نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۷-۱

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 27, No. 1, Spring 2013, p. 1-7

تعیین الگوی بهینه کشت با توجه به محدودیت منابع آب زیرزمینی در دشت کوار

عفت قربانیان[۱]- منصور زیبایی[۲*]- محمد قربانی[۳]- محمدرضا کهنسال[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱/۲۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۲۲

چکیده

محدودیت منابع آب و خاک بخاطر موقعیت جغرافیایی و اقلیمی کشور از یک طرف و اهمیت تحقق‌پذیری آرمان خودکفایی از سوی دیگر، بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک را امری اجتناب ناپذیر می‌سازد. یکی از راه‌حل‌های اقتصادی در این زمینه، برنامه‌ریزی جهت دستیابی به سطح بهینه مصرفِ منابع آبی همراه با بهینه‌سازی فعالیت‌های زراعی می باشد. مطالعه‌ی حاضر در راستای این هدف با استفاده از داده‌های سری زمانیِ قیمت و عملکرد طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۸ و اطلاعات پرسشنامه‌ای (۱۳۹۰-۱۳۸۹) در دشت کوار واقع در استان فارس، تعیین الگوی بهینه‌ی کشت و میزان بهینه آبِ کشاورزی مورد نیاز را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مورد توجه قرار داد. نتایج حاکی از آن است که هدف حداکثر سود در مقایسه با هدف حداکثرسازی مطلوبیت، سود بیشتری ایجاد می‌کند اما میزان مصرف آب آن نیز بیشتر است. همچنین میزان مصرف آب با ریسک‌گریزی زارع رابطه عکس دارد و بهره‌بردار ریسک‌گریز از تمامی امکانات آبی خود استفاده نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، آب زیرزمینی، برنامه‌ریزی ریاضی، دشت کوار

مقدمه

در نقاط خشک و نیمه خشکی چون ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده در توسعه اقتصادی است که مدیریت اصولی استفاده از آن، دارای اهمیت ویژه‌ای است. کشاورزی ایران وابسته به استحصال آبهای زیرزمینی است و برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی درچند دهه اخیر منجر به کاهش قابل ملاحظه سطح ایستابی شده است و استان فارس یکی از استان‌هایی است که برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی و عدم مدیریت مناسب باعث شده در ۸۷ دشت از مجموع ۹۰ دشت کشاورزی استان فارس، بیلان آب زیرزمینی منفی شده و بخش آبِ کشاورزی استان با مشکل جدی مواجه شود. یکی از این دشت‌ها، دشت کوار می‌باشد. در این شرایط، جهت جلوگیری از خسارات بیشتر به منابع آب به عنوان سرمایه ملی، ایجاد امنیت سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی و با توجه به اهمیت و جایگاه بخش کشاورزی در اقتصاد ایران از نظر تأمین امنیت غذایی، اشتغال و ارزآوری، مدیریت منابع در راستای حفظ و استفاده بهینه از این منابع کمیاب، امری لازم و ضروری است (۲). به طوریکه با برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری از اراضی (الگوی کشت) تقاضا برای آب را مدیریت کرد و از تشدید بحران جلوگیری به عمل آید. با توجه به این مهم، در این پژوهش تلاش می‌شود با ارائه الگوی زراعی مبتنی بر استفاده بهینه از منابع آبی در دشت کوار، این مسئله مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعات زیادی در حوزه کشاورزی برای مدیریت منابع آبی و تعیین الگوی بهینه کشت انجام شده است: نجم و همکاران (۱۱) با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی به تخصیص منابع آب و تعیین الگوی کشت بهینه در کشور مصر پرداختند. نتایج نشان می‌دهد توجه به مساله آب به همراه تمرکز بر قیمت محصولات می‌تواند در حل مسایل آب حوزه کشاورزی موثر باشد. کیورشی و همکاران (۷) با ارائه مدل اقتصادی و زیست محیطی و بکارگیری روش‌های گوناگون، اثرات مختلف مدیریت آب زیرزمینی و اثر مستقیم آن را بر سوددهی گیاه چغندر قند را در ناحیه کوئینلند استرالیا مورد بررسی قرار دادند. هویت وهمکاران (۶) به بررسی توسعه الگوی کشت و استفاده از آب تا سال ۲۰۵۰ در کالیفرنیا با روش برنامه‌ریزی مثبت پرداختند. هدیک و هیکلی (۸) با استفاده از روش برنامه ریزی تصادفی، به بررسی اثرات تغییر جریان آب سطحی بر آبیاری و درآمد کشاورزان پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که نوسان در آب، اثرات زیادی بر درآمد ناشی از تولیدات کشاورزی منطقه دارد. همچنین مقدم و دپای (۹) با استفاده از مدل برنامه ریزی با محدودیت تصادفی به مدیریت مزرعه در ایالت

۱، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: zibaei@shirazu.ac.ir)

کنتاکی آمریکا پرداختند. عدم حتمیت ناشی از شرایط حاکم بر کشاورزی در محدودیتِ مدل وارد شد.

الوانچی و صبوحی (۱) در مطالعه‌ای به مسئله‌ی محدودیت منابع آبی در شهرستان زرقانِ استان فارس توجه کرده و با استفاده از روش چند معیاره تعاملی در برنامه‌ریزی زراعی، به تعیین الگوی کشت بهینه پرداختند. قرقانی و همکاران (۵) به تعیین الگوی کشت تقریباً بهینه مبتنی بر تخصیص نهاده آب با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت پرداختند. فتحی و زیبایی (۴) به مدیریت منابع آب زیرزمینی در منطقه فیروزآباد استان فارس و بررسی تأثیر میزان برداشت از آب زیرزمینی بر درآمد کشاورزان، با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه پرداختند. در این مطالعه نیز در راستای حفظ منابع آب زیرزمینی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی، به تعیین الگوی کشت بهینه و میزان بهینه آب زیرزمینی مورد نیاز در دشت کوار واقع در استان فارس پرداخته می‌شود. بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، در اکثر مناطق مورد مطالعه در ایران و سایر نقاط جهان، الگوی کشت بهینه نبوده و ارائه الگوی کشت بهینه با استفاده از مدل‌های مختلف برنامه‌ریزی ریاضی، با تاکید بر محدودیت منابع آبی علاوه‌بر بهبود شرایط موجود، باعث می‌شود از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تر استفاده شود.

مواد و روش‌ها

دشت کوار یکی از دشت های حاصلخیز استان فارس محسوب می‌گردد و در فاصله ۲۵ کیلومتری جنوب شرق شیراز واقع شده‌است. درصد بالایی از سطوح اراضی کشاورزی زیر کشت محصولات آبی می‌باشد. در اراضی منطقه محصولات مختلفی کشت می‌شود که مهمترین آن از نظر وسعت کشت به ترتیب گندم، ذرت دانه‌ای (کشت مجدد)، پیاز، جو و یونجه می باشد (۲). در این مطالعه برای جمع آوری داده های مقطعی از روش نمونه گیری تصادفی ساده استفاده شده و نمونه ای ۱۱۰ تایی از کشاورزان که از چاه به عنوان منبع آبی جهت تولید استفاده می کردند، انتخاب گردید.

بررسی مطالعات انجام شده نشان می دهد که ماهیت کشاورزی و وجود پارامترهای تصادفی و عدم حتمیت‌ها باعث شده که در زمینه مدیریت مزرعه از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریسکی[1]، برنامه‌ریزی تصادفی[2] و برنامه‌ریزی فازی[3] استفاده شود که در این جا متناسب با ویژگی‌های و شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه، از برنامه‌ریزی ریسکی استفاده می شود. تا الگوی کشت و میزان آب زیرزمینی بهینه‌ی مورد نیاز بهره برداران مورد بررسی در منطقه تعیین گردد. به جهت وارد کردن واقعیات بیشتر، به تعیین این مقادیر بهینه در سطوح مختلف ریسک‌پذیری بهره‌برداران نماینده نیز پرداخته و در ساختن مدل به تکنیک کم‌آبیاری، محدودیت‌های کشت و محدودیت‌های محیطی در صورت لزوم، توجه شده است.

کم‌آبیاری به گیاه اجازه می‌دهد تا حدودی از خسارت را در اثر کاهش مصرف آب تحمل کند اما از طرف دیگر، با کاهش هزینه آبیاری، سود زارع افزایش یابد (۱۲). از این‌رو متغیرهای مدل بر اساس استراتژی‌های مختلف آبیاری، همراه با تنش آبی و بدون تنش آبی تقسیم‌بندی شدند. تابع تولید مورد استفاده در این مطالعه برای تعیین عملکرد واقعی محصول در هکتار (Y_a)، بر اساس تحقیقات مییر و همکاران (۱۰) به صورت زیر در نظر گرفته شد:

$$\frac{Y_a}{Y_p} = \prod_{i=1}^{n} [1 - KY_i (1 - \frac{W_a}{W_p})_i] \qquad (۱)$$

در این رابطه:

Y_a: حداکثر محصول واقعی در شرایط واقعی (شرایط تنش آبی)

Y_p: حداکثر محصول تولیدی در شرایط بدون تنش آبی

i : مرحله مشخصی از رشد

n: تعداد مراحل رشد

KY_i: ضریب واکنش عملکرد نسبت به آب در مرحله رشد i (استقرار، اوایل دوره رویشی، اواخر دوره رویشی، گل‌دهی، شکل‌گیریِ عملکرد محصول و رسیدن) که از پژوهش‌های گذشته بدست آمده است (۱۲).

W_p: حداکثر آب مورد نیاز گیاه

W_a: مقدار آب آبیاری مورد نیاز گیاه در دوره‌های مختلف رشد، که مقدار آن در شرایط آبیاری کامل برابر حداکثر آب مورد نیاز گیاه ($W_a=W_p$) است و در شرایط اعمال کم‌آبیاری از طریق رابطه ۲ بدست می‌آید.

$$W_{ai} = (1 - h) W_{pi} \qquad (۲)$$

h: مقدار کاهش نسبی مصرف آب در کل دوره رشد (کوچکتر یا مساوی یک) است.

رابطه فوق در هریک از مراحل مختلف رشد اعمال می‌گردد. در این قسمت استراتژی‌های کم‌آبیاری به گونه‌ای تعریف شده است که اگر کم‌آبیاری در یک دوره اتفاق افتد در سایر دوره‌های آبیاری به صورت کامل در نظر گرفته شده است. محاسبات لازم با استفاده از نرم‌افزار EXCEL محاسبه شد. در این‌جا تنش ۲۰ و ۳۰ درصدی در مراحل مختلف رشد برای هر یک از محصولات بکار رفته است.

تابع هدف در این مدل مطلوبیت انتظاری می‌باشد که بعد از محاسبه سود خالص (با توجه هزینه آب) در دوره t، از طریق رابطه ۳ که یک تابع نمایی منفی است، درآمد خالص به مطلوبیت در دوره t، تبدیل می‌شود (۱۱).

$$U = 1 - \exp[-\{(1-\lambda) r_{min} + \lambda r_{max}\} Z(t)] \quad , \quad for \quad 0 \le \lambda \le 1 \qquad (۳)$$

در این رابطه پارامتر λ پارامتری است که تغییرات در ترجیحات

1- Risk Programming
2- Stochastic Programming (SP)
3- Fuzzy Programming (FP)

ریسکی را منعکس می‌کند. r_{min} و r_{max} به ترتیب محدوده‌های بالا و پایین ضرایب ریسک‌گریزی مطلق (r_A) را نشان می‌دهند. ضرایب ریسک‌گریزی بر اساس رابطه ۴ با هم ارتباط دارند (۴).

$$r_A = (1-\lambda)r_{min} + \lambda r_{max} \quad , \quad \text{for } 0 \le \lambda \le 1 \qquad (۴)$$

در مطالعه‌ی حاضر برای تعیین ریسک‌گریزی از روش تجربی مبتنی بر تابع مطلوبیت استفاده می‌شود. برای استخراج توابع ترجیحی زارعین چندین روش وجود دارد که در این مطالعه از روش معادل اطمینان محتمل برابر[1] ELCE برای استخراج توابع مطلوبیت کشاورزان استفاده می‌شود. مزیت روش ELCE این است که از احتمالات ترجیحی اجتناب کرده و از پیش‌داوری در مورد تمایلات بهره‌بردار جلوگیری می‌کند و محاسبه‌ی آن ساده‌تر می‌باشد که سبب برتری این روش بر سایر روش‌ها شده است (۱۲). با توجه به اینکه محدودیت عمده در منطقه آب و زمین می باشد تمرکز بر این دونوع محدودیت امکاناتی قرار گرفته است. محدودیت آب بیانگر آن است که مجموع مقدار آب مورد نیاز هریک از گیاهان در دوره‌های مختلف نمی‌تواند از کل آب در دسترس بهره‌بردار با توجه به راندمان توزیع و انتقال بیشتر شود.

$$\sum_{i=1}^{n} w_{ik} x_{ik} \le water_k \qquad k = 1,2,\dots,8 \qquad (۵)$$

در رابطه ۵، $water_k$ مقدار متوسط آب در دسترس بهره‌بردار نماینده در دوره k و w_{ik} آب مورد نیاز گیاه در دوره k که برای اساس روابط ۶، ۷ و ۸ محاسبه می‌شود (۱۲):

(در فرمول های ذیل IN_{ik} مقدار آب خالص مورد نیاز گیاه، ET_{crop} تبخیر و تعرق گیاه و p_e بارندگی موثر می باشد) :

$$w_{ik} = (1-h)w_{pi_k} \qquad (۶)$$

$$w_{pi_k} = IN_{ik} \times 1 \qquad (۷)$$

$$IN_{ik} = ET_{crop} \quad p_e \qquad (۸)$$

محدودیت زمین بیانگر این است که کل زمین تخصیص یافته به فعالیت‌ها نمی‌تواند از کل اراضی موجود بیشتر باشد. لحاظ نمودن محدودیت زمین در دوره‌های مختلف باعث می‌گردد تا مدل بتواند روابط رقابتی و تکمیلی بین محصولات را در الگوی بهینه منظور نماید.

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le x_{total} \qquad (۹)$$

محدودیت زمین در این مدل به صورت فصلی ارائه شده است، به این منظور که کاشت دوگانه را نیز شامل شود، بنابراین x_{ij} نشان دهنده ناحیه اختصاص یافته به محصول j در طول فصل i (۵،...،۱) می باشد. x_{total} ، کل زمین زراعی بهره‌بردار نماینده در گروه همگن است. با توجه به شرایط کشت منطقه و بر اساس اطلاعات حاصل از پرسشنامه به برخی از محدودیت‌های کشت در منطقه پی برده، به طوری که در منطقه کوار برای کشت محصولاتی مانند گندم و ذرت یک حداقل کشت و برای پیاز حداکثر کشت مشاهده می‌شود.

نتایج و بحث

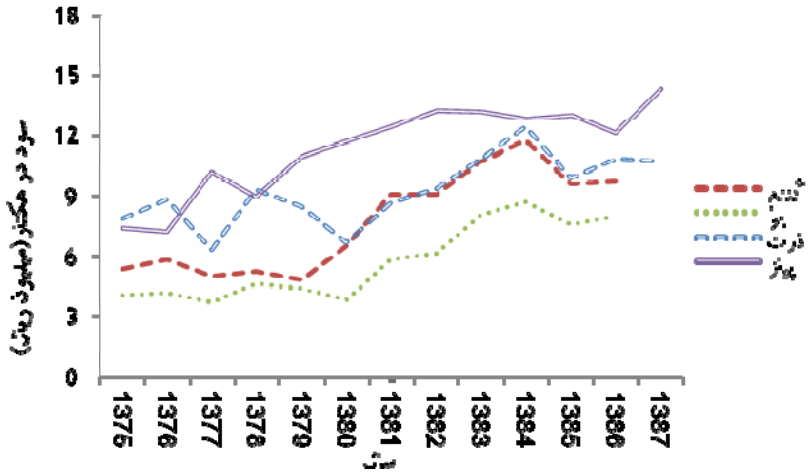
با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده توسط جهاد کشاورزی، وضعیت سودآوری محصولات متداول منطقه کوار طی یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۷-۱۳۷۷) در شکل ۱ مشخص شده است، این شکل جهت گیری کلی از سودآوری محصولات و روند آن را مشخص می کند. که در عین داشتن روند صعودی برای تمامی محصولات، نوساناتی در این بازه زمانی قابل مشاهده است. دلیل این نوسانات ریسک‌های اثرگذار بر هر یک از عوامل موثر در سود کشاورزی می‌باشد. براساس این شکل محصول پیاز دارای سودآوری بیشتری نسبت به سایر محصولات است و منطقه به لحاظ شرایط آب و هوایی و خاک مساعد برای کشت این محصول می‌باشد، هرچند با توجه به نیاز آبی این محصول و کمبود آب، کشت این محصول در مقایسه با گندم که دارای قیمت تضمینی می‌باشد، کمتر است.

در نمونه مورد بررسی بهره‌برداران، از چاه به عنوان منبع آب زیرزمینی برای آبیاری استفاده می‌کنند. با توجه به ماهیت موضوع و به منظور طراحی مدل مزرعه، بهره‌بردار نماینده از طریق تحلیل خوشه‌ای، با استفاده از نرم‌افزار spss و بر اساس میزان دسترسی به آب تعیین گردید.

در جدول ۱ چهار الگوی کشت بهینه برای نماینده تعیین شده است. در الگوی حداکثر سود گندم۱ با سطح ۱۰/۶ هکتار، گندم ۷ با سطح ۳/۳۴ هکتار، ذرت۸ با سطح ۷/۴۵ هکتار و پیاز۱ با سطح ۲ هکتار به عنوان الگوی کشت بهینه مشخص شده است. میزان سود حاصل از این الگوی بهینه، برای یک سال زراعی و در ۱۶ هکتار زمین ۳۸۸۷۴۱۳۰۰ ریال می‌باشد. الگوی بهینه برای بهره‌بردار ریسک‌گریز (سطح ریسک‌گریزی بالا) گندم۴ با سطح ۱۱ هکتار، گندم ۷ با سطح ۲/۳ هکتار، ذرت۱ با سطح ۴/۵ هکتار، پیاز۱ با سطح ۰/۷۴ هکتار و پیاز۲ با سطح ۱/۲۵ هکتار می‌باشد که سود این الگوی بهینه برای ۱۶ هکتار و در یک سال زراعی ۲۱۴۶۴۹۸۰۰ ریال می‌باشد.

با کاهش سطح ریسک‌گریزی الگوی بهینه کشت تغییر کرده ومیزان سود افزایش می‌یابد به طوریکه بهره‌بردار ریسک‌پذیر (با سطح ریسک‌گریزی پایین) سودی معادل ۳۷۷۸۹۶۱۰۰ ریال در طول یک سال زراعی و برای ۱۶ هکتار کسب می‌کند.

1- Equality Likely Certainly Equivalent



شکل ۱- وضعیت سودآوری محصولات متداول منطقه کوار طی دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۷-۱۳۷۷)

الگوی کشت بهینه برای این بهره‌بردار شامل گندم۱ با سطح ۸/۰۴ هکتار، گندم۷ با سطح ۴/۹۸ هکتار، ذرت۱ با ۸ سطح هکتار، پیاز۱ با ۳ سطح هکتار می‌باشد. الگوی کشت بهره‌بردار با سطح ریسک‌گریزی متوسط عبارت است از ۷/۲۳ هکتار گندم۷، ۵/۷۷ هکتار گندم۹، ۸ هکتار ذرت۱، ۱/۹۳ هکتار پیاز۱ و ۱/۰۷ هکتار پیاز۲. میزان سود حاصل از این الگوی کشت در یک سال زراعی و برای ۱۶ هکتار ۳۳۲۷۲۳۶۰۰ ریال می‌باشد. که این میزان نسب به حالتی که بهره‌بردار ریسک‌پذیر است ۱۱ درصد (معادل ۴۵۱۷۲۵۰۰ ریال) کاهش می‌یابد میزان کاهش سودِ بهره‌بردار ریسک‌گریز نسبت به بهره‌بردار ریسک‌پذیر ۴۴ درصد (معادل ۱۶۳۲۴۶۳۰۰ ریال) می‌باشد یعنی با کاهش سطح ریسک‌گریزی سودآوری افزایش می‌یابد. میزان سودآوری در حالتی که هدف حداکثر کردن سود است نسبت به حالتی که هدف حداکثرکردن مطلوبیت است، بیشتر می‌باشد. بر اساس همین جدول میزان آب مصرفی در طول یک سال زراعی با افزایش سطح ریسک‌گریزی کاهش می‌یابد میزان آب مصرفیِ بهره‌بردار ریسک‌پذیر۲۵۷۲۰۴/۸۳ مترمکعب است که با کاهش ۴۶ درصدی به ۱۳۸۹۶۶/۰۲ مترمکعب برای بهره‌بردار ریسک‌گریز می‌رسد. به عبارت دیگر بهره‌بردار ریسک‌گریز از تمامی امکانات آبی خود در طول یک سال زراعی استفاده نمی‌کند و الگوی کشتی را انتخاب می‌کند که میزان آب کمتری مصرف کند. بیشترین میزان آب مصرفی این بهره‌بردار ۲۶۳۷۰۰/۱۴ مترمکعب مربوط به هدفِ حداکثر کردن سود است.

جدول ۱- الگوی بهینه فعالیت‌های بهره‌بردار نماینده (هکتار، ریال و مترمکعب)

		الگوی کشت حداکثر	الگوی کشت حداکثر مطلوبیت مورد انتظار در سطوح مختلف ریسک‌گریزی		
		سود مورد انتظار	پایین	متوسط	بالا
میزان فعالیت‌ها (هکتار)	گندم ۱	۱۰/۶	۸/۰۱	۰	۰
	گندم ۴	۰	۰	۰	۱۱
	گندم۷	۳/۳۴	۴/۹۸	۷/۲۲	۲/۳
	گندم ۹	۰	۰	۵/۷۷	۰
	ذرت۱	۰	۸	۸	۴/۵
	ذرت ۸	۷/۴۵	۰	۰	۰
	پیاز ۱	۲	۳	۱/۹۳	۰/۷۴
	پیاز۲	۰	۰	۱/۰۷	۱/۲۵
سود انتظاری		۳۸۸۷۴۱۳۰۰	۳۷۷۸۹۶۱۰۰	۳۳۲۷۲۳۶۰۰	۲۱۴۶۴۹۸۰۰
میزان آب مصرفی		۲۶۳۷۰۰/۱۴	۲۵۷۲۰۴/۸۳	۲۳۷۰۱۹/۰۸	۱۳۸۹۶۶/۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

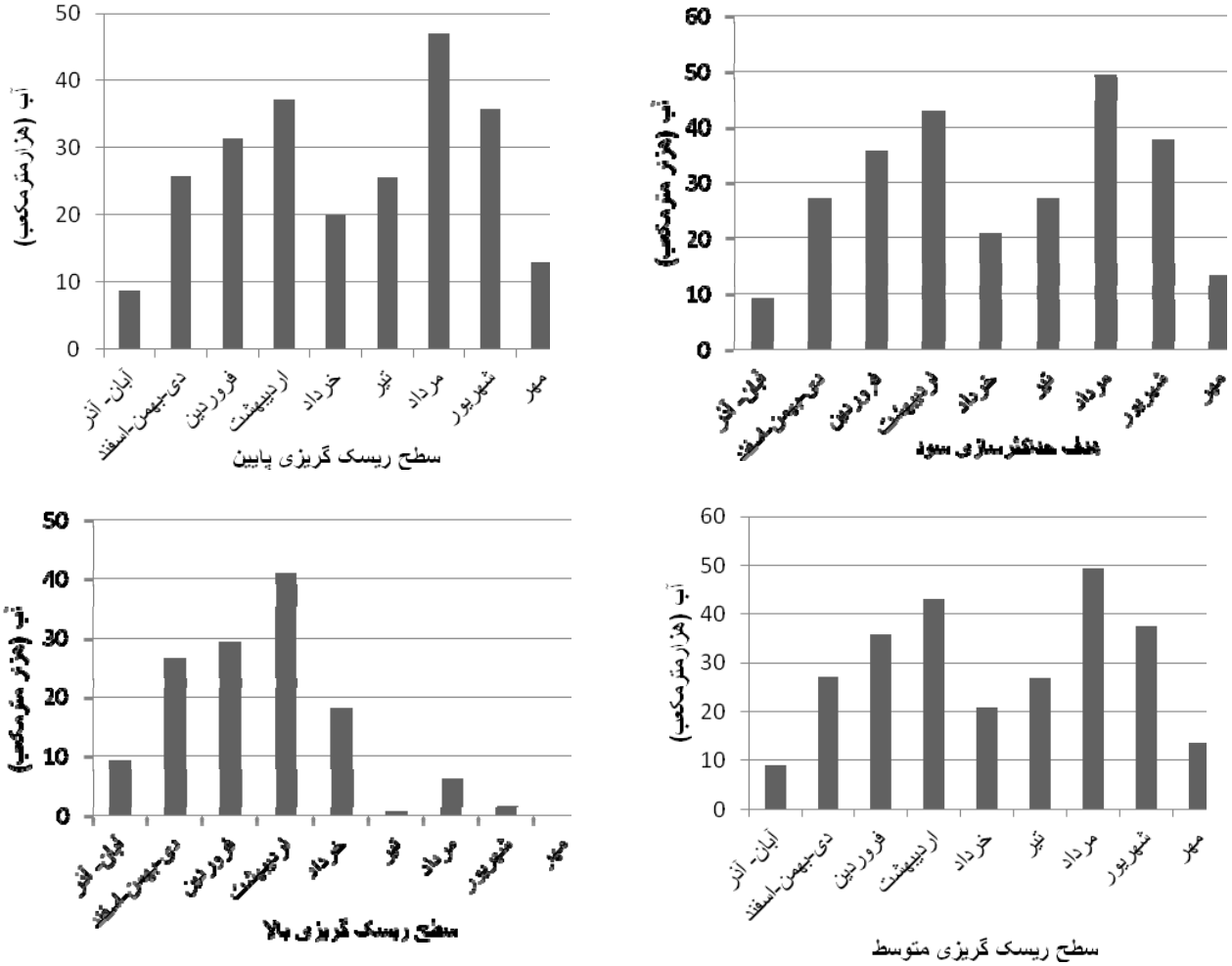
جدول ۲ میزان بهینه آب زیرزمینی (چاه) در ماههای مختلف سال، برای بهره‌بردار نمایندهِ نشان می‌دهد بهره‌برداران نمونه بدلیل کمبود آب بند بهمن و دوری مسافت، از آب بند برخوردار نیستند و تنها از آب چاه و بارندگی جهت آبیاری محصولات خود استفاده می‌کنند. بهره‌بردار نماینده، به لحاظ دسترسی به آب زیرزمینی از موقعیت خوبی برخوردار است. در شکل۲ میزان بهینه‌ی آب زیرزمینی برای هدف حداکثرسازی سود و مطلوبیت انتظاری بهره‌بردار نماینده در ماه‌های مختلف سال نشان داده شده است. که براساس شکل برای ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مرداد و شهریور از سایر ماه‌های سال بیشتر است. این مقادیر برای هدف حداکثرسازی سود و مطلوبیت انتظاری در هر ۴ ماه فروردین، اردیبهشت، مرداد و شهریور بیشترین مقدار به لحاظ حجم می‌باشد برای هدف حداکثرسازی سود حجم آب بهینه در فروردین ۳۵۷۷۷/۴۳ اردیبهشت ۴۳۰۰۵، مرداد ۴۹۴۹۲/۸ و شهریور ۳۷۶۱۳/۳۳ مترمکعب است. در این ماه‌ها بدلیل کمبود بارندگی و بالا بود نیاز آبی محصولات میزان بهینه آب زیرزمینی بیشتر می‌باشد و در ماه‌های مرداد و شهریور کشت دوم (ذرت) که دارای نیاز آبی نسبتاً زیادی می‌باشد مزید بر علت می‌شود. در ماههای دوره اول رشد (آبان تا اسفند) بدلیل ریزش نزولات جوی استفاده از آب چاه در حداقل می‌باشد به طوریکه در آبان و آذر به طور متوسط ۴۵۷۳/۲۱ مترمکعب و در هریک از ماههای زمستان به طور متوسط ۹۰۳۰/۳۱ مترمکعب می‌باشد. این روند در هدف حداکثرسازی مطلوبیت و در سطوح ریسک‌پذیری مختلف مشاهده می‌شود.

نتایج نشان می‌دهد که در هدف حداکثرسازی سود در مقایسه با هدف دیگر، میزان سود دریافتی و در مقابل میزان آب مصرفی نیز بیشتر می‌باشد. در هدف حداکثرسازی مطلوبیت، بهره‌بردار ریسک‌گریز از امکانات آبی خود به طور کامل استفاده نمی‌کند و الگوی کشتی را انتخاب می‌کند که میزان آب کمتری مصرف می‌کند. که حاکی از وجود رابطه عکس بین ریسک گریزی و میزان آب مصرفی است. نتایج مطالعه و سایر مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که چالش عمده بخش کشاورزی به گونه‌ای است که نه تنها باید مصرف آب را کاهش داد بلکه همزمان باید محصولات بیشتری را عرضه کرد و درآمد بالاتری را برای زارعین رقم زند. با توجه به اینکه سیاست‌های تقاضای آب به دلیل عدم وجود انگیزه کافی و مهیا نبودن بستر علمی و عملی برای صرفه‌جویی و فقدان سامانه مدیریت تصمیم، از کارایی لازم برخوردار نیستند بایستی به همراه آن، راهکارهای دیگری مانند استفاده از بازار آب رسمی مدنظر قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود برای کنترل مصرف آب در مواقع بحرانی و سال‌های خشک، با شناسایی محصول با نیاز آبی بالا و با ممنوع یا محدود کردن موقت کشت آن و از طریق جایگزینی با محصول مناسب هم می‌توان نقش موثرتری در مدیریت بحران آب داشت و به حفظ درآمد کشاورزان توجه کرد. از آنجایی که، به خاطر وجود عدم حتمیت‌ها، یک نوع پیچیدگی ذاتی در مدیریت منابع آب در دنیای واقعی وجود دارد که سبب شده، حل مسائل آب یک گام فراتر و دشوارتر از سایر مسائل باشد لذا توجه و تمرکز دقیق محققین و سیاست‌گذاران و تعامل هر چه بیشتر آن‌ها، در حل مشکلات مورد تاکید قرار می‌گیرد.

جدول۲- میزان بهینه آب زیرزمینی در ایام سال برای بهره بردار نماینده (مترمکعب)

ایام سال	میزان بهینه در حداکثرسازی سود	میزان بهینه درحداکثرسازی مطلوبیت مورد انتظار ودر سطوح مختلف ریسک گریزی		
		پایین	متوسط	بالا
آبان- آذر	۹۱۴۶/۴۳	۸۷۰۰/۳۸۵	۹۱۷۷/۳۸	۹۱۴۶/۴۳
دی-بهمن-اسفند	۲۷۰۹۰/۹۵	۲۵۷۳۶/۷۴	۲۷۰۹۱/۸۸	۲۶۶۳۹/۵
فروردین	۳۵۷۷۷/۳۸	۳۱۴۵۱/۸	۲۸۳۹۵/۹۵	۲۹۲۶۳/۹۵
اردیبهشت	۴۳۰۰۵	۳۷۲۰۹/۲۹	۳۳۰۰۱/۱۹	۴۱۰۳۵
خرداد	۲۰۹۵۹/۹	۱۹۹۱۱/۹۱	۱۹۲۷۶/۰۱۳	۱۸۱۰۴/۶۶
تیر	۲۷۰۱۶/۱۹	۲۵۶۶۵/۳۸	۲۷۰۱۶/۱۹	۶۷۹۰/۴۷
مرداد	۴۹۴۹۲/۸۵	۴۷۰۱۸/۲۱	۴۵۳۴۰/۴۷۶	۶۲۷۱/۴۳
شهریور	۳۷۶۱۳/۳۳	۳۵۷۳۲/۶۶	۳۴۱۲۱/۹۰	۱۷۱۵/۴۳
مهر	۱۳۵۹۸/۰۹۵	۱۲۹۱۸/۱۹	۱۳۵۹۸/۰۹۵	۰
کل آب مورد نیاز	۲۶۳۷۰۰/۱۴	۲۵۷۲۰۴/۸۳	۲۳۷۰۱۹/۰۸	۱۳۸۹۶۶ /۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل۲- میزان بهینه آب زیرزمینی در ماه‌های مختلف سال برای هدف حداکثرسازی سود و مطلوبیت انتظاری

منابع

۱- الوانچی م. و صبوحی م. ۱۳۸۸. کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره تعاملی در برنامه‌ریزی زراعی: مطالعه موردی استان فارس. مجله علوم وفنون کشاورزی، ۴۷(۱): ۸۰۱-۷۸۳.

۲- گزارش نیمه تفصیلی دشت کوار، سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. ۱۳۸۷. آمار و اطلاعات GIS.

۳- صبوحی م.، سلطانی غ. و زیبایی م. ۱۳۸۶. ارزیابی راهکارهای مدیریت منابع آب زیر زمینی: مطالعه موردی دشت نریمانی در استان خراسان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۱): ۴۸۴-۴۷۵.

۴- فتحی ف. و زیبایی م. ۱۳۸۹. عوامل مؤثر در مدیریت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چند هدف: مطالعه موردی دشت فیروزآباد. مجله علوم آب و خاک، ۵۳: ۱۶۴-۱۵۵.

۵- قرقانی ف.، بوستانی ف. و سلطانی غ. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه‌ریزی مثبت: مطالعه موردی شهرستان اقلید در استان فارس. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱: ۷۴-۵۷.

6- Howitt R.E., Medellin-Azuara J., and Mac Ewan D. 2009. Calculating California Cropping Patterns in 2050. crop water use 4: 1-32.

7- Qureshi M.E., Qureshi S.E., Bajracharya K., and Kirby M. 2007. Integrated Biophysical and Economic

Modeling Framework to Assess Impacts of Alternative Groundwater Management Options. Springer science. , No. 71, PP: 47–60.

8- Heidecke C., and Heckelei T. 2010. Impacts of changing water inflow distributions on irrigation and farm income along the Drˆaa River in Morocco. *Agricultural Economics*, 41 :135–14.

9- Moghaddam K., and Depuy G.W. 2011. Farm management optimaization using chance constrained programming method. Computer and Electronics in Agriculture, 77: 229-237.

10- Meyer S.J., Hubbard K.G., and Wilhite D.A. 1993. A crop – specific drought index for corn: I. Model development and validation. Agron. J. 85: 388-395.

11- Negm A.L., El-eshmawiy K.H., Yassen Abd Elfatah H., and El-shiraif L. 2006. The Optimal Egyptian Indicative Cropping Pattern Using Nonlinear-Fractional Programming. Journal of Applied Sciences Resesarch, 2: 91-99.

12- Zibae M. 2002. The optimization of irrigation strategies,cropping patterns and conjunctive use of groundwater and surfacewater under risk: a case study. Ph.D Dissertation, University of Shiraz, Iran.