‌های سال اول ($81-80$) انجام گرفت که نتایج آن در جداول ۴ و ۵ آمده است همان‌طور که ملاحظه می‌شود نتایج مقایسه تیمارها، مشابه سال اول می‌باشد.

جدول ۱ میزان مصرف نهاده ها در تیمارهای مورد مطالعه در سال اول
Table 1 Incorporated input in experiment treatments in first year

| آب (متر مکعب در هکتار) Water(cubic meter/ha) | کود فسفره (کیلوگرم در هکتار) Phosphate(kg/ha) | کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen(kg/ha) | کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium(kg/ha) | کولتیواتر (تعداد) Cultivator(number) | نیروی کار آبیاری (نفر روز کار در هکتار) Irrigation labour (labor per day/ha) | تیمارها Treatments |
|---|---|--|--|---|---|-----------------------|
| 12000 | 78 | 553 | 270 | 3 | 24 | 1 |
| 8000 | 60 | 425 | 208 | 2 | 13 | 2 |
| 6000 | 42 | 298 | 146 | 1 | 12 | 3 |
| 6500 | 60 | 425 | 208 | 3 | 16 | 4 |
| 10500 | 78 | 553 | 270 | 2 | 21 | 5 |

مقایسه بهره‌وری نهاده‌های تولید

آب مصرفی دارای اهمیت بالایی است. جداول ۳، ۴ و ۵ میزان بهره‌وری نهاده‌ها را در سال‌های اجرای طرح نشان می‌دهد، همان‌طور که ملاحظه می‌شود در کلیه نهاده‌ها تیمار شماره ۳ دارای بالاترین نرخ بهره‌وری بوده و تیمار شماره ۲ در رده بعدی قرار دارد.

دومین معیار مطالعه اقتصادی طرح بررسی بهره‌وری استفاده از نهاده‌های تولید می‌باشد. باتوجه به این که کمبابت‌ترین نهاده در استان خراسان آب می‌باشد بررسی بهره‌وری استفاده از نهاده‌ها بخصوص

جدول ۲ مبانی محاسباتی تیمارهای مورد مطالعه
Table 2 Calculating base for experiment treatments

| هزینه برداشت (۱۰ ریال) Harvest cost (10 Rials) | هزینه برداشت هر کیلوگرم Harvst cost for 1 kg | نفر روز کار برداشت هر کیلوگرم چغندر قند Labour per day of sugar beet harvest for 1 kg | قیمت (۱۰ ریال) price(10 Rials) | واحد unit | نام نهاده Input name |
|---|---|---|-----------------------------------|------------------------------|--|
| 51404 | 1.243 | 0.0004 | 40 | کیلوگرم kg | نترات آمونیوم Amonium nitrate |
| 35483 | 2.110 | 0.0007 | 51 | کیلوگرم kg | فسفات آمونیوم Amonium phosphate |
| 41500 | 1.854 | 0.0006 | 40 | کیلوگرم kg | کلرور پتاسیم Potassium chlorate |
| 51404 | 1.243 | 0.0004 | 60 | متر مکعب Cubic meter | آب water |
| 51404 | 1.243 | 0.0004 | 3000 | - | کولتیواتر cultivator |
| 51404 | 1.243 | 0.0004 | 800 | درصد percentage | عیار قند بیش از ۱۶٪ Sugar content above 16 % |
| - | - | - | 32 | کیلوگرم kg | عملکرد ریشه چغندر قند Root yield |
| - | - | - | 2000 | نفر روز کار Labor per day | نیروی کار labour |

جدول ۳ ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه در سال اول
Table 3 Economic evaluation of studied treatments in first year

| شماره تیمار Treatment number ³ | میانگین ارزش تولید (۱۰ ریال) Mean yield value (10 Rials) | کل هزینه (۱۰ ریال) Total cost (10Rials) | درآمد خالص (۱۰ ریال) Net benefit (10Rials) | درآمد نهایی Marginal benefit | درآمد خالص نهایی (۱۰ ریال) marginal net benefit(10Rials) | نرخ بازده نهایی (%) marginal rate of return(%) | میانگین عملکرد (تن در هکتار) mean yield(ton) | بهره‌وری آب water productivity (kg/m3) | بهره‌وری کود فسفره Phosphate fertilizer productivity | بهره‌وری کود نیتروژن Nitrogen fertilizer productivity | بهره‌وری کود پتاسیم Potassium fertilizer productivity | بهره‌وری کولتیواتر Cultivator productivity | بهره‌وری نیروی کار Labour productivity |
|--|---|--|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|--|--|---|---|
| 3 | 1363420 | 482665 | 880755 | - | - | 0.0 | 40.884 | 6.81 | 973 | 137 | 281 | 40884 | 1704 |
| 4 | 1236201 | 528615 | 707586 | -2.8 | -173169 | -376.9 | 37.080 | 5.70 | 618 | 87 | 178 | 18540 | 1426 |
| 2 | 1561779 | 608848 | 952931 | 4.1 | 245345 | 305.8 | 50.256 | 6.28 | 838 | 118 | 242 | 25128 | 1571 |
| 5 | 1579248 | 779184 | 800064 | 0.1 | -152867 | -89.7 | 49.308 | 4.70 | 632 | 89 | 182 | 16436 | 1174 |
| 1 | 1686960 | 879748 | 807212 | 1.1 | 7148.2 | 7.1 | 52.980 | 4.42 | 679 | 96 | 196 | 17660 | 1104 |
| مقایسه نهایی Final comparison | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1363420 | 482665 | 880755 | - | - | 0 | 40.88 | 6.81 | 973 | 137 | 281 | 40884 | 1704 |
| 2 | 1561779 | 608848 | 952931 | 1.6 | 72176 | 57.2 | 50.26 | 6.28 | 838 | 118 | 242 | 25128 | 1571 |
| 1 | 1686960 | 879748 | 807212 | 0.5 | -145719 | -53.8 | 52.98 | 4.42 | 679 | 96 | 196 | 17660 | 1104 |

جدول ۴ ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه در سال دوم
Table 4 Economic evaluation of studied treatments in second year

| شماره تیمار Treatment number | میانگین ارزش تولید (۱۰ ریال) Mean yield value (10 Rials) | کل هزینه (۱۰ ریال) Total cost (10Rials) | درآمد خالص (۱۰ ریال) Net benefit (10Rials) | درآمد نهایی Marginal benefit | درآمد خالص نهایی (۱۰ ریال) marginal net benefit(10Rials) | نرخ بازده نهایی (%) marginal rate of return(%) | میانگین عملکرد (تن) mean yield(ton) | بهره وری آب water productivity (kg/m3) | بهره وری کود فسفره Phosphate fertilizer productivity | بهره وری کود نیتروژن Nitrogen fertilizer productivity | بهره وری کود پتاسم Potassium fertilizer productivity | بهره وری کولتیواتور Cultivator productivity | بهره وری نیروی کار Labour productivity |
|---------------------------------|---|--|---|---------------------------------|---|---|--|---|---|--|---|--|---|
| 3 | 1370123 | 483059 | 887064 | - | - | 0.0 | 41.1 | 6.85 | 978 | 138 | 282 | 41097 | 1712 |
| 4 | 1134529 | 523575 | 610954 | -5.8 | -276110 | -681.5 | 34.69 | 5.34 | 578 | 82 | 167 | 17346 | 1334 |
| 2 | 1621606 | 609661 | 1011945 | 5.7 | 400991 | 465.8 | 50.91 | 6.36 | 848 | 120 | 245 | 25455 | 1591 |
| 5 | 1356505 | 791190 | 565315 | -1.5 | -446630 | -246 | 43.84 | 4.18 | 562 | 79 | 162 | 14613 | 1044 |
| 1 | 1719109 | 877585 | 841525 | 4.2 | 276210 | 319.7 | 51.24 | 4.27 | 657 | 93 | 189 | 17080 | 1067 |
| comparison Final مقایسه نهایی | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1370123 | 483059 | 887064 | | | 0.0 | 41.1 | 6.85 | 978 | 138 | 282 | 41097 | 1712 |
| 2 | 1621606 | 609661 | 1011945 | 2.0 | 124881 | 98.6 | 50.91 | 6.36 | 848 | 120 | 245 | 25455 | 1591 |
| 1 | 1719109 | 877585 | 841525 | 0.4 | -170421 | -63.6 | 51.24 | 4.27 | 657 | 93 | 189 | 17080 | 1067 |

جدول ۵ ارزیابی اقتصادی میانگین تیمارهای مورد مطالعه در دو سال
Table 5 Economic evaluation of mean studied treatments in two years

| شماره تیمار Treatment number | میانگین ارزش تولید (۱۰ ریال) Mean yield value (10 Rials) | کل هزینه (۱۰ ریال) Total cost (10Rials) | درآمد خالص (۱۰ ریال) Net benefit (10Rials) | درآمد نهایی Marginal benefit | درآمد خالص نهایی (۱۰ ریال) marginal net benefit(10Rials) | نرخ بازده نهایی (%) marginal rate of return(%) | میانگین عملکرد (تن) mean yield(ton) | بهره وری آب water productivity (kg/m3) | بهره وری کود فسفات Phosphate fertilizer productivity | بهره وری کود نیتروژن Nitrogen fertilizer productivity | بهره وری کود پتاسم Potassium fertilizer productivity | بهره وری کولتیواتور Cultivator productivity | بهره وری نیروی کار Labour productivity |
|---------------------------------|---|--|---|---------------------------------|---|---|--|---|---|--|---|--|---|
| 3 | 1366477 | 482862 | 883615 | - | - | 0.0 | 40.990 | 6.83 | 976 | 138 | 282 | 40990 | 1708 |
| 4 | 1185205 | 526095 | 659110 | -4.2 | -224504 | -519.3 | 35.886 | 5.52 | 598 | 84 | 173 | 17943 | 1380 |
| 2 | 1592699 | 609254 | 983445 | 4.9 | 324335 | 390 | 50.583 | 6.32 | 843 | 119 | 243 | 25291 | 1581 |
| 5 | 1466547 | 795764 | 670783 | -0.7 | -312662 | -167.6 | 46.573 | 4.44 | 597 | 84 | 172 | 11962 | 1109 |
| 1 | 1704779 | 878666 | 826112 | 2.9 | 155329 | 187.4 | 52.110 | 4.34 | 668 | 94 | 193 | 17370 | 1086 |
| Final comparison مقایسه نهایی | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1366477 | 482665 | 883812 | - | - | 0.0 | 40.884 | 6.81 | 976 | 138 | 282 | 40990 | 1708 |
| 2 | 1592699 | 608848 | 983851 | 1.8 | 100040 | 79.3 | 50.256 | 6.28 | 843 | 119 | 243 | 25291 | 1581 |
| 1 | 1704779 | 879748 | 825031 | 0.4 | -158821 | -58.6 | 52.110 | 4.42 | 668 | 94 | 193 | 17370 | 1086 |

تحلیل حساسیت قیمت آب در انتخاب تیمارها

مهم‌ترین نهاده‌ای که کمبود آن در سطح استان منجر به انجام این مطالعه گردید، آب می‌باشد. تخصیص آب بین تیمارهای مورد مطالعه تحت تأثیر میزان بهره‌وری آب از یک طرف و قیمت آب از طرف دیگر می‌باشد. در قسمت ارزیابی اقتصادی طرح از دو معیار کمک گرفته شد یکی درآمد خالص نهایی و دیگری نرخ بازده. در واقع نرخ بازده در صورتی بزرگتر از صفر خواهد بود که درآمد خالص نهایی بزرگتر از صفر باشد و درآمد خالص نهایی در صورتی عددی مثبت به دست می‌آید که از یک طرف میزان افزایش درآمد یک تیمار از افزایش هزینه‌های آن بیشتر باشد و از طرف دیگر این افزایش نسبت به تیمارهای دیگر نیز بیشتر باشد. بنابراین باتوجه به ماهیت تحلیل نهایی که نحوه محاسبه آن براساس افزایش هزینه‌ها در تیمارها می‌باشد. به منظور بررسی حساسیت قیمتی تیمارها به قیمت نهاده‌ها و تعیین دامنه حساسیت یک تیمار به قیمت نهاده کمیاب از یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی استفاده گردید (ترکمانی و زارع ۱۳۷۹). همان طوری که قبلاً توضیح داده شد این الگو دارای یک تابع هدف می‌باشد. به طور مثال تابع هدف برای سال اول اجرای طرح به شرح زیر است:

$$\text{Max: } 32y - 51p - 40z - 40k - 3000ko1 - 2000la1b - 60w - 1.243harve125 - 2.1099harve4 - 1.854harve3$$

تعاریف مربوط به تابع هدف در جدول ۶ ذکر گردیده است. همان طوری که ملاحظه می‌شود در این تابع

متغیر harve125 بیان‌گر رشته فعالیت تیمارهای ۱ و ۲ و ۵ بوده و متغیرهای harve3 و harve4 به ترتیب بیان‌گر تیمارهای ۳ و ۴ می‌باشد. باتوجه به این که هزینه برداشت محصول با تغییر عملکرد در هکتار تغییر می‌کند و با توجه به این که عملکرد در هکتار تیمارهای مورد مطالعه با یکدیگر متفاوت می‌باشد. با استفاده از سیستم هزینه تولید محصولات کشاورزی (سیستم استخراج هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی که سالانه توسط اداره آمار و خدمات رایانه‌ای سازمان جهادکشاورزی استان خراسان تهیه می‌شود) و گروه‌بندی زارعین براساس میزان عملکرد آن‌ها، هزینه برداشت محصول برای تیمارهای مورد مطالعه محاسبه شد. بر این اساس هزینه برداشت هر کیلوگرم چغندر قند در تیمارهای ۱ و ۲ و ۵ برابر با ۱۲/۴ ریال و برای تیمارهای ۳ و ۴ به ترتیب ۱۸/۵۴ و ۲۱/۰۹۹ ریال محاسبه شد. به منظور معرفی محدودیت‌ها و هم چنین معرفی روابط بین میزان تولید، هزینه‌های مربوطه و درآمدهای هر تیمار به مدل، از روابط زیر استفاده شد.

محدودیت‌ها

۱) محدودیت آب مصرفی

$$1) \quad (12000x1 + 8000x2 + 6000x3 + 6500x4 + 10500x5) - w = 0$$

۲) محدودیت کود فسفره

$$2) \quad (78x1 + 60x2 + 42x3 + 60x4 + 78x5) - p = 0$$

۳) محدودیت کود نیتروژن

- 7) $(52718x_1 + 48806x_2 + 42607x_3 + 38631x_4 + 49352x_5) - y = 0$ (۸) محدودیت هزینه برداشت تیمارهای ۱ و ۲ و ۵
- 3) $(552.5x_1 + 425x_2 + 297.5x_3 + 425x_4 + 552.5x_5) - z = 0$ (۴) محدودیت کود پتاس
- 8) $(52980x_1 + 50256x_2 + 49308x_5) - \text{harve}125 = 0$ 4) $(270.4x_1 + 208x_2 + 145.6x_3 + 208x_4 + 270.4x_5) - k = 0$ (۹) محدودیت تعداد کولتیواتور
- 9) $37080x_4 - \text{harve}4 = 0$ 5) $(3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 2x_4 + 3x_5) - \text{kol} = 0$ (۱۰) محدودیت هزینه برداشت تیمار ۳
- 10) $40884x_3 - \text{harve}3 = 0$ 6) $(24x_1 + 16x_2 + 12x_3 + 13x_4 + 21x_5) - \text{lab} = 0$ (۱۱) محدودیت انتخاب یک تیمار
- 11) $1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 = 1$ (۷) محدودیت تولید هر تیمار

جدول ۶ مشخصات متغیرها و ضرایب تابع هدف در مدل ریاضی

Table 6 Specification of variables and coefficients of objective function in mathematical model

| ضریب متغیر Variable coefficient | تعریف متغیر Variable definition | نام متغیر Variable name |
|------------------------------------|---|----------------------------|
| قیمت محصول (۱۰ ریال) | میزان تولید (کیلوگرم) | Y |
| قیمت کود (۱۰ ریال) | فسفات آمونیوم (کیلوگرم) | P |
| قیمت کود (۱۰ ریال) | میزان نیتروژن (کیلوگرم) | Z |
| قیمت کود (۱۰ ریال) | میزان کلرور پتاسیم (کیلوگرم) | K |
| قیمت کولتیواتور (۱۰ ریال) | تعداد کولتیواتور | KOL |
| قیمت کارگر (۱۰ ریال) | کارگر (روز نفر) | LAB |
| قیمت آب (۱۰ ریال) | آب (متر مکعب) | W |
| میزان تولید در هکتار (کیلوگرم) | تیمار یک (هکتار) | X1 |
| میزان تولید در هکتار (کیلوگرم) | تیمار دو | X2 |
| میزان تولید در هکتار (کیلوگرم) | تیمار سه | X3 |
| میزان تولید در هکتار (کیلوگرم) | تیمار چهار | X4 |
| میزان تولید در هکتار (کیلوگرم) | تیمار پنج | X5 |
| هزینه برداشت (۱۰ ریال) | میزان کل برداشت در تیمارهای ۱ و ۲ و ۵ (کیلوگرم) | HARVE125 |
| هزینه برداشت (۱۰ ریال) | میزان کل برداشت تیمار ۳ (کیلوگرم) | HARVE3 |
| هزینه برداشت (۱۰ ریال) | میزان کل برداشت تیمار ۴ (کیلوگرم) | HARVE4 |

اجرای اولین مدل در سال اول در جدول شماره ۷ ذکر گردیده است. همان طوری که ملاحظه می‌شود بهترین تیمار در این برنامه تیمار شماره ۲ می‌باشد ($x_2=1$). مقادیر تولید و نهاده‌ها (y, p, z, k, \dots) نیز مربوط به تیمار ۲ است که در برنامه ریاضی معرفی گردیده بود. باتوجه به این که قیمت آب در مناطق مختلف و براساس استخراج از منابع مختلف با یکدیگر متفاوت است، لذا به منظور بررسی دامنه تغییرات و تأثیر این تغییر بر انتخاب تیمار توسط مدل، با استفاده از تحلیل حساسیت قیمت آب، میزان افزایش قیمت آب $36/09$ و میزان کاهش قیمت $36/42$ به دست آمد (جدول ۸). بنابراین با تغییر در قیمت آب دو مدل دیگر نیز محاسبه شد. خلاصه نتایج حاصل از اجرای این دو مدل در جدول ۹ ذکر گردیده است.

در اولین معادله میزان آب مورد استفاده هر تیمار معرفی شده است. به طور مثال میزان آب مورد نیاز تیمار شماره یک 12000 مترمکعب است. حال به منظور انعکاس قیمت آب در تابع هدف، متغیر W با ضریب منفی وارد مدل شده است تا پس از انتخاب تیمارها و میزان آن‌ها، کل آب مورد استفاده در معادله محاسبه شده و به عنوان هزینه از تابع هدف کسر گردد. با همین شیوه روابط بعدی نیز تعریف شده‌اند.

همان طور که ملاحظه شد در اولین مدل مربوط به سال اول اجرای طرح قیمت هر متر مکعب آب 600 ریال (در محاسبات و روابط ریاضی، واحد قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها 10 ریال است) که براساس میانگین قیمت اجاره آب و نظر کارشناسان مربوطه محاسبه شده است، در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از

جدول ۷ نتایج حاصل از اجرای مدل ریاضی برای سال اول
Table 7 Result of solving mathematical model for first year

| نام متغیر Variable name | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | HARVE3 | HARVE4 | HARVE125 | W | LAB | KOL | Z | P | Y |
|--|----------|----|----|----|----|--------|--------|----------|----|-----|-----|-----|----|-------|
| مقدار Value | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 50256 | 8000 | 16 | 2 | 208 | 425 | 60 | 48806 |
| مقدار تابع هدف Objective function value | 952943.8 | | | | | | | | | | | | | |

جدول ۸ تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف

Table 8 Sensitivity analysis for objective function coefficients

| ضریب فعلی Current coefficient | میزان مجاز افزایش Allowable increase | میزان مجاز کاهش Allowable reduction | نام متغیر Variable name |
|----------------------------------|---|--|----------------------------|
| 32 | 37.2 | 11.6 | Y |
| -51 | 8095 | 4010 | P |
| -40 | 1142 | 566 | Z |
| -40 | 3352 | 1156 | K |
| -3000 | 145715 | 72184 | KOL |
| -2000 | 18214 | 18046 | LAB |
| -60 | 36.42 | 36.09 | W |
| -1.243 | 53 | 1.1 | HARVE125 |
| -2.1099 | 6.6 | ∞^* | HARVE4 |
| -1.854 | 1.7 | ∞ | HARVE3 |
| 0 | 45715 | ∞ | X1 |
| 0 | ∞ | 72184 | X2 |
| 0 | 72184 | ∞ | X3 |
| 0 | 245366 | ∞ | X4 |
| 0 | 152863 | ∞ | X5 |

*-Infinite

* - نامحدود

تیمار قبلی خواهد شد اما انتخاب تیمار بستگی به میزان نرخ بازده دارد. به طور مثال افزایش قیمت به ۹۷۰ ریال نرخ بازده تیمار ۲ را به ۰/۹- تغییر می‌دهد و چون تیمار رقیب دیگری وجود ندارد لذا تیمار سوم بهترین گزینه خواهد بود اما کاهش قیمت‌ها به ۲۳۰ ریال باعث می‌شود تا نرخ بازده نهایی تیمار اول به ۱/۹ درصد افزایش یابد. اما چون نرخ بازده نهایی تیمار ۲ در این شرایط به ۲۸۰/۱ درصد افزایش می‌یابد لذا تیمار انتخاب شده در نهایت تیمار شماره ۲ خواهد بود. بدیهی است تغییر قیمت بین ۲۳۰ تا ۹۷۰ چه از لحاظ درآمد خالص و چه از نظر بازده نهایی تأثیری بر تغییر تیمار شماره ۲ نخواهد داشت. این نتایج برای سال دوم و میانگین دو سال مشابه است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود براساس اطلاعات سال اول اجرای طرح و براساس معیار درآمد خالص در قیمت ۶۰ ریال (که برای سال ۸۱ برآورد شده است) تیمار انتخابی تیمار توصیه کودی با دور ۱۲ (تیمار شماره ۲) می‌باشد دامنه حساسیت قیمتی در این مرحله بین ۳۶۰/۹ ریال افزایش و یا ۳۶۴ ریال کاهش قیمت به دست آمد در صورتی که قیمت آب به میزان ۳۶۰/۹ افزایش یابد و به ۹۷۰ ریال برسد تیمار انتخاب شده تیمار کم‌نهاد (تیمار شماره ۳) خواهد بود و اگر قیمت‌ها به ۲۳۰ ریال کاهش یابد تیمار انتخابی تیمار پرنهاد (تیمار شماره یک) خواهد بود. به عبارت بهتر تغییر در این دامنه موجب مثبت شدن نرخ بازده نهایی تیمار جدید (در اینجا تیمار ۳) و یا منفی شدن نرخ بازده

جدول ۹ تحلیل حساسیت قیمت آب در تیمارهای مورد مطالعه
Table 9 Water price sensitivity analysis for studied treatments

| مرحله سوم Third stage | | مرحله دوم Second stage | | مرحله اول First stage | | | قیمت پایه آب (۱۰ ریال) Initial Water price (10 Rials) | سال Year |
|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|
| تیمار انتخاب شده Selected treatment | قیمت کاهش یافته (۱۰ ریال) reduced price (10 Rials) | تیمار انتخاب شده Selected treatment | قیمت افزایش یافته (۱۰ ریال) Increased price (10 Rials) | میزان کاهش قیمت (۱۰ ریال) Measure of reduced price (10 Rials) | میزان افزایش قیمت (۱۰ ریال) Measure of increased price (10 Rials) | تیمار انتخاب شده Selected treatment | | |
| 1 | 23 | 3 | 97 | 36.4 | 36.09 | 2 | 60 | اول First |
| 1 | 17 | 3 | 160 | 42.6 | 99.09 | 2 | 60 | دوم Second میانگین دو |
| 1 | 20 | 3 | 149 | 39.3 | 88.85 | 2 | 60 | سال Mean of two year |

بحث و نتیجه‌گیری

روز می‌باشد و لیکن بالاترین بهره‌وری آب مصرفی مربوط به تیمار کم‌نهاد با دور ۱۶ روز می‌باشد. به طوری که با کاهش ۵۰ درصدی در میزان آب مصرفی تنها ۲۳ درصد از تولید کاهش پیدا کرده است. این ویژگی در سایر نهاده‌های مصرفی این دو تیمار نیز کاملاً مشهود است به طور مثال میزان مصرف کودهای شیمیایی ۴۶ درصد در تیمار شماره ۳ نسبت به تیمار شماره ۱ کاهش را نشان می‌دهد در صورتی که کاهش عملکرد کل ۱۴/۵ درصد می‌باشد و حتی عملکرد کودهای شیمیایی افزایش نیز یافته است. با توجه به این که مقایسه عملکرد یک نهاده در تیمارهایی که در استفاده از سایر نهاده‌ها با هم اختلاف دارند باعث می‌شود تا سهم نهاده‌های دیگر در کاهش و یا افزایش تولید به حساب نهاده مورد نظر گذاشته شود (به طور مثال مقایسه تیمار ۴ با ۲ نشان می‌دهد با وجودی که این دو تیمار از لحاظ میزان مصرف کودها با هم اختلاف ندارند

نتایج طرح نشان داد با وجودی که بالاترین عملکرد ریشه در هکتار مربوط به تیمار شماره ۱ (پرنهاده) با متوسط عملکرد ۵۲ تن می‌باشد و لیکن از نقطه نظر اقتصادی و هم چنین بهره‌وری نهاده کمیاب آب نتایج متفاوت می‌باشد. جدول ۵ نشان می‌دهد که تیمار ۲ که سه دور آبیاری بیشتر از تیمار ۴ آب دریافت کرده است (۸۰۰۰ در مقابل ۶۵۰۰ مترمکعب یعنی ۲۳ درصد) و در سایر نهاده‌ها با تیمار مورد نظر مشابه می‌باشد، ۴۱ درصد افزایش عملکرد در هکتار را نشان می‌دهد. در حالی که از لحاظ بهره‌وری آب مصرفی تنها ۱۴/۵ درصد افزایش را در پی داشته است. این موضوع در رابطه با تیمار ۵ و ۱ شدیدتر است به طوری که افزایش عملکرد ناشی از افزایش آب مصرفی تنها ۱۲ درصد می‌باشد. با وجودی که بالاترین عملکرد در هکتار مربوط به تیمار پرنهاده با دور هشت

نهایی نشان می‌دهد که تیمار ۱ نسبت به ۲ دارای درآمد نهایی کمتر از یک است لذا این تیمار نیز حذف می‌گردد با توجه به این که تنها دو تیمار باقی‌مانده است. لذا تیمار ۲ بر تیمار سوم برتری دارد. میزان این برتری در نرخ بازده نهایی قابل مشاهده بوده و تیمار شماره ۲ با نرخ بازده نهایی ۱۶/۴ درصد قابل توصیه است. (نرخ سود بانکی کوتاه مدت ۸ درصد می‌باشد). افزایش قیمت هر متر مکعب آب از ۶۰۰ ریال به ۱۴۹۰ ریال باعث برتری تیمار ۳ به ۲ خواهد شد، زیرا درآمد نهایی سایر تیمارها کمتر از یک است. ولی کاهش قیمت از ۶۰۰ به ۲۰۰ ریال اگرچه باعث افزایش درآمد نهایی تیمار شماره ۱ به مقدار بیشتر از یک می‌شود و لیکن به علت کمبود بازده نهایی تیمار برتر همچنان ۲ خواهد بود.

پیشنهادات

۱- با توجه به این که بالاترین بازده اقتصادی مربوط به تیمار متوسط نهاده (توصیه کودی بدون حذف سه دور آبیاری) است و این تیمار نیز با تیمارهای پرنهاده از لحاظ عملکرد ریشه اختلاف معنی‌داری ندارد. لذا این سیستم جهت استفاده کشاورزان توصیه می‌شود.

۲- میانگین نرخ بازده انتخاب سیستم متوسط نهاده (توصیه کودی بدون حذف سه دور آبیاری) به جای سیستم کم‌نهاده ۱۶/۴ درصد است لذا در صورتی که نرخ مورد انتظار زارع بیشتر از این مقدار باشد. انتخاب تیمار کم‌نهاده توصیه می‌شود.

ولیکن با افزایش مصرف آب عملکرد کودها نیز افزایش یافته است. لذا در این گونه مطالعات استفاده از معیاری که به تواند میزان مصرف کل نهاده‌های مختلف را به یک واحد یکسان تبدیل کند ضروری است. در واقع استفاده از معیارهای اقتصادی سبب می‌شود تا اختصاص نهاده‌ها در امر تولید براساس ارزش نهایی هر نهاده صورت گیرد و نه براساس تولید فیزیکی نهایی هر نهاده. برای این منظور از معیار قیمت استفاده گردید. (لازم به یادآوری است که در این مطالعه از منظر مقایسه عملکرد آب مصرفی تنها تیمار شماره ۴ با ۲ و ۵ با ۱ قابل مقایسه هستند).

یکی از دلایل حذف سه دور آبیاری تداخل آب غلات با کشت چغندر قند است مقایسه تیمار ۱ و ۵ نشان می‌دهد که ارزش این سه دور آبیاری برای این دو تیمار ۲۳۸۲۳۲۰ ریال است (جدول ۵) این مقدار برای تیمارهای ۴ و ۲، ۴۰۷۴۹۴۰ ریال است، لذا در صورتی که ارزش افزایش عملکرد غلات به اندازه یکی از این دو مقدار باشد امکان توصیه حذف سه دور آبیاری ممکن می‌شود.

همان‌طوری که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود تیمارها براساس افزایش هزینه مرتب شده‌اند براین اساس و پس از محاسبه درآمد نهایی با توجه به این که تیمار ۴ نسبت به تیمار ۳ منفعت نهایی کمتر از یک دارد لذا از جدول مقایسه حذف می‌گردد این وضعیت برای تیمار ۵ نسبت به ۲ نیز وجود دارد. بنابراین تیمارهای باقی مانده ۱ و ۳ و ۲ می‌باشند. محاسبه مجدد درآمد

- ۳- حذف سه دور آبیاری بعد از سبزشدن (سیستم رایج) موجب کاهش شدید عملکرد می‌گردد. لذا انتخاب این تیمار بایستی بعد از مقایسه ارزش تولید آب در سایر محصولات (معمولا غلات) مورد توجه قرار گیرد.
- ۴- بالاترین راندمان آب مصرفی مربوط به تیمار کم‌نهاده است انتخاب این تیمار اگرچه در راستای کشاورزی پایدار قابل توصیه است اما انتخاب آن از لحاظ اقتصادی باتوجه به قیمت آب در هر منطقه قابل توصیه است نتایج مطالعه نشان داد که انتخاب این تیمار با افزایش قیمت به ۱۴۹۰ ریال (۱۵۰ درصد افزایش قیمت) قابل توصیه می‌باشد لذا توصیه می‌شود در انتخاب کشت محصولات به قیمت آب توجه شود.
- ۵- باتوجه به این که در انتخاب تیمارها توسط کشاورزان دور آبیاری در دسترس اهمیت زیادی دارد در صورتی که این دور ۸ روز باشد توصیه می‌شود از تیمار کم‌نهاده استفاده شده و با دو برابر کردن سطح زیر کشت میزان بهره‌وری آب به حداکثر خود رسانده شود.
- ۶- انتخاب تیمار پرنهاده از لحاظ اقتصادی تنها با کاهش قیمت آب به یک سوم مقدار فعلی قابل توصیه است اما از لحاظ عملکرد در هکتار با تیمار متوسط‌نهاده اختلاف معنی‌داری ندارد اگرچه از نظر سایر پارامترهای کیفی اختلاف این دو تیمار معنی‌دار است.

References:

منابع مورد استفاده:

- آزادگان، ع.ا. ۱۳۷۷. بررسی روند تغییرات شاخص‌های بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنایع انرژی در طی سال‌های مطالعه و شناسایی عوامل مؤثر بر آن. مجموعه مقالات و سخنرانی‌های سومین کنگره ملی بهره‌وری ایران. تحلیل بهره‌وری در کشور. سازمان ملی بهره‌وری ایران. تهران. ۱۹۰-۱.
- باغانی، ج. و زارع، ش. ۱۳۸۱. کاربرد آبیاری قطره‌ای در استان خراسان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۳. شماره ۱۲: ۶۴-۵۱.
- حجاران، ا. ۱۳۶۸. از اطلاعات و داده‌های آماری تحقیقات زراعی تا توصیه‌های تحقیقاتی (ترجمه). دفتر امور تحقیقات اقتصاد کشاورزی سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. ۸۷ صفحه.
- زارع، ش. ۱۳۸۱. بررسی اقتصادی پتانسیل‌ها و عوامل مؤثر بر تولید و کارایی انگورکاران کاشمر. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان. گزارش نهایی شماره ۸۱/۲۲۱/۵۵۹. ۱۶-۱۷.

زارع فیض‌آبادی، ا. ۱۳۷۷. بررسی کارایی انرژی و بازده اقتصادی نظام‌های زراعی متداول و اکولوژیک در تناوب‌های مختلف با گندم. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد. دانشکده کشاورزی.

زیبایی، م و سلطانی، غ. ۱۳۷۴. روش‌های مختلف تخمین تابع تولید مرزی و کارایی فنی واحدهای تولید شیر. مجله برنامه و توسعه. شماره ۱۱: ۹۴-۷۳.

سلطانی، غ. ۱۳۷۷. بهره‌برداری از منابع آب با تأکید بر کم‌آبیاری. نشریه اقتصاد کشاورزی. دانشکده کشاورزی فردوسی مشهد. شماره ۱. ۴-۵.

سلطانی، غ. نجفی، ب و ترکمانی، ج. ۱۳۷۱. مدیریت واحد کشاورزی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۶۳-۷۸ و ۱۳۷-۱۸۰.

قهرمان، ب و سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. حداکثر عملکرد نسبی محصولات زراعی: چشم انداز جدید در کم‌آبیاری. فصلنامه آب و توسعه شماره ۳.

Dumaresq DC, Derrick JW (1992) Sustainability of organic broad acre cropping systems with respect to aspects of nutrient and energy flow. In: Hutchinson, K.J. and Vickery, P.J., eds. 1992. *Proceedings of the 6th Australian Agronomy Conference "Looking Back - Planning Ahead"*. Australian Society of Agronomy, University of New England, Armidale. pp.180-184

Green Mb (1987) Energy in pesticide manufacture, distribution and use in :B.A. Stout and M.S. Mudahar(eds). *Energy in Plant Nutrition and Pest Control*. Elsevier. Amsterdam.165-177

Gillard CL (1993) A comparison of high input, low input and organic cash cropping systems. MSC. Thesis. University of Guelph. Ottawa. 212pp

Hume DJ, Gilard CL (1993) A comparison of high input ,low input, and organic cash cropping systems. University of Guelph