Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1119-1128

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۲۸-۱۱۱۹

توسعه و ارزیابی مدل تعیین الگوی کشت بهینه شبکه های آبیاری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

(مطالعه موردی: شبکه آبیاری دشت ورامین)

احمد غفاری[۱] - علی اصغر منتظر[۲*] - علی رحیمی جمنانی[۳]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۶/۲۱

چکیده

الگوی کشت به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای طراحی شبکه های آبیاری مطرح بوده که در شرایط بهره برداری نیز ارتباط مستقیمی با بهره وری آب در سطح این سامانه ها دارد. این تحقیق با هدف توسعه مدل تعیین الگوی کشت بهینه شبکه های آبیاری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical hierarchy process-AHP) انجام گرفت. مدل در قالب دو زیرمدل توسعه یافت که هدف زیر مدل اول، رتبه بندی مناسبت نوع محصولات الگوی کشت در سطح شبکه آبیاری بوده و هدف زیر مدل دوم، رتبه بندی سطوح زیر کشت مناسب هر محصول می باشد. معیارهای انتخاب نوع کشت، ده معیار در نظر گرفته شد که در سه گروه معیارهای اقتصادی-اجتماعی، منابع آب و خاک و اقلیمی طبقه بندی گردیدند. به منظور تعیین محدوده سطح زیرکشت بهینه محصولات نیز ۹ معیار در نظر گرفته شد. وزن معیارها بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از منطقه، مطالعات میدانی و نتایج برگرفته از۳۰ پرسشنامه تکمیل شده توسط صاحب نظران، متولیان و بهره برداران شبکه های آبیاری تعیین گردید. مدل برای شبکه آبیاری دشت ورامین در وسعتی برابر ۵۰ هزار هکتار اجرا و مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی ها نشان داد که معیارهای مقدار کمّی آب در دسترس و میزان تبخیر و تعرق نسبت به سایر عوامل از اهمیت بیشتری در تعیین نوع کشت برخوردار می باشند. سیاستهای کلان بخش کشاورزی و حجم آب قابل برنامه ریزی نیز به عنوان مهمترین پارامترهای موثر بر سطح زیر کشت محصولات مشخص شدند. نتایج نشان داد که مدل AHP رتبه اولویت کشت محصولات اصلی شبکه آبیاری (جو و گندم)، که بیش از ۵۰ درصد سطح زیر کشت دشت را به خود اختصاص می دهند، را مطابق با رتبه این محصولات در الگوی کشت رایج منطقه برآورد نموده است. رتبه صیفی جات و پنبه نیز در دو روش یکسان تعیین شد. در مورد سایر محصولات (سبزی جات، یونجه و ذرت) نیز تفاوت رتبه بین نتایج مدل و الگوی کشت رایج یک رتبه بود. یافته های تحقیق بیانگر آن است مدل توسعه یافته قابلیت تعیین محدوده سطح زیرکشت هر یک از محصولات الگوی کشت شبکه آبیاری را با دقّت مطلوبی دارا می باشد. از اینرو مدل AHP می تواند به عنوان یک مدل کاربردی در ارزیابی عوامل کمّی و کیفی موثر بر الگوی کشت و تعیین نوع و تراکم کشت بهینه محصولات شبکه های آبیاری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: الگوی کشت، بهینه سازی، تحلیل سلسله مراتبی، شبکه آبیاری ورامین

مقدمه

الگوی کشت به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای طراحی شبکه های آبیاری مطرح بوده که در شرایط بهره برداری نیز ارتباط مستقیمی با بهره وری آب در سطح این سامانه ها دارد. در شرایط بهره برداری شبکه های آبیاری، نوع و تراکم کشت محصولات مختلف دستخوش تغییرات زیادی می گردد که مهمترین دلایل آن را می توان در تغییر ارزش اقتصادی محصولات، تغییر مقدار کمّی آب قابل تأمین در دوره های مختلف آبی، تغییر مدیریت مزارع، تغییر سیاستهای کلان ملی- منطقه ای در بخش کشاورزی و نارسایی و ناکامی های موجود در مدیریت بهره برداری از این سامانه ها جستجو نمود. تعیین و اجرای الگوی کشت مناسب گستره های کشاورزی یکی از شیوه های ارتقای بهره وری آب در سطح این گستره ها بوده که به همین دلیل مورد توجه محققین متعددی قرار گرفته است. در

۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
(*-نویسنده مسئول: (Email: almontaz@ut.ac.ir
۳ – کارشناس مهندسین مشاور خاک و آب تهران

www.SID.ir

Archive of SID

زیر به نتایج کار تعدادی از این محققین اشاره می گردد.

اسدپور و همکاران (۱) نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه سازی الگوی کشت را برای یک دشت در زیر حوزه هراز مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که با ایجاد انعطاف در آرمان‌ها در مدل فازی، منابع موجود به نحو بهتری تخصیص یافته و سطح زیر کشت توسعه پیدا می‌کند. شعبانی (۲) به منظور بهینه سازی مصرف آب و الگوی کشت در شبکه آبیاری درودزن به کمک برنامه ریزی خطی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی کشت بهینه در فصل اول گندم، و در فصل دوم ذرت دانه‌ای و برنج می‌باشد و سایر گیاهان به نسبت‌های کمتری وارد برنامه بهینه می‌شوند.

کلیک و پاکسوی (۴) در بررسی عوامل موثر بر الگوی کشت ۱/۷ میلیون هکتار از اراضی فاریاب آناتولی ترکیه گزارش نمودند که با توجه به موجودیت آب آبیاری، کشاورزان می توانند در هر سال ۲ تا ۳ بار زمین را به کشت گیاهان مختلف اختصاص دهند. بررسی ایشان بیانگر آن است که فاکتور صرفه اقتصادی و بازاریابی آسان در تعیین الگوی کشت این منطقه از سایر عوامل مهمتر عمل نموده است. در این راستا، محصولات پنبه و گندم که کشاورز درآمد بیشتری از آنها به دست می‌آورد، هر ساله سطح کشت بیشتری را به خود اختصاص می دهند. در این بررسی گزارش شد که سوددهی محصول ۴۱ درصد، بازاریابی آسان۱۴/۶ درصد، رعایت تناوب ۱۲/۳ درصد، نیروی انسانی ۸/۸ درصد، ساختمان خاک ۶/۸ درصد و تأثیر کشاورزان همسایه ۵/۸ درصد در تعیین الگوی کشت موثر بوده است.

روش تحلیل سلسله مراتبی در مطالعات مختلفی پیرامون ارزیابی و تصمیم گیری موضوعات آب و سامانه های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله جدیدترین آنها می توان به فعالیتهای تحقیقاتی منتظر و بهبهانی (۶) در توسعه مدل انتخاب سیستم بهینه آبیاری با توجه به عوامل مختلف فیزیکی، سیاسی- اقتصادی و زیست محیطی، اوکادا و همکاران (۸) در مطالعه اثرات بهبود مدیریت و سخت افزار به منظور عملکرد مطلوب تر پروژه‌های آبیاری، و منتظر و زادباقر (۷) در ارزیابی بهره وری آب شبکه های آبیاری اشاره نمود. نتایج کار این محققین بیانگر کارایی مناسب این شیوه تحلیلی در برنامه ریزی ها و بهینه سازی های مربوط به شبکه های آبیاری است.

در تعیین الگوی کشت شبکه های آبیاری، عوامل کمّی و کیفی متعدد و متنوعی وجود داشته که می بایست اثر هر یک به صورت دقیق مورد ارزیابی قرار گرفته و وزن آن فرآیند تعیین الگوی کشت مناسب مشخص گردد. با توجه به ماهیت گسسته متغیّرهای موثر بر الگوی کشت، به نظر می رسد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شیوه مناسبی به منظور بررسی اثر این متغیّرها و مشخص نمودن الگوی کشت باشد. تحقیق حاضر با هدف اصلی توسعه و ارزیابی مدل تحلیل سلسله مراتبی به منظور تعیین الگوی کشت بهینه شبکه آبیاری دشت ورامین تعریف و انجام گردید.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

دشت ورامین در بخش شمالی ایران و در دامنه جنوبی البرز در محدوده جغرافیایی '۳۰ °۵۰ تا °۵۲ طول شرقی و بین '۱۰ °۳۵ تا '۳۰ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است. محصولات اصلی زراعی شبکه آبیاری دشت ورامین شامل گندم، جو، یونجه، ذرت، صیفی‌جات، سبزیجات و پنبه می باشد. سبزیجات شامل خیار، گوجه فرنگی، کاهو، لوبیا سبز، کلم، سیر، سبزی و بادمجان و صیفی جات شامل هندوانه، خربزه، کدو، گرمک می باشند. همچنین در منطقه گیاهان دیگری شامل کلزا، گلرنگ، آفتابگردان و حبوبات در سطح بسیار کم کشت می شوند. میزان کشت دیم در منطقه ناچیز بوده و عمدتاً کشت آبی انجام می‌گیرد. وسعت تحت کشت این شبکه آبیاری حدود پنجاه هزار هکتار بوده که دارای خاک مستعد کشاورزی حاصل از رسوبات رودخانه جاجرود می باشد (۳).

آب مورد نیاز آبیاری محصولات دشت ورامین از منابع سطحی و زیرزمینی تامین می گردد. منابع اصلی آب سطحی منطقه، رودخانه جاجرود و کانال فاضلاب تهران (که بخش عظیمی از فاضلاب تهران و شهرری را به این منطقه وارد می نماید) می باشند. بخشی از آب مورد نیاز دشت نیز از سفره های زیرزمینی که از طریق چاه های عمیق و نیمه عمیق موجود استحصال می گردد، تامین می شود (شکل ۱).

در شکل (۱) محدوده مورد مطالعه و موقعیت و پراکنش چاههای تحت بهره برداری شبکه نمایش داده شده است. محدوده مورد مطالعه، به ۵ منطقه با مساحت های مساوی (۱۰ هزار هکتار) که با علایم اختصاری A, B, C, D, E تقسیم بندی گردید. هر منطقه نیز به ۴ زیر منطقه با مساحت مساوی تقسیم بندی گردید. به عنوان مثال زیر مناطق منطقه A، شامل مناطق a_1, a_2, a_3, a_4 می باشند. همانطور که در شکل (۱) نیز دیده می شود تراکم چاه ها در منطقه A کمتر از سایر مناطق بوده و به همین دلیل میزان برداشت از منابع آب زیر زمینی در این منطقه نیز کمتر از سایر مناطق مورد مطالعه می باشد (جدول ۱). همچنین، این منطقه در ابتدای مخروط افکنه ورامین واقع شده و دارای بافت خاک درشت دانه است. در جدول (۱) اطلاعات مربوط به منابع آب و خاک هر یک از زیر منطقه های مورد مطالعه ارائه شده است. بررسی نتایج این جدول نشان می دهد که بیشترین برداشت آب از سفره آب زیرزمینی به ترتیب در مناطق C – B – D – E و A صورت می گیرد. بیشترین هدایت الکتریکی منابع آب نیز به ترتیب مربوط می شود به مناطق B – C – D – E و A.

www.SID.ir

Archive of SID

سه منطقه B – D و E به دلیل اینکه در حاشیه مخروط افکنه دشت ورامین واقع شده اند، شوری آب بالاتری دارند.

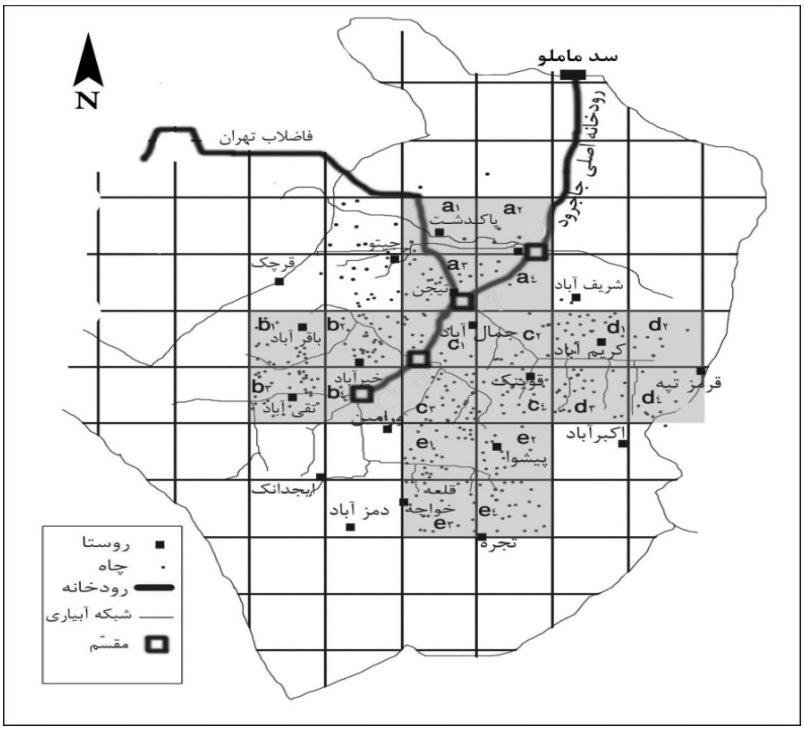
نوع و سطح زیرکشت رایج محصولات زراعی در دشت ورامین بر اساس آمار اعلام شده از سوی اداره جهاد کشاورزی شهرستان ورامین و پاکدشت برای هر یک از زیر مناطق مورد مطالعه در سال ۸۸-۱۳۸۷ تعیین شد. همچنین طی بازدیدها و آمار برداری میدانی که در بیش از ۵۰ درصد از چاهها و اراضی آبشخور زیرمناطق انجام شد، نوع و سطح واقعی محصولات الگوی کشت و میزان آبدهی چاهها اندازه گیری گردید. میزان آب سطحی قابل برنامه ریزی نیز بر اساس برنامه آب تحویل شده از منابع آب سطحی به کانالهای هر زیر منطقه مشخص شد. این آمار از شرکت بهره برداری شبکه آبیاری دشت ورامین تهیه گردید.

مدل تحلیل سلسله مراتبی

روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical hierarchy process-AHP)، یکی از مناسب‌ترین شیوه‌های انجام تحلیل‌های چند معیاره در حالت گسسته می‌باشد که در سال ۱۹۹۴ توسط ساتی توسعه یافته و از آن در مطالعات علوم مختلف استفاده گردیده است (۹). این روش می تواند عوامل کمّی و کیفی را به صورت سیستماتیک در مدل تصمیم‌گیری وارد نماید. به این ترتیب که نخست ساختار مساله تصمیم‌گیری طراحی شده، سپس گزینه‌های مختلف بر اساس معیارهای مطرح در تصمیم‌گیری با هم مقایسه گردیده و در نهایت اولویت انتخاب هر یک از آنها مشخص می‌شود. در مجموع این روش در مسائل رتبه‌بندی، انتخاب، ارزیابی و پیش‌بینی که همگی نیازمند تصمیم‌گیری هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین ترتیب استفاده از روش AHP، امکان مهیا نمودن ابزاری فراگیر به منظور ارزیابی شاخص‌های فرآیند درونی به عنوان فاکتورهای موثر در تعیین الگوی کشت بهینه را فراهم می‌نماید. روش AHP در مطالعات مختلفی پیرامون ارزیابی و تصمیم گیری موضوعات آب و سامانه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است.

در این تحقیق از روشAHP استفاده گردید که بدین منظور نرم افزار Expert Choice 2000 بکار گرفته شد (۵). این نرم افزار یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس روش AHP می‌باشد که دارای توانایی‌های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در معیارها را نیز دارا می‌باشد.

به منظور تعیین نوع محصولات در الگوی کشت بهینه، مجموعه عوامل مؤثر در سه گروه عوامل اقتصادی-اجتماعی، منابع آب و خاک و اقلیمی تقسیم بندی شدند. عوامل اقتصادی-اجتماعی عبارت بودند از: هزینه آب، هزینه کاشت، داشت و برداشت، قیمت واحد محصول و نیاز منطقه به محصولات.



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش چاههای عمیق و نیمه عمیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- اطلاعات مربوط به منابع آب و خاک محدوده مورد مطالعه

منطقه	زیر منطقه	بافت خاک	تعداد چاه	آب قابل برنامه ریزی از منابع آب سطحی (لیتر بر ثانیه)	هدایت الکتریکی متوسط آب آبیاری (میلی موس بر سانتی متر)
A	a1	لوم–لوم رسی	۲	۶۹	۶۶۰
	a2	لوم–لوم رسی	۳	۱۱/۸	۷۰۳/۳
	a3	لوم لای	۲۰	۵۰۰/۵	۳۸۲/۵
	a4	لوم–لوم رسی	۶	۱۰۳/۵	۳۳۶/۶
B	b1	لوم– لوم لای	۱۵	۲۵۲	۱۵۵۴
	b2	لوم– لوم لای	۳۹	۴۴۹/۴	۱۰۷۱
	b3	لوم–لوم رسی	۲۹	۳۳۴/۳	۱۷۶۳
	b4	لوم–لوم رسی	۳	۲۵/۵	۱۱۰۳
C	c1	لوم لای	۲۲	۷۶۹/۵	۵۱۵/۹
	c2	لوم– لوم لای	۱۴	۵۶۵/۵	۷۴۰/۷
	c3	لوم رسی	۲۴	۷۶۳/۵	۷۹۲/۹
	c4	لوم– لوم لای	۲۴	۶۷۲/۴	۸۲۵/۸
D	d1	لوم لای	۲۸	۸۷۶/۶	۸۱۸/۹
	d2	لوم لای	۷	۲۰۶	۱۲۳۰
	d3	لوم لای	۲۰	۳۸۱/۵	۷۴۷/۵
	d4	لوم لای	۱۲	۲۷۴/۵	۹۴۶/۶
E	e1	لوم–لوم رسی	۳۰	۵۸۹/۳	۸۹۳/۲
	e2	لوم–لوم رسی	۱۳	۳۸۷/۷	۸۲۴/۵
	e3	لوم–لوم رسی	۳۰	۶۳۸/۴	۱۳۶۹
	e4	لوم–لوم رسی	۲۵	۴۸۵/۹	۸۴۸/۶

نتایج ارائه شده در این جدول حاصل اندازه گیرهای صحرایی انجام شده در این تحقیق می باشد.

عوامل مربوط به منابع آب و خاک شامل: مقدار کمّی آب، هدایت الکتریکی آب، بافت خاک و روش آبیاری بودند. عوامل اقلیمی نیز شامل مقدار تبخیر و تعرق گیاه و میزان بارش در نظر گرفته شدند. همچنین تعداد ۹ عامل به عنوان عوامل موثر بر انتخاب سطح زیرکشت محصولات الگوی کشت در نظر گرفته شد. این عوامل عبارت بودند از: سیاست گذاری کلان کشاورزی کشور در خصوص سطح توسعه کشت محصولات، مقدار کمّی آب در دسترس، قیمت آب، هزینه کاشت، داشت و برداشت محصولات، نوع منبع آب، سطح آفات و بیماریها، توانمندی کشاورزان در امور مدیریت کشت محصول و سطح دسترسی به بازار مصرف و فروش.

مدل توسعه یافته در این تحقیق در قالب دو زیر مدل توسعه داده شد. در زیر مدل اول، ساختار تحلیل سلسله مراتبی در تعیین رتبه بندی محصول در الگوی کشت بهینه دارای سه سطح در نظر گرفته شد که عبارتند از: سطح هدف که انتخاب بهینه نوع محصول می-

www.SID.ir

Archive of SID

باشد، سطح عوامل مؤثر بر انتخاب نوع محصول یا سطح معیارها که عوامل موثر بر انتخاب نوع محصول کشت (عوامل ۱۰ گانه) بوده و نهایتاً سطح گزینه‌های انتخاب که شامل محصولات الگوی کشت رایج منطقه می‌باشند. در زیر مدل دوم، ساختار تحلیل سلسله مراتبی در تعیین تراکم کشت بهینه نیز دارای سه سطح در نظر گرفته شد که عبارت بودند از: سطح هدف که تعیین درصد سطح کشت بهینه می‌باشد، سطح معیارها که شامل مجموعه‌ای از عوامل مؤثر بر تعیین سطح زیر کشت محصولات الگوی کشت می‌باشد (عوامل نه گانه) و سطح گزینه‌ها یا محدوده سطح زیر کشت که در ۶ طبقه‌ی کمتر از ۵ درصد، ۱۰-۵ درصد، ۲۰-۱۰ درصد، ۳۰-۲۰ درصد، ۴۵-۳۰ درصد، و بزرگتر از ۴۵ درصد در نظر گرفته شد.

به منظور وزن‌دهی معیارها و گزینه‌ها، از روش مقایسه زوجی استفاده شد. عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن نسبی آنها محاسبه گردید. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد. در این تحقیق، برای محاسبه وزن‌های عناصر هر سطح نسبت به سطح بالاتر خود، از روش بردار ویژه که مؤثرترین شیوه در یافتن عناصر هر سطح می‌باشد، استفاده شد. برای وزن‌دهی به فاکتورها و عوامل مؤثر فوق‌الذکر، پرسشنامه‌هایی در سه سطح متخصصین و صاحب نظران صنعت آب، متولیان منطقه ای شبکه آبیاری و کشاورزان و بهره برداران محلی تهیه گردید؛ که توسط ۳۰ نفر از متخصصین و صاحب نظران، متولیان منطقه‌ای و بهره‌برداران محلی تکمیل و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

وزن معیارها و اولویت بندی نوع محصولات الگوی کشت

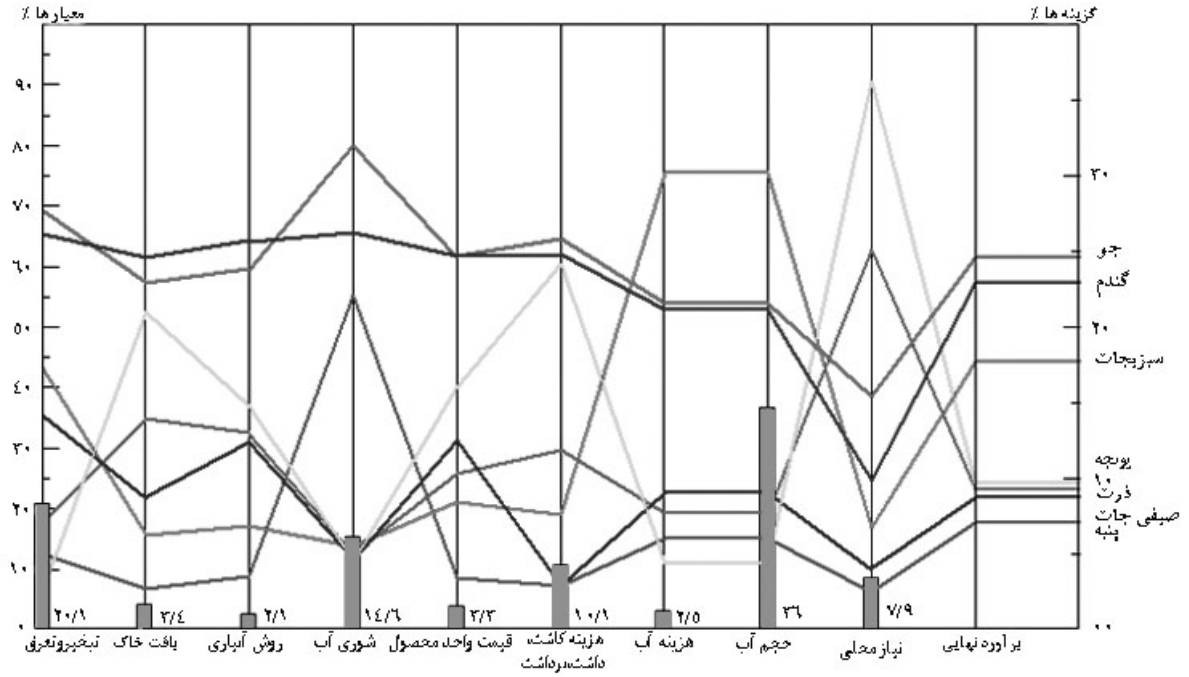
تعیین اوزان و رتبه بندی معیارها و گزینه ها با استفاده از مدل اکسپرت چویس و بر پایه پرسشنامه های تکمیل شده و اطلاعات برداشت شده از منطقه مورد مطالعه انجام گردید. با توجه به ضرایب رتبه بندی نتایج رتبه بندی معیارهای موثر بر نوع محصولات الگوی کشت و اولویت بندی محصولات الگوی کشت، حاصل از اجرای زیر مدل یک، در شکل (۲) آمده است. در این شکل معیارهای موثر بر نوع محصولات الگوی کشت (گزینه ها) روی محور افقی، وزن نهایی معیارها در تعیین الگوی کشت (که به صورت نمودار ستونی در شکل ارائه شده است) بر روی محور عمودی سمت چپ، و وزن نهایی گزینه ها بر روی محور عمودی سمت راست نمایش داده شده است. نتایج نشان می دهد که مدل AHP، اولویت محصولات الگوی کشت در منطقه را به ترتیب جو با وزن ۲۴/۶، گندم ۲۲/۹، سبزیجات ۱۷/۷، صیفی‌جات ۸/۸، یونجه ۹/۷، ذرت ۹/۳ و پنبه با ۷/۰ درصد تعیین می نماید. در این شکل همچنین وزن هر یک از معیارها در کشت هر محصول به صورت جداگانه نمایش داده شده است. با توجه به اینکه منطقه با کمبود آب مواجه می باشد؛ مدل نیز بیشترین وزن را به معیار حجم آب اختصاص داده است و وزن این معیار در گیاهانی که نیاز آبی کمتری دارند، بیشتر است. این بدان معناست که با توجه به کمبود آب، گیاهانی که نیاز آبی کمتری داشته و همچنین در برابر تنش آبی مقاوم ترند در اولویت کشت قرار می گیرند.

بررسی نتایج نشان می دهد که معیار حجم آب در تعیین الگوی کشت، با وزن ۳۶ درصد بیشترین وزن را به خود اختصاص می دهد. به علت ممنوعیت منطقه در برداشت بی رویه آب از سفره های زیرزمینی، حجم آب آبیاری موجود برای کشاورزی مقدار محدود و ثابتی است. همین طور حقابه سطحی این منطقه نیز که از سد ماملو توسط رودخانه جاجرود تامین می گردد، از محدودیت زیادی برخوردار می باشد. از اینرو میزان و حجم آب آبیاری در تعیین الگوی کشت منطقه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اولویت دوم در میان معیارها، تبخیر و تعرق با وزن۲۰/۱ درصد می باشد. با توجه به اینکه اقلیم منطقه مورد مطالعه گرم و خشک است، میزان تبخیر و تعرق نسبتا بالا بوده و در تعیین الگوی کشت منطقه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شوری آب آبیاری در تعیین الگوی کشت، دارای وزن ۱۴/۶ درصد می باشد. با توجه به اینکه شوری آب منطقه در حد متوسط است، محدودیت زیادی در کشت محصولات ایجاد نمی کند. هر چند باید در کشت گیاهان حساس به شوری دقت کافی به عمل آید. هزینه کاشت، داشت و برداشت محصول با وزن ۱۰/۱ درصد چهارمین معیار از نظر اهمیت در تعیین الگوی کشت در منطقه می باشد. هزینه های بالای ادوات کشاورزی و همچنین نیروی انسانی کشت بعضی محصولات را با محدودیت مواجه می کند. باید توجه نمود که امروزه قیمت نهاده های کشاورزی می تواند نقش تعیین کننده ای در اقتصاد کشاورزی داشته باشد و از اینرو گیاهانی که در طول فصل رشد، به کود بیشتری نیاز داشته و یا به آفات و بیماری ها حساسیت بیشتری نشان دهند، در رتبه بندی الگوی کشت از اولویت پایین تری برخوردار خواهند بود.

نیاز محلی منطقه به محصولات الگوی کشت با وزن ۷/۹ درصد در بین معیارها اولویت پنجم را داراست. با توجه به وجود دامداری های متعدد و نیاز منطقه به کشت محصولاتی از قبیل یونجه، ذرت و جو، این معیار از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بافت خاک با وزن ۳/۴ درصد ششمین معیار از نظر اهمیت در تعیین نوع محصولات الگوی کشت منطقه تعیین شده است. با توجه به اینکه بافت خاک منطقه تغییرات چندانی ندارد و از نوع، برای کشت محصولات منطقه مناسب می باشد، در کشت غالب گیاهان الگوی کشت محدودیتی ایجاد نمی نماید. تنها در منطقه A بافت خاک درشت و سنگدانه ای بوده که در سالهای اخیر، کشاورزان محلی با صرف هزینه های بالا به عملیات اصلاحی بر روی آن پرداخته اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- وزن معیارها و اولویت محصولات الگوی کشت

قیمت واحد محصول با وزن ۳/۳ درصد در بین معیارها اولویت هفتم را داراست. در منطقه مورد مطالعه محصولاتی که ارزش ریالی بالاتری دارند بیشتر کشت می گردند و این امر در بعضی موارد باعث تولید مازاد بر نیاز و افت قیمت می گردد. به عنوان مثال چنانچه یک محصول در یک سال قیمت بالایی داشته باشد، کشاورزان به کشت آن محصول اقبال بیشتری نشان داده که در نتیجه تولید، بیشتر از تقاضا شده و قیمت ها افت خواهد نمود. در این شرایط گاها افت قیمت تا به حدی است که کشاورزان متضرر گردیده و در سال بعد کشت این محصول خاص کم شده و دوباره افزایش قیمت بوقوع می پیوندد. در نتیجه کشت گیاهانی که ثبات قیمتی ندارند، در الگوی کشت اولویت پایین تری خواهند داشت. اولویت هشتم معیار ها، هزینه آب با وزن ۲/۵ درصد می باشد. به علت اینکه در منطقه ورامین هزینه آب نسبت به سایر نهاده های کشاورزی پایین تر است، به این معیار در اولویت بندی اهمیت کمتری داده شده است. حق النظاره های نظارت و بازرسی منابع آبی بخش کشاورزی، از سال ۱۳۸۴ حذف شده است. تنها هزینه استحصال آب از منابع زیر زمینی، شامل هزینه حفاری و نصب تجهیزات چاه می‌باشد. چون اکثر چاه های خرده مالکی و کشاورزی به صورت مشاع حفر می گردد، کشاورزان در این زمینه هزینه چندانی متحمل نمی شوند. از سوی دیگر، شرکت بهره برداری از شبکه آبیاری ورامین، به ازای هر متر مکعب آب سطحی، تنها ۶۵ ریال از کشاورزان دریافت می نماید که این هزینه نیز تاثیر چندانی بر نوع گیاهان الگوی کشت ندارد. معیار روش آبیاری با وزن ۲/۱ درصد در بین معیارها مورد نظر، آخرین اولویت را دارد. با توجه به اینکه روش های جدید آبیاری در منطقه چندان توسعه نیافته اند و بیشتر استفاده از روشهای آبیاری سنتی رایج دارد، این معیار اثر چندانی در تعیین الگوی کشت نشان نداده است.

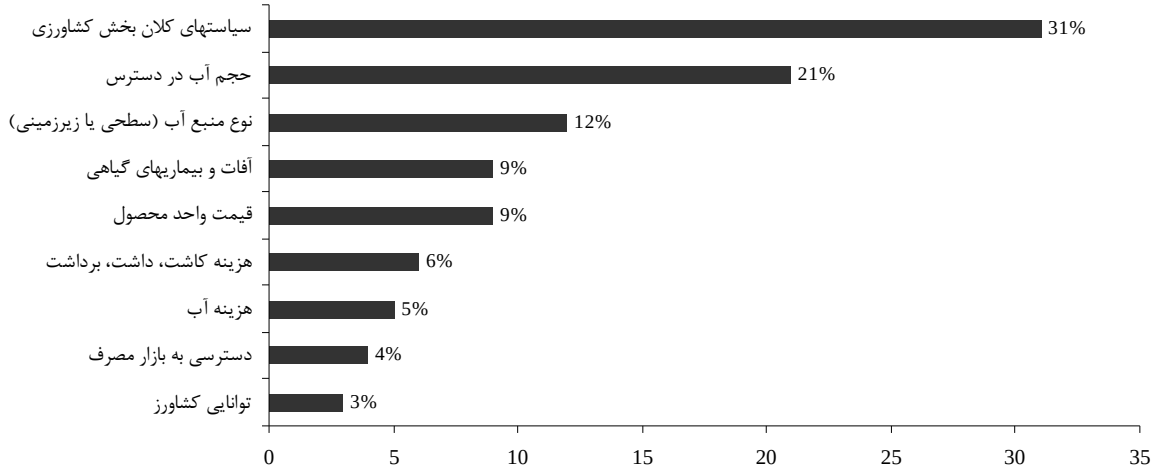
سطوح کشت بهینه محصولات

به منظور تعیین سطوح کشت بهینه محصولات الگوی کشت، از زیر مدل دوم استفاده گردید. این زیر مدل معیارهای موثر بر سطح زیرکشت محصولات را مورد ارزیابی قرار می دهد. همانطور که قبلا اشاره شد، تعداد ۹ معیار بدین منظور در نظر گرفته شد. میزان تاثیر و اولویت هر کدام از معیارها در شکل (۳) آمده است.

بر اساس نتایج بدست آمده، معیار سیاست‌گذاری اقتصادی کشاورزی در این منطقه با وزن ۳۱ درصد، در تعیین سطح زیرکشت در رتبه اول اهمیت قرار دارد. به علت کمبود آب در منطقه میزان آب با وزن ۲۱ درصد در تعیین سطح زیر کشت از اهمیت بالایی برخوردار است. نوع منبع تامین آب نیز با وزن ۱۲ درصد از این جهت اهمیت دارد که منابع آب سطحی شبکه، به عنوان یک منبع دایمی و قابل اطمینان در دسترس بهره برداران شبکه آبیاری نمی باشد. در مواقعی از سال، به دلایل مختلف از ورود آب سطحی به شبکه آبیاری جلوگیری می‌شود، که این خود تنش های جبران ناپذیری به گیاهان وارد می آورد. لکن منابع آب زیرزمینی در طول فصل زراعی میزان ثابت و نسبتا دائمی داشته و از اینرو کشاورزان با اطمینان خاطر بیشتری از این منابع استفاده می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- وزن معیارهای موثر بر تعیین سطح زیر کشت بهینه محصولات الگوی کشت(درصد)

وزن آفات و بیماریهای گیاهی در این مطالعه، دارای وزن ۹ درصد می باشد که برای بعضی از محصولات در صورت عدم مبارزه با آنها خسارات شدیدی به محصولات وارد می آورد. لذا محصولاتی که در این رابطه مقاومت بیشتری از خود نشان می دهند، سطح زیر کشت بیشتری به خود اختصاص می دهند. معیارهای قیمت واحد محصول، هزینه کاشت، داشت و برداشت و هزینه آب به ترتیب دارای وزن ۹، ۶ و ۵ درصد می باشند. معیار دسترسی به بازار مصرف با وزن ۴ درصد، به علت نزدیکی منطقه مورد مطالعه به کلان شهر تهران و همچنین وجود بازار مصرف محصولات در خود منطقه، در تعیین میزان سطح زیر کشت محصولات تاثیر چندانی ندارد. آخرین معیار در این زمینه توانایی کشاورز با وزن ۳ درصد می باشد. توانایی کشاورز نیز با مکانیزه تر شدن کشاورزی تاثیر کمتری در تعیین سطح زیر کشت دارد.

در جدول (۲) وزن بازه های مختلف سطح زیرکشت محصولات الگوی کشت (حد پایین و بالای سطح زیرکشت ممکن) توسط مدل AHP ارائه شده است. بررسی نتایج نشان می دهد که مدل برای محصولات گندم و جو، بازه کشت۳۰- ۲۰ درصد (با وزن ۲۱ درصد)، برای سبزیجات و ذرت بازه کشت۲۰- ۱۰ درصد (به ترتیب با وزن ۳۱ و ۲۳ درصد)، برای صیفی جات و یونجه بازه کشت۱۰- ۵ درصد (به ترتیب با وزن ۲۵ و ۲۹ درصد) و برای پنبه بازه کشت کمتر از ۵ درصد (با وزن ۲۷ درصد) را به عنوان محدوده کشت بهینه تعیین نموده است. در این جدول رتبه سایر بازه های سطح زیرکشت برای هر محصول نیز ارائه شده است. به عنوان مثال برای محصول گندم، بازه های ۲۰-۱۰ درصد، ۴۵-۳۰ درصد، ۱۰-۵، بزرگتر از ۴۵ درصد و کوچکتر از ۵ درصد، به ترتیب رتبه های دوم الی ششم را در بین پیشنهادات سطح زیرکشت این محصول در منطقه دارند.

ارزیابی نتایج مدل AHP

در جدول (۳)، رتبه محصولات در الگوی کشت پیشنهادی مدل AHP با رتبه محصولات در الگوی کشت رایج شبکه آبیاری مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول۲- وزن بازه های سطوح زیرکشت محصولات مختلف (٪)

محصولات	۵٪>	۱۰- ۵ ٪	۲۰- ۱۰ ٪	۳۰- ۲۰ ٪	۴۵- ۳۰ ٪	۴۵ ٪<
جو	۱۲	۱۶	۲۰	۲۱	۱۸	۱۳
گندم	۹	۱۲	۱۹	۲۱	۲۰	۱۹
سبزیجات	۱۸	۲۰	۳۱	۱۷	۹	۵
یونجه	۱۵	۲۹	۲۳	۱۶	۱۰	۸
ذرت	۱۷	۲۲	۲۶	۱۴	۱۱	۹
صیفی جات	۲۳	۲۵	۱۹	۱۳	۱۰	۱۰
پنبه	۲۷	۲۴	۲۴	۱۳	۸	۴

www.SID.ir

Archive of SID

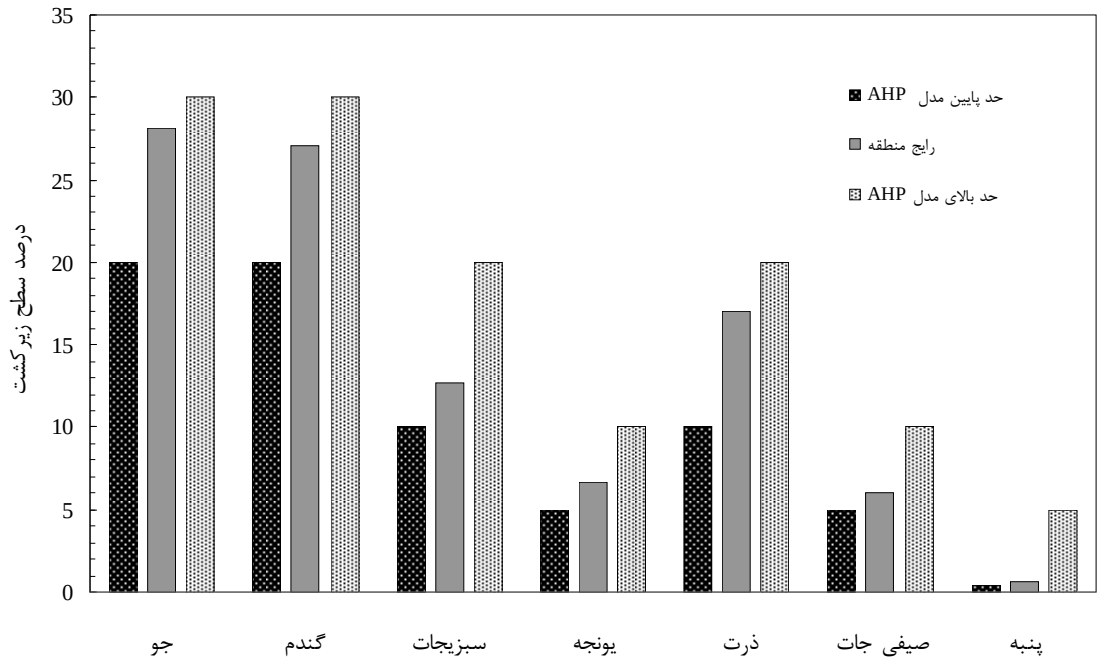
نتایج نشان می دهد که در مدل AHP، جو، گندم، سبزی جات، یونجه، ذرت، صیفی جات و پنبه بترتیب رتبه های ۱ الی ۷ محصولات الگوی کشت شبکه را دارا می باشند. این رتبه بندی در مورد الگوی کشت رایج شبکه آبیاری به صورت: جو (رتبه ۱)، گندم (رتبه ۲)، ذرت (رتبه ۳)، سبزی جات (رتبه ۴)، یونجه (رتبه ۵)، صیفی جات (رتبه ۶) و پنبه (رتبه ۷) می باشد.

بررسی نتایج نشان می دهد که مدل AHP رتبه اولویت کشت محصولات اصلی شبکه آبیاری (جو و گندم) که بیش از ۵۰ درصد سطح زیر کشت دشت را به خود اختصاص می دهند و کشت پاییزه منطقه را شامل می شوند، مطابق با رتبه های محصولات الگوی کشت رایج منطقه برآورد نموده است (رتبه یک برای جو و رتبه دو برای گندم). رتبه صیفی جات،۶ و رتبه پنبه، ۷، نیز در دو روش یکسان می باشد. تفاوت رتبه سایر محصولات (که جزو کشت دوم یا بهاره منطقه هستند) در دو روش، در مورد سبزی جات و یونجه یک رتبه، و در مورد ذرت دو رتبه تعیین گردید. بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که مدل AHP از قابلیت مطلوبی در تعیین رتبه محصولات الگوی کشت منطقه برخوردار است.

در شکل(۴) درصد سطح زیر کشت محصولات الگوی کشت حاصل از مدل AHP با رایج منطقه (الگوی کشت سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) مورد مقایسه قرار گرفته است. همانگونه که در شکل نیز مشاهده می شود در کلیه موارد، سطح زیر کشت محصولات الگوی کشت رایج شبکه آبیاری مابین حد پایین و بالای بازه سطح زیرکشت تعیین شده محصولات توسط مدل AHP می باشد. به عنوان مثال برای گیاه جو، سطح زیرکشت رایج ۲/ ۲۸ درصد می باشد. این در حالی است که حدپایین و بالای سطح زیرکشت این محصول در مدل AHP بترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد است. در مورد گیاه پنبه، سطح زیرکشت رایج منطقه معادل ۰/۶۲ درصد و حد پایین و بالای تعیین شده توسط مدل بترتیب صفر و ۵ درصد می باشد. در مورد محصولات جو، گندم و ذرت سطح زیرکشت رایج به حد بالای بازه سطح زیرکشت تعیین شده مدل نزدیکتر بوده و در مورد سایر محصولات به حد پایین بازه سطح زیرکشت مدل. نتایج بیانگر آن است که مدل توسعه یافته در این تحقیق، با دقّت مطلوبی محدوده سطح زیرکشت محصولات الگوی کشت شبکه آبیاری مورد مطالعه را نیز تعیین می نماید.

جدول ۳- مقایسه رتبه محصولات در الگوی کشت پیشنهادی مدل AHP و موجود شبکه آبیاری

محصول	جو	گندم	پنبه	ذرت	یونجه	صیفی جات	سبزیجات
مدل AHP	۱	۲	۷	۵	۴	۶	۳
رایج منطقه	۱	۲	۷	۳	۵	۶	۴



شکل ٤- مقایسه درصد سطح کشت محصولات مختلف حاصل از مدل AHP و رایج منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

در این تحقیق یک مدل برای تعیین الگوی کشت بهینه شبکه آبیاری دشت ورامین با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توسعه و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل AHP، اولویت محصولات الگوی کشت در منطقه را به ترتیب جو با وزن ۲۴/۶، گندم ۲۲/۹، سبزیجات ۱۷/۷، صیفی‌جات ۸/۸، یونجه ۹/۷، ذرت ۹/۳ و پنبه با ۷/۰ درصد تعیین می نماید. بررسی یافته های تحقیق نشان داد که در منطقه مورد مطالعه معیار حجم آب با وزن ۳۶درصد در تعیین الگوی کشت بیشترین اهمیت را دارد. پس از آن اهمیت عوامل موثر بر نوع محصولات الگوی کشت به ترتیب: میزان تبخیر و تعرق، شوری آب آبیاری، هزینه کاشت و داشت و برداشت محصول، میزان نیاز منطقه به محصول، بافت خاک، قیمت محصول، هزینه آب و روش آبیاری می باشد. سیاستهای کلان بخش کشاورزی و حجم آب قابل برنامه ریزی نیز به عنوان مهمترین پارامترهای موثر بر تعیین سطح زیرکشت محصولات الگوی کشت مشخص شدند. ارزیابی مدل توسعه یافته بیانگر آن است که مدل AHP قابلیت تعیین نوع و محدوده سطح زیرکشت هر یک از محصولات الگوی کشت شبکه آبیاری را با دقّت مطلوبی دارا می باشد. از اینرو این مدل می تواند به عنوان یک ابزار کاربردی در ارزیابی عوامل کمّی و کیفی موثر بر الگوی کشت و تعیین نوع و تراکم کشت بهینه محصولات مورد استفاده متولّیان شبکه های آبیاری قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایتهای دفتر تحقیقات شبکه های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان (در قالب طرح شماره KUI86023) تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- اسدپور ح.، خلیلیان ص. و پیکانی غ. ۱۳۸۴ . نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ویژه‌نامه بهره‌وری و کارایی. شماره ۳۰۹ . صفحات۳۳۸-۳۰۷.

۲- شعبانی م.ک. ۱۳۸۵. مدیریت بهینه در مصرف آب و الگوی کشت در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن با استفاده از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS). پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شیراز.

۳- گزارش مطالعات فنی طرح ورامین گرمسار. ۱۳۵۰ . مهندسین مشاور مهاب قدس.

4- Celik Y.B., Paksoy S. 1998. Changes in cropping patterns in the newly irrigated parts of the harran plain and comparisons with the planned cropping patterns. pp. 301.

5- Expert Choice. 2000. Expert Choice software and manual. Expert Choice Inc., 4922 Elsworth Ave.,Pittsburgh, PA 15213, USA.

6- Montazar A., Behbahani S.M. 2007. Development of an optimised irrigation system selection model using analytical hierarchy process. J. Biosystems Engineering. 97: 125-137.

7- Montazar A., Zadbagher E. 2010. An analytical hierarchy model for assessing global water productivity of irrigation networks in Iran. Water Resources Management (in press).

8- Okada H., Styles S.W., Grismer M.E. 2008. Application of the analytic hierarchy process to irrigation project improvement: Part II. How professionals evaluate an irrigation project for its improvement. Agricultural water management 95: 205 – 210.

9- Saaty T.L. 1980. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1119-1128

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۲۸-۱۱۱۹

Development of an Optimized Cropping Pattern Model Using Analytical Hierarchy Process

(Case Study: Varamin Irrigation Network)

A. Gaffari[1] – **A.A. Montazar**[2]* - **A. Rahimi Jamnani**[3]

Received: 30-1-2010
Accepted: 12-9-2010

Abstract

The present study was carried out for developing and evaluating of the optimization model of cropping pattern in irrigation networks using analytical hierarchy process (AHP). The model was programmed into two sub-models. The objective of the first sub-model was ranking of crop appropriately, and the objective of the second sub-model was ranking of cropping area of each crop. Ten criteria, affecting crop type suitability, and nine criteria, affecting cropping area, were analyzed. The weight of criteria was determined base on the field investigation and the results of 30 completed questionnaires by local irrigation expert and farmers. The proposed model was run and evaluated in Varamin irrigation network. The evaluations showed that water volume and evapotranspiration criteria are more important than others in the determination of crop suitability. Also, global decisions on agricultural sector and water availability are the most important parameters in selecting cropping area. The results indicated that the AHP model has determined the crop type and cropping area ranks with high accuracy. Hence, the model may be recommended as a practical tool in evaluation of quantitative and qualitative effective factors of cropping pattern and in determination of crop type and cropping area in irrigation networks.

Keywords: AHP, Cropping pattern, Optimization, Varamin irrigation network

1,2- MSc Student and Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Campus of Aburaihan, University of Tehran
(*-Corresponding Author Email: almontaz@ut.ac.ir)
3- Expert of Soil and Water Consulting Engineers of Tehran

www.SID.ir