تعیین راهکارهای بهره برداری مطلوب از اجرای پروژه‌ی آبرسانی کانال محمدیه در شهرستان رباط کریم

سمیه شیرزادی لسکوکلایه و محمود صبوحی صابونی[1]

چکیده

افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی با توجه به محدودیت منابع آب، نیاز به برنامه ریزی آبیاری و مسائل مدیریتی مربوط به بهره برداری پایدار از منابع زیرزمینی و تأمین نیازهای مردم را پراهمیت تر می سازد. بهره برداری بهینه و کاهش در مصرف آب می‌تواند در رفع محدودیتهای منابع آبی نقش مؤثری داشته باشد. درمطالعه حاضر، به منظور تعیین الگوی کشت و میزان تخصیص بهینه آب با اجرای پروژه‌ی کانال محمدیه از روش برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی در سطوح ۵۰٪، ۷۵٪، ۸۵٪ و ۹۰٪ ریسک در مقدار آب در دسترس استفاده شد. داده های مرتبط با اطلاعات مزرعه با تکمیل ۱۰۰ پرسشنامه بین کشاورزان منطقه با روش نمونه گیری تصادفی طبقه بندی شده و سایر داده های مورد نیاز مطالعه از وزارت جهاد کشاورزی و سازمان آب رباط کریم برای سال ۱۳۸۹ جمع آوری گردید. نتایج نشان داد که با استفاده ی مناسب از پروژه و با در نظرگرفتن میزان آب در دسترس در سطوح ریسکی مختلف، میزان سطح زیرکشت و سود ناخالص کشاورزان افزایش می یابد. در سطح ریسک ۵۰٪ در میزان آب در دسترس میزان شدت آبیاری ۰.۸۳ شد که نسبت به سطوح ریسکی دیگر با توجه به سود ناخالص بدست آمده برای کشاورزان نشان دهنده‌ی استفاده‌ی نا مطلوب از میزان آب تخصیصی است. افزون برآن، تعیین الگوی کشت بهینه در راندمان های آبیاری۳۰٪، ۴۰٪ و ۵۰٪ نشان داد که با افزایش راندمان، میزان سطح زیرکشت و مقدار تخصیص بهینه‌ی آب افزایش می یابد میزان تخصیص آب از منابع آب زیرزمینی در فصول گرم سال به دلیل پایین بودن مقدار آب سطحی بیشتر بود. در این شرایط، مدیران می توانند با اعمال برنامه ریزی و مدیریتی صحیح و پیش بینی های مربوط به فصل رشد گیاه نسبت به تعیین الگوی بهینه‌ی کشت تصمیم گیری و از بروز عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب و تنش های اجتماعی بعدی از قبیل از بین رفتن کشاورزی منطقه و مهاجرت مردم بکاهند.

C02 :JEL

کلمات کلیدی: برنامه ریزی با محدودیت تصادفی، تخصیص بهینه آب، الگوی کشت، رباط کریم

مقدمه

افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی با توجه به محدودیت منابع آب، برنامه ریزی آبیاری و مسائل مدیریتی آن را روز به روز پراهمیت تر می کند. بیشترین میزان آب در بخش کشاورزی مصرف می شود. لذا، بهره برداری بهینه و کاهش در مصرف آب آبیاری می تواند در رفع محدودیتهای حاصل از منابع آب در دسترس نقش مؤثری داشته باشد. تعیین الگوهای کشت مناسب برای استفاده بهینه از آب روشی مؤثر و اساسی است. در تعیین الگوی کشت بهینه، عوامل بسیاری دخالت دارند. در شبکه های آبیاری، منابع آب از تغییرپذیرترین و مهم ترین عوامل در تعیین الگوی کشت می باشند. این شرایط، تعیین الگوی کشت بهینه را از حالت ایستا به پویا

[1] . به ترتیب دانشجوی دکترای و دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

shirzady24@gmail.com

تغییر می دهد. تعیین الگوی کشت مناسب در شرایط خشکسالی اهمیت بیشتری می یابد و در این شرایط، مدیران می توانند با توجه به منابع آب موجود و پیش بینی های مربوط به فصل رشد گیاه نسبت به تعیین الگوی کشت بهینه تصمیم گیری و از بروز عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب و تنش های اجتماعی بعدی آن بکاهند(شاه کرمی و همکاران، ۱۳۸۵). از جمله مناطقی که در چندسال اخیر با مشکل و کمبود آب کشاورزی مواجه شده، شهرستان رباط کریم واقع در استان تهران می باشد. کشاورزی منطقه ی رباط کریم، به صورت آبی و از رونق خوبی برخوردار بوده است. برای آبیاری زمین های تحت کشت و باغ های اطراف، از چاه های عمیق استفاده می گردد. طریقه آبیاری به صورت کرت بندی و عمده ترین فرآورده های کشاورزی و باغی گندم، جو، تره بار، ذرت، تخمه آفتابگردان، انگور، سیب، گلابی و گیلاس می باشد. در این شهرستان پوشش گیاهی تنک جهت چرای دام وجود دارد. محصولاتی مانند تره بار، انگور و شیر، از مهم ترین صادرات رباط کریم محسوب می شود(افشار، ۱۳۸۹).رباط کریم، مرکز شهرستان رباط کریم می باشد و از نظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۰۳۳ متری از سطح دریا واقع شده است. شهرستان رباط کریم از شرق و جنوب به شهرستان ری، از شمال به شهرستان شهریار و از غرب به شهرستان ساوه محدود می شود. مهم ترین رودخانه های این شهرستان، رودشور و رود فصلی شاه چایی (شعبه ای از رودخانه کرج) است. آب و هوای این شهرستان، معتدل و خشک می باشد(افشار، ۱۳۸۹).

پس از احداث و آب گیری سد امیرکبیر در سال۱۳۴۰ بر روی رودخانه‌ی کرج، سرزمین های وسیعی از دشت سرسبز شهریار از نعمت آب کشاورزی محروم شدند. به طوری که ظرف کمتر از بیست سال نه تنها رودخانه های فصلی رو به خشکی نهاد، بلکه سفره های آب زیر زمینی که با استفاده از حفر چاه های عمیق مورد بهره برداری قرار می‌گرفت نیز به شدت فروکش کردند. در این میان، شهرستان رباط کریم به دلیل شرایط اقلیمی، با خشکی مضاعفی روبرو شد. کشاورزی منطقه رباط کریم تحت شعاع این کم آبی به سرعت رو به افول نهاد و در عوض با توجه به دسترسی آسان از طریق جاده ساوه، اتوبان تهران ـ قم و آزاد راه تهران ـ ساوه به مراکز صنعتی کشور، بسیاری از زمین های کشاورزی به صورت قانونی و غیر قانونی تغییر کاربری داده شدند. کشاورزان با توجه به مهاجر پذیری منطقه یا به دنبال وارد کردن اراضی کشاورزی خویش به داخل بافت مسکونی برآمدند و یا زمین های خود را جهت احداث کارگاه های صنعتی کوچک و بزرگ به فروش رساندند. نتیجه این دو امر در کنار معضل کمبود آب، عدم تمایل کشاورزان به شغل اصلی خویش و تسریع در روند بایر شدن اراضی بود(شیرازی،۱۳۸۶ و مدیریت جهاد کشاورزی رباط کریم، ۱۳۸۹).

کمبود آب کشاورزی علاوه بر هدر دادن استعدادهای کشاورزی منطقه رباط کریم، باعث بروز مشکل اشتغال نیز شد. از این رو مسئولین اجرایی، با طرح دیر هنگام انتقال آب از سفره های آب زیر زمینی شهر تهران در پی رفع بحران برآمدند. مطالعات مقدماتی این طرح در سال ۱۳۷۵ انجام شد و سرانجام در سال ۱۳۸۱، فاز اجرایی آن آغاز گشت. مجری کانال اصلی، برای ۲۷ کیلومتر از اراضی کشاورزی که در مسیر احداث کانال قرار داشته اند، برعهده جهاد کشاورزی بود. این کانال توسط ۱۱۷ حلقه چاه عمیق که در نقاط مرکزی شهر تهران جهت جمع آوری آب های زیر زمینی مازاد حفر شده بودند، تغذیه می شود. این طرح دارای یک کانال اصلی از مبداء میدان محمدیه (اعدام) تهران به مقصد منطقه رباط کریم است. طول کانال ۳۹ کیلومتر و ۲۰۰ متر می باشد. ۱۱ کیلومتر آن به صورت زیر زمینی، ۱۲۰۰ متر از آن به صورت باکس و ۲۷ کیلومتر باقی مانده به صورت روباز احداث شده است. از مجموع ۳۹ کیلومتر، ۲۵ کیلومتر آن از مزارع اسلامشهر و شهریار و ۳ کیلومتر آن از مزارع رباط کریم عبور می کند. در نتیجه، می‌توان گفت که پروژه انتقال آب از میدان محمدیه، قسمتی از اراضی کشاورزی دو شهرستان اسلامشهر و شهریار را نیز مشروب می سازد(شیرازی، ۱۳۸۶).

کانال اصلی دارای ۱۲ کانال فرعی می باشد که وظیفه انتقال آب به مزارع، باغ ها و زمین های کشاورزی را بر عهده دارند. از میان این ۱۲ کانال یک کانال مختص به اسلام شهر، ۶ کانال به صورت اشتراکی متعلق به شهریار و رباط کریم و ۵ کانال مختص به آبیاری اراضی رباط کریم می باشد(شیرازی، ۱۳۸۶).

با توجه به وضعیت منطقه، برای حل مشکل کم آبی، استخراج بهینه‌ی آب زیرزمینی توأم با استفاده‌ی مطلوب از آب سطحی پیشنهاد می شود. لذا، در این پژوهش به منظور تعیین الگوی کشت بهینه در منطقه و تخصیص مناسب آب آبیاری، برای حدود۱۱۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه، با استفاده از روش برنامه ریزی خطی با محدودیت تصادفی با هدف استفاده‌ی بهینه از آبیاری و حداکثرکردن سودخالص کشاورزان استفاده گردید. منطقه ی مورد مطالعه از آب رودخانه‌ی منشعب از رودخانه‌ی کرج برای آبیاری اراضی خود استفاده می کند که با توجه به کم آبی های سالهای اخیر و کافی نبودن میزان آب آن برای کشاورزی از آب چاههای زیر زمینی موجود در جنوب تهران نیز برای آبیاری اراضی منطقه استفاده می گردد.

برنامه ریزی خطی (LP)[1] تکنیکی است که به طور گسترده به وسیله ی بسیاری از محققین برای مسائل برنامه ریزی استفاده شده است. کمال و موسی[2] (۲۰۰۴)، زمان بندی آبیاری و الگوی کشت بهینه را با توجه به کمبود عرضه آب برای مزارع متوسط آنکارا در ترکیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، که حتی با عرضه آب خیلی پایین امکان نگه داشتن درآمد مزرعه در سطح بالا وجود دارد. منتظر و ریاضی[3](۲۰۰۸)، بهینه سازی تخصیص آب در منطقه ی آبیاری قزوین را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که الگوی کشت مناسب امکان پذیر خواهد بود و کل سود، حاصل خیزی و باروری منطقه بهبود می یابد. همچنین ۳۰٪ کم آبیاری در کشت محصولات منجر به ۵۰٪ کاهش سالانه در مصرف آب زیرزمینی در مقایسه با وضعیت فعلی می شود. حیدری[4](۲۰۰۷)، کاربرد تئوری سیستم های خطی و برنامه ریزی خطی برای مدیریت آبهای زیرزمینی در کانساس را مورد بررسی قرار داد. این مدل کل مقدار آبی که می تواند از سیستم مشروط به ظرفیت فیزیکی آن پمپاژ شود را حداکثر می‌کرد. نتایج حاصل از مدل، راهنمایی برای مدیریت منابع آب زیرزمینی در سالهای پیش رو فراهم نمود. بابانژاد و سیفی(۱۳۸۵)، کنترل سطح آب زیرزمینی به وسیله تغییر الگوی کشت در دشت همدان را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اگر برداشت از آبهای زیرزمینی این دشت ادامه یابد، کشاورزی منطقه نابود خواهد شد. لذا، برای ایجاد توسعه ی پایدار کشاورزی و جلوگیری از نابودی کشاورزی این منطقه، تغییر الگوی کشت از محصولات با نیاز آبی بالا مانند سیب زمینی و یونجه به محصولات با نیاز آبی کمتر مانند کلزا ضروری است. با الگوی کشت بهینه در هر هکتار حدود ۳۷۶۵ متر مکعب در مصرف آب صرفه جویی می شود. اسدی و سلطانی(۱۳۷۹)، حاشیه ایمنی و الگوی کشت بهینه فعالیتهای زراعی با بهره گیری از روش برنامه ریزی خطی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاربرد الگوی بهینه، به طور قابل ملاحظه ای، درآمد زارعان را افزایش می دهد و نسبت حاشیه ایمنی درفعالیت ذرت دانه ای نزدیک به ۷۹/۸ درصد و حاشیه ایمنی گندم بیشتر از محصولات دیگر است. صبوحی و همکاران(۱۳۸۶)، ارزیابی راه کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد، راه کارهای بهره برداری از آب های زیرزمینی و سیاست مالیاتی، نسبت به گزینه های دیگر امکان رسیدن به بهره برداری پایدار از آب های زیرزمینی را فراهم می کند. هم چنین، راه کار مناسب، متاثر از خصوصیات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی بهره برداران و شرایط کلی حاکم بر جامعه می باشد.

[1].Linear Programming (LP)
[2] . Kemal and musa
[3] . Montazer and *et al*
[4] . Heidari

در مطالعه حاضر، برنامه‌ی آبیاری با استفاده از برنامه ریزی خطی با محدودیت تصادفی (CCP)[1]، برای "پروژه کانال آبرسانی محمدیه" با هدف حداکثر کردن سود خالص به کاربرده شده است. مدل مشروط به تعدادی از محدودیتهایی همچون معادله پیوستگی ذخیره‌ی ماهانه‌ی آب، محدودیت آب و زمین، محدودیت ذخیره سازی و میزان بهره برداری از آب زیرزمینی و آب سطحی برای محصولات می باشد.

روش تحقیق

برنامه ریزی خطی(LP)، با مسئله ی تخصیص منابع محدود در میان فعالیتهای رقیب با یک روش بهینه سازی سروکار دارد. به دلیل عدم حتمیت و عدم قطعیت در میزان آب در دسترس برای کشاورزی و مقدار بارندگی، در مطالعه حاضر جریان ورودی آب به کانال برای کشاورزی در ۴ سطح ریسک ۵۰٪، ۷۵٪، ۸۵٪ و ۹۰٪ برای بدست آوردن الگوهای بهینه کشت با احتمال های مختلف و سیاستهای عملیاتی بهینه در نظر گرفته شد. فرم کلی مدل به صورت زیر می باشد.

حداکثر سازی سود خالص(NB)[2] آبیاری، به وسیله ی تفریق هزینه های آب سطحی، کود و نیروی کار از درآمد خالص برای محصولات مختلف به دست می آید. حداکثر نمودن سود خالص را به صورت زیر می توان نوشت(سریوانسا و نگاش، ۲۰۰۴).

$$MaxNB = \sum_{i=1}^{4} B_i A_i - P_{sw} \sum_{t=1}^{12} R_t - P_{gw} \sum_{t=1}^{7} Gw_t - \sum_{f=1}^{3} \sum_{i=1}^{4} F_{fi} A_i P_f - P_t \sum_{t=1}^{12} \sum_{i=1}^{4} L_{it} A_i \qquad (۱)$$

که i شاخص محصول، t شاخص ماه، f شاخص نوع کود، A_i سطح زیرکشت محصولiام برحسب هکتار، B_i بازده ناخالص محصول iام برحسب ریال در هکتار ، P_{sw} هزینه آب سطحی برحسب(ریال برمترمکعب)، R_t میزان انتشار آب در کانال به طور ماهانه (میلیون مترمکعب)، P_{gw} هزینه آب زیرزمینی (ریال برمترمکعب)، G_{wt} مقدار آب زیرزمینی مورد نیاز ماهانه (میلیون مترمکعب)، F_{fit}: مقدار کود از نوع F برای محصول i (تن بر هکتار)، P_T هزینه کود(ریال / کیلوگرم)، P_l نرخ دستمزد و L_{it} نیروی کار روزانه موردنیاز برای هر هکتار از محصول iام در ماه t می باشد(سریوانسا و نگاش، ۲۰۰۴).

تابع هدف بالا مشروط به محدودیتهای زیر است:

۱) معادله پیوستگی ذخیره ماهانه‌ی آب : معادله ی پیوستگی برای ذخیره آب به طور ماهانه، برحسب(میلیون مترمکعب) به صورت زیر بیان می شود:

$$S_{t+1} = S_t + Q_t - EV_t - R_t - RDS_t - OSR_t \quad ; \quad t = 1,2,.....,12 \qquad (۲)$$

که S_t حجم ذخیره ی آب در آخر هرماه، Q_t حجم جریان خالص آب به طور ماهانه، EV_t حجم تبخیر خالص ماهانه، R_t میزان انتشار آب در کانال برای کشاورزی در هر ماه، RDS[3] مقدار آب پایین دست مورد نیاز و OSR_t[4] حجم توپی(سوراخ) و S_{t+1} میزان ذخیره آب در ماه بعد می باشد. محدودیت بالا با فرض قطعیت در جریان ورودی ماهانه بیان شده است. با در نظر گرفتن عدم قطعیت در جریان ورودی به کشاورزی ماهانه معادله ی بالا به صورت زیر تغییر می کند(سریوانسا و نگاش، ۲۰۰۴).

$$S_{t+1} = S_t + EV_t + R_t + RDS_t + OSR_t \geq q_t^{\alpha} \qquad t = 1,2,.....,12 \qquad (۳)$$

که q_t^{α} معکوس تابع توزیع تجمعی جریان ورودی در سطح اعتماد α می باشد.

---

[1]. Chance Constrained Programming (CCP)
[2]. Net Benefit (NB)
[3]. Downstream requirements (RDS_t)
[4]. Spilled volume (OSR_t)

۲) محدودیت زمین: کل زمینی که به محصولات مختلف تخصیص می یابد نباید بیشتر از زمینهای قابل کشت در منطقه باشد:

$$\sum_i A_i \le CCA \qquad i = 1,2,....,5 \qquad (۴)$$

۳) محدودیت آب: مقدار آب تخصیصی بین محصولات نبایستی از حداکثر آب قابل دسترس از هر دو منبع آب زیرزمینی و سطحی بیشتر باشد:

$$\sum_{t=1}^{12}\sum_{i=1}^{5} A_i CWR_{it} \le R_t + GW_t \qquad (۵)$$

که CWR_{it} مقدار آب تخصیصی به محصول i در ماه t برحسب راندمان آبیاری ۴۰ درصد می باشد.

۴) محدودیت مقدار پمپاژ آب زیرزمینی: کل پمپاژ آب زیر زمینی در یک سال بایستی کمتر مساوی با مقدار مجاز برداشت سالانه (TGW)[1] باشد.

$$\sum_{t=1}^{12} Gw_t \le TGW \qquad (۶)$$

۵) محدودیت ظرفیت کانال: کل خروجی از مخزن نمی تواند از ظرفیت کانال تجاوز کند.

$$R_t + RDS_t \le CC_t \qquad t = 1,2,.....12 \qquad (۷)$$

حداکثر حجم آب کانال که می تواند در هر ماه منتقل شود به صورت زیر قابل محاسبه است:

$CC_t =$ ۰.۷۵× (ظرفیت کانال) × تعداد روز های یک ماه

به دلیل ۱۵٪ تبخیر و ۱۰٪ نشتی کانال، حدود ۷۵٪ از ظرفیت کانال به منطقه جهت کشاورزی انتقال می یابد. سالانه حدود ۷۵ میلیون مترمکعب آب از چاه های تهران برای منطقه ی رباط کریم برداشت می شود. لازم به ذکر است که حدود ۷ ماه از سال به پمپاژ آب زیرزمینی برای تکمیل آبیاری اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه نیاز است. محصولات در نظرگرفته شده شامل گندم، جو، ذرت علوفه ای، یونجه، انگور و سیب می باشد که حدود ۱۱۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه را دربر می گیرند. داده های مورد نیاز مطالعه از اداره جهاد کشاورزی و تکمیل ۱۰۰ پرسشنامه از کشاورزان منطقه بااستفاده از نمونه گیری تصادفی طبقه بندی شده جمع آوری شده است.

نتایج و بحث

مدل برنامه ریزی خطی با محدوددیت تصادفی با هدف حداکثر کردن سود خالص کشاورزان و با در نظرگرفتن محدودیت های آب و ریسک در مقدار آب قابل دسترس برای کشاورزی تخمین زده شد. مقدار کل پمپاژ سالانه از چاه های تهران به منطقه حدود ۷۵ میلیون متر مکعب می باشد که از این مقدار حدود ۱۸.۷۵۰میلیون مترمکعب به باغات و ۵۶.۲۵میلیون مترمکعب برای آبیاری محصولات کشاورزی اختصاص می یابد(افشار، ۱۳۸۹). جمع مقادیر جریان های آب ورودی درماههای مختلف سال در سطوح ریسک مختلف نزدیک به این مقدار است. میزان جریان آب ورودی به منطقه‌ی رباط کریم در سطوح مختلف ریسک در جدول ۱ نشان داده شده است.

[1] . Total ground water (TGW)

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود، استحصال از چاههای جنوب تهران در فصول گرم (۷ ماه) سال که آب کافی برای کشاورزی وجود ندارد توسط کانال محمدیه در دسترس کشاورزی منطقه قرار می‌گیرد. همچنین مشاهده می‌شود که میزان آب در دسترس در سطوح پایین تر ریسک افزایش می یابد. ریسک پایین تر بیان کننده‌ی آب قابل دسترس بیشتر برای کشاورزی می باشد.

جدول(۱): جریان آب ورودی به منطقه رباط کریم از کانال محمدیه در سطوح مختلف ریسک در آب در دسترس(میلیون مترمکعب)

	سطح ریسک			
ماه	٪۹۰	٪۸۵	٪۷۵	٪۵۰
اسفند	۸.۷۸	۸.۸۴	۸.۹۲	۹.۰۶
فروردین	۹.۳۸	۹.۴۲	۹.۴۷	۹.۵۶
اردیبهشت	۹.۷۹	۹.۸۴	۹.۹۲	۱۰.۰۴
خرداد	۱۰.۴۹	۱۰.۵۴	۱۰.۶۰	۱۰.۷۰
تیر	۱۰.۹۹	۱۱.۰۴	۱۱.۱۱	۱۱.۲۲
مرداد	۱۱.۵۷	۱۱.۵۹	۱۱.۶۳	۱۱.۶۸
شهریور	۱۰.۹۰	۱۰.۹۶	۱۱.۰۴	۱۱.۱۸
جمع کل	۷۱.۹۳	۷۲.۲۶	۷۲.۷۱	۷۳.۴۷

مآخذ: یافته های تحقیق

سطح زیرکشت بهینه برای محصولات مختلف به منظور حداکثر سازی سود کشاورزان، مقدار کود، شدت آبیاری، میزان سود ناخالص در سطوح مختلف ریسک در مقدار آب در دسترس در جدول ۲ نشان داده شده است. منظور از شدت آبیاری، نسبت مقدار آب استفاده شده به کل آب تخصیصی به کشاورزی منطقه می‌باشد. همان گونه که مشاهده می شود، میزان سطح زیرکشت، مقدار سود خالص و مقدار کود در سطوح ریسک پایین تر در مقدار آب در دسترس، بیشتر است. میزان مصرف کود برای محصولات در سطح ریسک ۵۰٪ بیشتر است و این در حالی است که در این سطح از ریسک با بالارفتن سطح زیرکشت محصولات، سود خالص نیز بیشتر شده است. افزون برآن، میزان آب اختصاصی به منطقه نیز در این سطح ریسک بیشتر است. اما، با توجه به نسبت افزایش سود به نسبت افزایش مقدار آب برای کشاورزی مشاهده می شود که این نسبت کوچکتر می‌گردد. یعنی علاوه بر افزایش میزان سود، مقدار افزایش آب قابل دسترس برای کشاورزی در سطوح ریسکی پایین تر بیشتر شده ولی مقدار افزایش کمتری در سود را، سبب می‌شود .در سطح ریسک ۵۰٪ در مقدار آب در دسترس الگوی کشت بهینه‌ی به الگوی فعلی منطقه نزدیک تر می باشد.

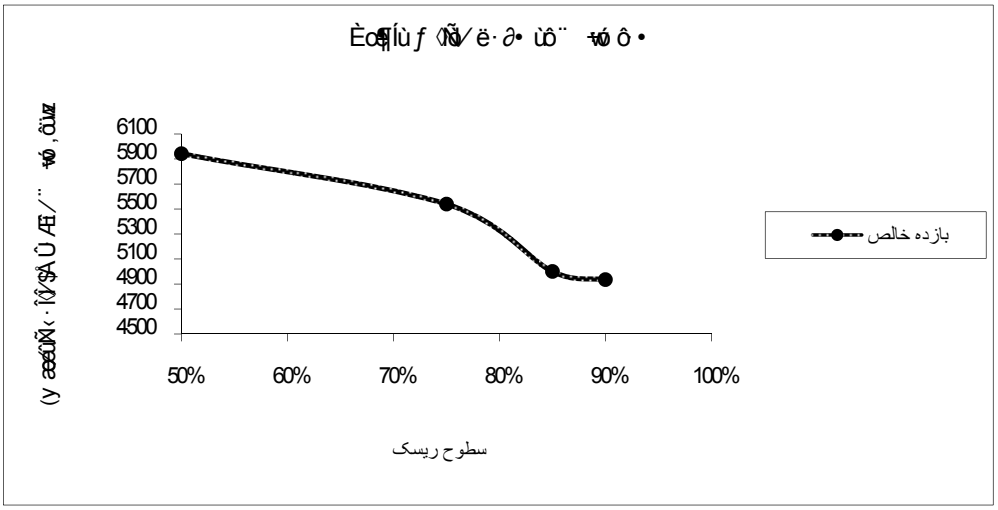
جدول (۲): الگوی کشت بهینه، سود خالص، شدت آبیاری ومیزان کود مصرفی

شرح	واحد	سطوح ریسک				
		٪۹۰	٪۸۵	٪۷۵	٪۵۰	سطح زیرکشت فعلی
گندم	هکتار	۹۲۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
جو	هکتار	۲۵۸۰	۲۵۹۸	۲۶۸۵	۲۸۵۰	۲۹۰۰
ذرت علوفه ای	هکتار	۱۵۲۸	۱۵۲۸	۱۷۰۰	۱۸۹۰	۱۹۰۰
یونجه	هکتار	۶۴۹	۶۸۵	۹۹۰	۹۹۵	۱۰۰۰
انگور	هکتار	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰
سیب	هکتار	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
شدت آبیاری	٪	۰.۶۱	۰.۶۶	۰.۷۹	۰.۸۳	
مقدار استفاده کود	تن	۱۸۱۲.۵	۱۸۷۱.۳	۲۰۲۸.۵	۲۲۲۴.۷	
سود خالص	میلیون ریال	۴۱۵۹.۱	۴۱۷۷.۵	۴۳۸۱.۳	۴۴۴۰.۱	

مآخذ: یافته های تحقیق

شکل ۱ رابطه‌ی بین بازده‌ی خالص محصولات را با سطوح مختلف ریسک در مقدار آب در دسترس نشان می دهد. همان طوری که مشاهده می‌شود با افزایش سطح ریسک در مقدار آب در دسترس، بازده‌ی خالص الگوی کشت بهینه کاهش می یابد. در واقع یک رابطه‌ی غیر مستقیم بین بازده و سطوح ریسک مختلف برای آب قابل دسترس کشاوزی وجود دارد.

شکل (۱): رابطه سود خالص با سطوح مختلف ریسک در مقدار آب در دسترس



مآخذ: یافته های تحقیق

در جدول ۳، میزان بهینه ی کل آب تخصیصی، آب زیرزمینی و میزان آب تخصیصی فعلی برای کشاورزی منطقه نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود، در سطوح ریسکی پایین تر میزان آب تخصیصی بیشتر می باشد. میزان تخصیص بهینه آب در منطقه در سطوح مختلف ریسک و در ماههای مختلف با استفاده از مدل برنامه ریزی با محدودیت تصادفی بدست آمد که بیشترین تخصیص مربوط به ماه های تیر، مرداد و شهریور می باشد. لازم به ذکر است که فقط ۷ ماه از سال از آب زیرزمینی برای تکمیل آب مورد نیاز

آبیاری به دلیل کافی نبودن آب سطحی(رودخانه ی انشعابی از رودخانه کرج) استفاده می‌شود. همچنین مقدار کل آب تخصیص فعلی در منطقه ۷۶.۶۲۳ میلیون متر مکعب می باشد که مقدار کل آب تخصیصی بهینه با راندمان آبیاری ۴۰٪ و در سطوح ریسکی ۹۰٪، ۸۵٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نسبت به کل تخصیص فعلی آب منطقه، به ترتیب نشان دهنده‌ی ۳۲٪، ۲۶٪، ۱۸٪ و۱۶٪ صرفه جویی یا کاهش در میزان آب مصرفی را نشان می دهد.

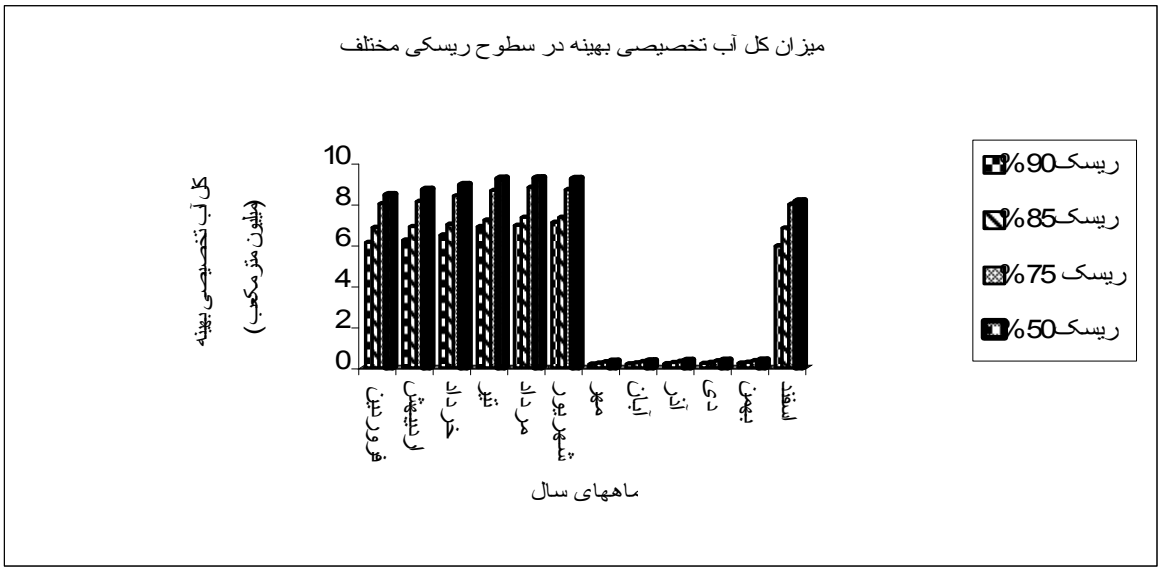
جدول (۳): تخصیص آب زیرزمینی و کل آب زیرزمینی و سطحی (میلیون مترمکعب)

	میزان تخصیص کل آب در سطح ریسک								
	٪۹۰		٪۸۵		٪۷۵		٪۵۰		
	کل آب تخصیصی	آب زیرزمینی	کل آب تخصیصی	آب زیرزمینی	کل آب تخصیصی	آب زیرزمینی	کل آب تخصیصی	آب زیرزمینی	تخصیصی فعلی منطقه
فروردین	۶.۱۲	۵.۹۹	۶.۸۵	۶.۶۹	۸	۶.۶۹	۸.۴۳	۷.۷۸	۱۰.۲
اردیبهشت	۶.۲۳	۶	۶.۸۹	۶.۷۱	۸.۱۲	۶.۷۱	۸.۶۹	۷.۹۹	۱۰.۵
خرداد	۶.۴۸	۶.۱۲	۷	۶.۹۸	۸.۳۹	۶.۹۸	۸.۹۲	۸	۱۰.۸
تیر	۶.۸۹	۶.۷۶	۷.۲۱	۷	۸.۶۵	۷	۹.۲۳	۸.۲۳	۱۱
مرداد	۶.۹۵	۶.۹۱	۷.۳۴	۷.۲۵	۸.۸۱	۷.۲۵	۹.۲۵	۸.۵۶	۱۱.۴
شهریور	۷.۱۰	۶.۹۹	۷.۳۴	۷.۲۴	۸.۷۰	۷.۲۴	۹.۲۲	۸.۵۲	۱۱.۱
مهر	۰.۱۷۵	۰	۰.۲۳۰	۰	۰.۲۹	۰	۰.۳	۰	۰.۳۲۵
آبان	۰.۱۸۴	۰	۰.۲۳۸	۰	۰.۲۹۹	۰	۰.۳۱۵	۰	۰.۳۴۸
آذر	۰.۱۸۸	۰	۰.۲۴۵	۰	۰.۳۱	۰	۰.۳۳۵	۰	۰.۳۷۴
دی	۰.۲۱۰	۰	۰.۲۵۲	۰	۰.۳۲۸	۰	۰.۳۴	۰	۰.۳۸۶
بهمن	۰.۲۲۵	۰	۰.۲۶۰	۰	۰.۳۳۶	۰	۰.۳۴۵	۰	۰.۳۹
اسفند	۵.۹۵	۵.۸۹	۶.۸۲	۶.۹۴	۷.۹۹	۶.۴۹	۸.۱۲	۷.۶۲	۹.۸
جمع کل	۴۶.۷۱	۴۴.۶۸	۵۰.۶۹	۴۸.۸۳	۶۰.۲۳	۴۸.۳۸	۶۳.۵۱	۵۶.۷۱	۷۶.۶۲۳

مآخذ: یافته های تحقیق

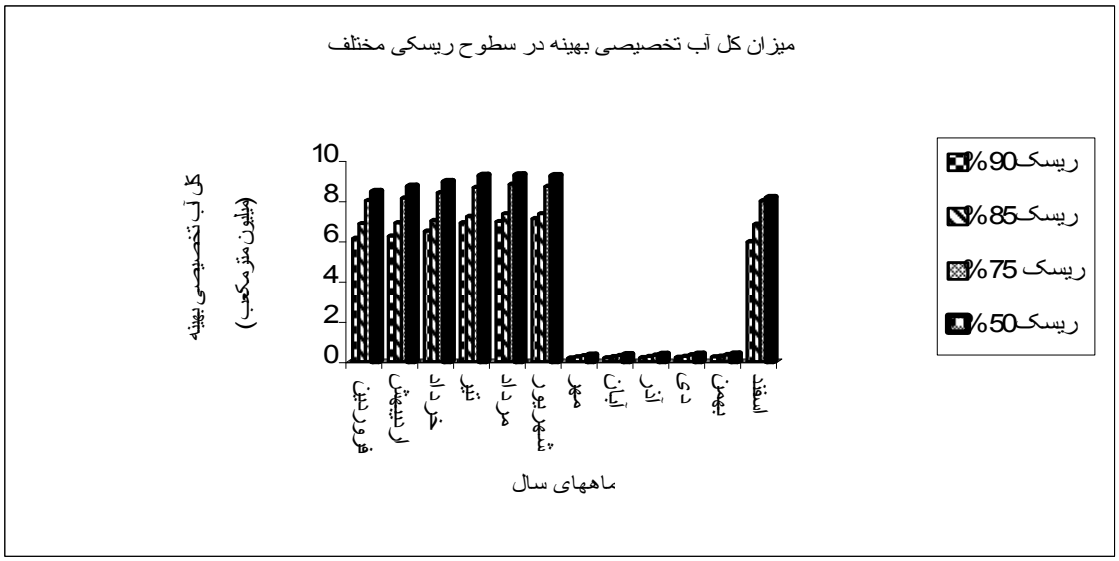
میزان تخصیص بهینه‌ی آب زیرزمینی و کل آب تخصیصی در نمودار ۲ و۳ نشان داده شده است. که نشان می دهد میزان تخصیص آب در سطح ریسک ۵۰٪ بیشتر از سطوح ریسکی دیگر می باشد.

نمودار (۲): میزان تخصیص بهینه‌ی آب زیرزمینی(میلیون مترمکعب)



مآخذ: یافته های تحقیق

نمودار(۳): میزان کل آب تخصیصی بهینه در سطوح ریسکی مختلف(میلیون مترمکعب)



مآخذ: یافته های تحقیق

همچنین الگوی کشت بهینه و میزان تخصیص بهینه‌ی آب در راندمان های آبیاری ۳۰٪ و ۵۵٪ نیز مورد بررسی قرار گرفت. که در جدول ۴ قابل مشاهده است. در این جدول مشاهده می شود که زمانی که راندمان آبیاری افزایش می یابد، میزان سطح زیرکشت و به تبع آن، مقدار تخصیص آب زیرزمینی افزایش می یابد. لازم به ذکر است که سطح زیرکشت محصولات باغی، سطح زیرکشت فعلی

منطقه در نظرگرفته شده است. افزایش سطح زیرکشت با افزایش راندمان آبیاری، بیانگر این مطلب است که، با افزایش راندمان آبیاری نه تنها می توان از آب اختصاصی به طور بهینه تری استفاده کرد. بلکه سطح زیرکشت محصولات نیز افزایش می‌یابد.

جدول(۴): الگوی کشت بهینه و میزان تخصیص بهینه‌ی آب در راندمان آبیاری ۵۵٪ و ۳۰٪

شرح		راندمان آبیاری ۵۵٪				راندمان آبیاری ۳۰٪			
		سطح ریسک				سطح ریسک			
		٪۹۰	٪۸۵	٪۷۵	٪۵۰	٪۹۰	٪۸۵	٪۷۵	٪۵۰
سطح زیرکشت بهینه	گندم	۹۴۰	۹۶۵	۱۰۰۰	۱۱۰۰	۸۸۰	۹۰۰	۹۲۰	۹۴۵
	جو	۲۶۰۰	۲۶۸۰	۲۷۳۰	۲۸۰۰	۲۱۰۰	۲۴۹۰	۲۵۶۰	۲۶۳۵
	ذرت علوفه ای	۱۶۲۰	۱۷۱۰	۱۷۴۰	۲۰۰۰	۱۳۰۰	۱۴۹۵	۱۵۳۵	۱۶۲۰
	یونجه	۶۸۰	۷۲۵	۹۹۵	۱۰۰۰	۵۲۰	۶۰۰	۷۱۰	۸۱۵
	انگور	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰
	سیب	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
آب زیرزمینی تخصیصی بهینه (میلیون متر مکعب)	اسفند	۵.۹	۶.۷	۶.۸	۷.۹	۵.۷	۶.۳	۶.۳	۷.۶
	فروردین	۶.۱	۶.۹	۶.۸	۷.۹	۵.۸	۶.۴	۶.۵	۷.۶
	اردیبهشت	۶.۲	۶.۹	۶.۸	۸	۵.۹	۶.۵	۶.۵	۷.۸
	خرداد	۶.۴	۷	۷.۲	۸.۲	۶.۲	۶.۸	۶.۴	۷.۹
	تیر	۶.۸	۷.۳	۷.۲	۸.۳	۶.۴	۶.۹	۶.۷	۸
	مرداد	۶.۹	۷.۵	۷.۴	۸.۷	۶.۶	۷.۱	۶.۹	۸.۳
	شهریور	۷	۷.۵	۷.۳	۸.۷	۶.۷	۷.۱۹	۶.۹	۸.۳
سود ناخالص (میلیون مترمکعب)		۴۰۳۵.۱	۴۳۱۲.۲	۴۳۹۰.۲	۴۴۹۰.۸	۳۵۹۳.۷	۴۰۷۸.۴	۴۰۹۱.۵	۴۱۰۷.۱

مآخذ: یافته های تحقیق

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مطالعه برای بدست آوردن میزان تخصیص بهینه آب مصرفی در کشاورزی و به منظور تعیین الگوی کشت بهینه و برنامه‌ی مطلوب آبیاری از روش برنامه ریزی خطی با محدودیت تصادفی استفاده شد. نتایج بدست آمده در ۴ سطح ریسکی برای مقدار جریان آب ورودی به کانال برای مصرف کشاورزی و باغداری منطقه نشان داد که در سطح ریسک پایین تر میزان سود و سطح زیر کشت بیشتر است. همچنین میزان کود مصرفی نیز افزایش خواهد یافت. مقدار کل آب تخصیصی بهینه با راندمان آبیاری ۴۰٪ و در سطوح ریسکی ۹۰٪، ۸۵٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نسبت به کل تخصیص فعلی آب منطقه، به ترتیب نشان دهنده‌ی ۳۲٪، ۲۶٪، ۱۸٪ و۱۶٪ صرفه

جویی یا کاهش در میزان آب مصرفی را نشان می دهد. نتایج بدست آمده در راندمان های مختلف آبیاری نیز نشان دهنده‌ی افزایش سطح زیرکشت و مقدار تخصیص بهینه‌ی آب می‌باشد. نتایج نشان داد که با اعمال چنین سیستمی نه تنها کشاورزی منطقه از رونق نخواهد افتاد بلکه می توان با اعمال مدیریتی صحیح و به کار گیری الگوی کشت مناسب در منطقه، در کنار باغداری، به میزان سود مطلوب دست یافت و با اجرای مدیریتی صحیح در استحصال آب و استفاده از زمین کشاورزی، بتوان باغداری را در کنار کشاورزی در منطقه پررونق ساخت.

منابع

اسدی، ه. و غ، سلطانی. (۱۳۷۹) بررسی حاشیه ایمنی و الگوی کشت بهینه فعالیتهای زراعی با بهره گیری از روش برنامه ریزی خطی، *مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۸(۳۱):۸۶-۷۱.

افشار، م. (۱۳۸۹) گزارش بررسی وضعیت منطقه و آمار و اطلاعات، واحد ترویج. *مدیریت جهاد کشاورزی رباط کریم*.

بابانژاد، ح. و آ، سیفی. (۱۳۸۵) کنترل سطح آب زیرزمینی به وسیله تغییر الگوی کشت در دشت همدان. *اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی*.

شاه کرمی، ن.، مرید، س و م، رحیمی جمنانی. (۱۳۸۵) بهینه سازی الگوی کشت بر اساس مقادیر پیش بینی شده جریان رودخانه (مطالعه موردی رودخانه صوفی چای و شبکه آبیاری پایین دست. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، جلد۷، (۲۹):۱۸-۱.

شیرازی، ک. (۱۳۸۶) مدیر عامل شرکت تعاونی تولید روستایی کانال محمدیه. *روزنامه آفرینش*.

صبوحی، م.، سلطانی، غ و م، زیبایی. (۱۳۸۶) ارزیابی راه کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی: مطالعه موردی دشت نریمانی در استان خراسان. *مجله علوم آب و خاک*، ۱۱(۱): ۴۸۴-۴۷۵.

مدیریت جهاد کشاورزی رباط کریم. (۱۳۸۹) واحد طرح و برنامه.

Heidari, M. (2007). Application of linear systems Theory and linear programming to ground water management in KANSAS. *Jawra Journal of the American Water Resources Association*. 23(5):52-60.

Kemal Sonmez. F and A, Musa. (2004). Irrigation scheduling and optimum cropping pattern with adequate and deficit water supply for mid-sized farms of harran plain. *Pakistan Journal Of Biological sciences* 7(8):1414-1418.

Loucks, D.P., Stendinger, J.R. and D.A, Haith. (1981). Water Resources Systems Planning and Analysis, *Prentice-Hall, Englewood Clifts, New Jersey* 1(3):125-148.

Montazar, A and H, Riazi. (2008). Optimization of water allocation in Qazvin irrigation command area. *Zeitschrift Fur Bewasserungs wirtschaf. jahrg*. 43:129-143.

Srinivasa Raju, K. and D, Nagesh Kumar. (2004). Optimum cropping pattern for SRI RAM SAGAR PROJECT: A linear Programming Approach. *Journal of Applied Hydrology*. 9(2): 57-67.

Determination favorable manners exploitation of implementation irrigation Mohammadie Canal Project in Robat Karim county

Somayeh Shirzadi Laskookalayeh & Mahmood saboohi sabouni[1]

Abstract

Increased demand for agricultural products according to the constraints of water resources makes important, the need for irrigation planning and management issues related to sustainable exploitation of underground resources and providing needs of people. Optimized exploitation and decreases in water consumption can have an effective role on the removal of water recourses limitations. In the current study, crop planning and optimal allocation of water was determined using programming method with stochastic constraints in 50%, 75%, 85% and 90% levels of risk in Mohammadie Canal Project. Data needed to study were collected of the classified random sampling process with complete 100 the questionnaire in the area between farmers and other data needed to study of the Robat Karim Jahad Ministry of Agriculture and Water Organization for the year 2010. Result showed that with suitable use of project and consideration on available water in different risk levels, crop area and farmers' gross margin would increase. In 50% risk level, irrigation intensity is 83% that indicates unfavorable use of allocated water compare with the other risk levels due to calculated net gross margin. Furthermore, optimal crop plan in different irrigation efficiencies such as 30, 40 and 55 percent showed that higher irrigation efficiency, higher crop area and optimal water allocation. The allocated water from groundwater resources was higher in warm seasons because of low levels of surface water. In this term, managers can decide for optimal crop planning and decrease the unequiblirium between water supply and demand, public immigration through appropriate management planning and plant's growth season.

JEL : C02

Key words*: *programming with stochastic constraints, optimal water allocation, crop planning

[1] . Ph.D student of agricultural economics department, Faculty of Agriculture, and Associate Professor of agricultural economics department, Faculty of Agriculture, University of Zabol, respectively.
shirzady24@gmail.com . msabouhi39@yahoo.com.