وزارت کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی
کتابخانه

کم آبیاری

تهیه و تدوین:

مهندس علیرضا توکلی

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی دیم (مراغه، پ۱۱۹)

دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی
معاونت ترویج ـ ۱۳۷۹

بسم الله الرحمن الرحیم

مقدمه:

بشر از دیرباز با پی‌بردن به اهمیت نهاده‌های شناخته شده در بهبود و افزایش عملکرد (کمی و کیفی) محصولات، سعی بر آن داشته است که در حد امکان نیازهای گیاه را تأمین نماید. عملیات زراعی تامین کود و سم و مبارزه با آفات و امراض و تأمین آب مورد نیاز و ... از جمله این فعالیت‌ها بشمار می‌رود.

آب مهمترین و اساسی‌ترین عامل در کشاورزی است، تا زمانی که محدودیت آب بوجود نیامده بود و یا شدت آن به حد امروزی نبود، جدال بر سر صاحب آب و ایجاد تنش رطوبتی جایگاهی نداشت اما محدودیت منابع آب، تزاید جمعیت و تلاش در راستای حذف یا ترمیم کشاورزی کم بازده و همچنین تعالی و تکوین مهندسی کشاورزی نوین، سبب شده‌است تا ارزش نهاده‌های تولید و جایگاه تحقیقات بهینه‌سازی مصرف آب، ترقی و بهبود یابد. در رسیدن به هدف روشن راهبردی و بهره‌برداری پایدار از منابع آب، شاخص‌های چندی موثر هستند که از جمله آن تدوین الگوی بهینه کشت، الگوی مهار، تثبیت و استحصال آب و نیز تبیین الگوی مصرف بهینه آب در کشاورزی و متعاقباً صنعت و شرب می‌باشد.

از مجموع ۱۶ میلیون هکتار اراضی کشاورزی کشور، حدود ۵۶ درصد آن به کشت دیم (با آیش)، حدود ۳۷ درصد به کشت آبی(با آیش) و بقیه (۷ درصد) به باغات اختصاص دارد(۲).

از کل ۴۲۹ میلیارد مترمکعب آب ناشی از بارش متوسط سالیانه (از طریق بیلان منابع آب)، ۳۰۵ میلیارد مترمکعب آن (حدود ۷۱ درصد) از طریق تبخیر و تعرق به اتمسفر برمی‌گردد. از ۱۲۴ میلیارد مترمکعب باقیمانده، ۳۸ میلیارد مترمکعب به صورت تغذیه منابع زیرزمینی به درون زمین راه‌پیدا می‌کند و ۸۶ میلیارد مترمکعب آن را جریان سطحی تشکیل می‌دهد. کل جریان خالص ورودی به کشور برابر ۴ میلیارد مترمکعب (۹ میلیارد مترمکعب ورودی و ۵ میلیارد مترمکعب خروجی از کشور) است که به پتانسیل منابع آب کشور اضافه می‌شود، بنابراین کل پتانسیل منابع آب ایران ۱۲۸ میلیارد مترمکعب است که (۴ + ۸۶) ۹۰ میلیارد مترمکعب آن را جریان آبهای سطحی و ۳۸ میلیارد مترمکعب آن نیز آب‌های زیرزمینی است (۷).

از مجموع ۱۲۸ میلیارد مترمکعب پتانسیل آب کشور، حدود ۷۵ میلیارد مترمکعب به مصرف می‌رسد که حدود ۷۲/۵ میلیارد مترمکعب آن در بخش کشاورزی (۹۶/۶۶ درصد)، ۲ میلیارد مترمکعب برای مصارف شرب و خانگی (۲/۶۷ درصد) و ۰/۵ میلیارد مترمکعب (۰/۶۷ درصد) نیز در بخش صنعت بکار می‌رود(۷).

با توجه به سهم عظیم مصرف آب در کشاورزی و نیز پائین بودن راندمان مصرف آب، انتخاب و بکارگیری هر استراتژی در بهینه‌سازی مصرف آب، شایان توجه است. بهینه‌سازی مصرف آب کم مصرف‌کردن نیست بلکه، به موقع، به مقدار و به تعداد آبیاری کردن و منطبق بر اصول و راهبردهای مهندسی آبیاری بودن، ارزشمند و حائز اهمیت است. بطوری‌که در کشت آبی، استراتژی کم‌آبیاری و در کشت دیم، تکنیک آبیاری تکمیلی، ایده‌آل و مطلوب هستند(۲).

کم‌آبیاری یک تکنیک مدیریتی بشمار می‌رود که روی مجموعه "سیستم آبیاری، الگوی کشت، نوع خاک، هوا و اقلیم، ابعاد کیفی و کمی آب، مدیریت نیروی انسانی و ابعاد اقتصادی" تأثیرپذیری و تأثیرگذاری گوناگون دارد.

کم‌آبیاری به‌عنوان یک راهبرد عملی و تکنیکی فنی ـ اقتصادی در حصول و تکوین الگوی بهینه مصرف آب بشمار می‌رود.

کم‌آبیاری طریقتی است که حد مجاز کاهش عملکرد در اثر کاهش آب

مصرفی را نشان می‌دهد و بالاترین میزان درآمد خالص به ازاء واحد آب مصرفی را تبیین می‌کند و در کاهش هزینه‌های تولید موثر است و در بهبود کیفی محصول و افزایش نهایی تولید (درحالت عدم محدودیت زمین) نقش دارد. از هدررفتن آب و شستشوی خاک جلوگیری می‌نماید و بکارگیری صحیح آن منطبق بر اصول زیست ـ محیطی و همسو با اعتلای اهداف زیست ـ تمدنی می‌باشد(۲و۳).

کم‌آبیاری به شیوه‌ها و روشهای مختلفی قابل اجراء است که از جمله آن کم‌آبیاری با درصدی از کل آب مصرفی در آبیاری کامل، آبیاری یک در میان شیارها، آبیاری موجی و کابلی، کاهش رواناب پایاب، استفاده مجدد از رواناب، کاهش راندمان (سطح) کفایت آبیاری و .... می‌باشند. تحقیقات کم آبیاری بهترین روش برای تدوین الگوی توزیع و تحویل حجمی آب در شبکه و تعیین میزان برداشت سالم از منابع زیرزمینی و ... می‌باشند(۲و۳).

مدل بهینه‌سازی مصرف آب

در یک تحقیق کم‌آبیاری بر اساس سطوح مختلف آبیاری، تابع تولید و هزینه به شکل عمومی زیر بدست می‌آید:

$$Y(w) = a1 + b1 + c1 \times W^2$$

$$Y(w) = a2 + b2 \times W$$

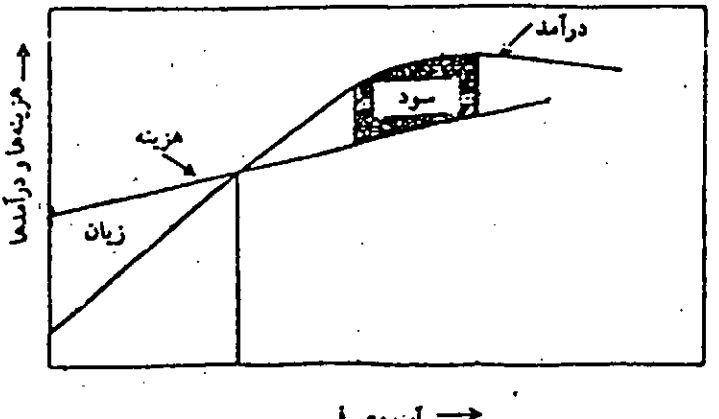
که در آن:

Y (w) = تابع تولید یا میزان عملکرد (Kg/ha)

C (w) = تابع هزینه (ریال در هکتار)

W = عمق آب مصرفی برحسب سانتی‌متر (در کل فصل زراعی)

a2, c1 , b1 , a1 و b2 ضرایب ثابتی هستند که برای هر شرایط محیطی خاص، با تحقیق محلی یا شبیه‌سازی بدست می‌آید. اگر قیمت محصول، Pc باشد، میزان در آمد ناخالص به صورت $B(w)=Pc \times Y(w)$ و میزان درآمد (سود) خالص به صورت $N.B(w) = Pc \times Y(w) - C(w)$ خواهدبود. اگر تابع درآمد ناخالص و هزینه در یک محور برحسب آب مصرفی ترسیم شوند. شکل عمومی زیر بدست می‌آید:



فاصله قائم بین درآمد و هزینه برابر سود خالص است و عملکرد ماکزیمم منتج به سود خالص ماکزیمم نمی‌شود. اگر بر اساس مدل بهینه سازی مصرف آب، شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی بدست آیند، شش سطح از عمق آب مصرفی به‌صورت زیر بدست می‌آید:

۱ـ عمق آب آبیاری کامل (Wm) که حداکثر میزان عملکرد در واحد سطح، تحت شرایط آبیاری کامل بدست می‌آید و همان عمقی است که توسط طراحان آبیاری و مهندسین مشاور بدست می‌آید و یا در کتب مرجع آبیاری بدان اشاره شده‌است و با این عمق، در صورتی که سایر عوامل و پارامترهای نهاده‌ای رشد، فراهم باشد حداکثر میزان عملکرد در واحد سطح بدست می‌آید(۲ و ۳).

۲ ـ عمق آب مصرفی در حالت محدودیت زمین (W1)، در شرایطی که محدودیت زمین وجودداشته باشد و امکان افزایش سطح زیرکشت نباشد، با اعمال کم‌آبیاری و کاهش هزینه‌های مربوط به آب، سود خالص ناشی از این عمق نسبت به آبیاری کامل بیشتر خواهدبود، یعنی حتی در شرایط عدم محدودیت نسبی آب، اعمال آبیاری کامل، منتج به حصول و کسب سود خالص حداکثر نخواهدشد (۲ و ۳).

۳ ـ عمق آب مصرفی در حالت محدودیت آب (Ww)، در شرایط که

محدودیت آب (با عوامل وابسته به آن مثل انرژی، پمپاژ و ...) وجود داشته باشد، با اعمال کم آبیاری، سود خالص بیشتری نسبت به آبیاری کامل بدست می‌آید، این شرایط برای بسیاری از مناطق ایران مانند مناطق غرب، شمال‌غرب، جنوب غرب، مرکزی و شمال‌شرقی صادق است (۲و۳).

۴ـ عمق معادل آبیاری کامل در حالت محدودیت زمین (We 1)، که سود خالص در واحد سطح با این عمق برابر با سود خالص در واحد سطح با عمق آب آبیاری کامل است و مفهوم آن این است که در یک سطح مشخص (مثلاً یک هکتار) بجای بکارگیری عمق آب آبیاری کامل (یامدت آن) با بکارگیری این عمق، سود خالص یکسانی را عاید می‌کند، اگرچه عملکردها، متفاوت هستند و علت آن کاهش هزینه‌های آب و آبیاری می‌باشد، ضمن اینکه در حالت کم‌آبیاری کیفیت برخی از محصولات، بهبود می‌یابد (۲ و ۳).

۵ ـ عمق معادل آبیاری کامل در حالت محدودیت آب (Wew)، که سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی با این عمق برابر با سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی با عمق آب آبیاری کامل است و مفهوم آن این است که، اگرچه این دو عمق، دارای عملکرد متفاوت هستند، اما میزان سود خالص به عمق آب مصرفی آنها، با هم برابر است (۲ و ۳).

۶ـ عمق آب مصرفی درحالت سربه سری (WK)، که سود خالص ناشی از این عمق برابر صفر است و یا به عبارتی دیگر میزان درآمد باهزینه برابر است و مفهوم آن این است که اگرچه در این حالت، عملکردی از سطح مزرعه بدست می‌آید، اما درآمد ناشی از این عملکرد با هزینه‌های تقبل شده کشت، برابر است(۲و۳).

با توجه با اهمیت زراعی (بهبود کیفیت محصول، کاهش و رس و خوابیدگی، افزایش تجمع قند، کاهش مسائل زهکشی و ...) و اقتصادی (کاهش نیروی کارگری، کاهش هزینه‌های آب و آبیاری، استفاده بیشتر از منابع و سرمایه‌های موجود در سطحی گسترده‌تر در حالت عدم محدودیت زمین و ....) کم‌آبیاری، بکارگیری آن در شرایط خاص هر منطقه، مستلزم انجام تحقیقات محلی یا شبیه‌سازی آن است.

در این بخش، سه نمونه از تحقیقات کم‌آبیاری بیان می‌شود و علاقمندان

برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع ذکر شده، مراجعه فرمایند (۲).

تحلیل کم‌آبیاری روی چغندرقند، مربوط به پایان نامه توکلی است و نتایج صحرایی محصولات گندم و جو مربوط به پایان‌نامه جانباز و شیخ حسینی است که توکلی، این داده‌ها را در مدل بهینه‌سازی مصرف آب، وارد نموده و شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی را بدست آورده‌اند (۱، ۶ و ۷).

خلاصه نتایج

جداول ۱ تا ۶ بیانگر نتایج کم‌آبیاری روی چغندرقند، گندم و جو است لازم به ذکر است که در خصوص گندم و جو، دو دور آبیاری ۷ روز و ۱۴ روزه بکاررفته بود که بر اساس نتایج، به دلیل اینکه، دور آبیاری ۷ روز بر ۱۴ روز تفوق و برتری داشته‌است، در این مجموعه، فقط آنالیز مربوط به دور آبیاری ۷ روز آمده‌است. مبنای محاسبه آب مصرفی چغندرقند، گزارش خواجه‌نوری و همکاران (۴) بوده و مبنای محاسبه آب مصرفی گندم و جو نیز کسر تبخیر و تعرق در دو آبیاری ۷ و ۱۴ روز بوده‌است (۶ و ۷).

جدول ۱ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی چغندرقند

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
W (cm)	Y kg/ha	Pol %	Sugar kg/ha	B/C -	_ (cm)	N.B ریال در هکتار	- (ha)	- ریال‌در هکتار	- -
۵۵/۲	۱۹۷۵۴	۱۷/۸۶	۳۱۳۳	۰/۷۷۷	-	ضرر	-	-	ضرر
۶۷/۵۳	۲۷۳۹۶	۱۷/۵۳	۴۲۴۱	۱	-	۰	-	-	WK
۸۵/۲۵	۳۶۹۳۶	۱۷/۴	۵۵۳۴	۱/۲۲	۹۰/۱۸	۸۷۹۶۶۹	۱/۰۵	۱۸۲۵۰۰۶	Wew
۱۱۵/۷۶	۴۹۳۷۲	۱۶/۴۹	۶۹۵۶	۱/۴۲	۵۹/۹۲	۱۸۱۲۷۲۷	۰/۵۱۸	۲۷۵۱۷۳۴	Wel
۱۳۸/۶۸	۵۵۳۹۵	۱۵/۹۹	۷۳۷۳	۱/۴۷۴	۳۷	۲۰۷۶۵۳۴	۰/۲۶۷	۲۶۳۰۵۵۶	Ww
۱۶۵/۱	۵۸۸۰۳	۱۵/۴۲	۷۳۵۰	۱/۴۱	۱۰/۵۸	۱۹۶۶۱۳۷	۰/۰۶	۲۰۸۴۱۰۵	Wl
۱۷۵/۶۸	۵۹۱۰۶	۱۵/۱۹	۷۱۹۸	۱/۳۷	۰	۱۸۱۲۹۴۹	-	۱۸۱۲۴۹۴	Wm

۱ ـ عمق آب مصرفی ۲ ـ عملکرد ۳ ـ عیار قند ۴ ـ قندقابل استحصال ۵ ـ نسبت درآمدبه هزینه

۶ ـ میزان آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری کامل ۷ ـ سودخالص‌در واحدسطح ۸ ـ میزان امکان افزایش سطح زیرکشت ۹ ـ کل درآمد خالص با امکان افزایش سطح زیرکشت در مقایسه با آبیاری کامل ۱۰ ـ توضیحات

جدول ۲ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی چغندرقند

کاربرد آب		درآمد(سود)خالص		افزایش درآمد با بهینه‌سازی در حالت محدودیت:	
مصرفی	میزان کاهش	نسبت‌به واحدسطح	نسبت‌به‌واحد آب مصرفی	زمین	آب
(cm)	٪	ریال در هکتار	ریال بر مترمکعب	٪	٪
۱۷۵/۶۸	-	۱۸۱۲۴۹۴	۱۰۳۱۷	-	-
۱۶۵/۱	۶	۱۹۶۶۱۳۷	۱۱۹۰۹	-	۸/۵
۱۳۸/۶۸	۲۱	۲۰۷۶۵۳۴	۱۴۹۴۷	۴۵	-
۱۱۵/۷۶	۳۴	۱۸۱۲۷۳۷	۱۵۶۵۹	-	۵۲
۸۵/۲۵	۵۱	۸۷۹۶۶۹	۱۰۳۱۵	-	-
۶۷/۵	۶۲	۰	-	-	-

جدول ۳ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی گندم

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
W (cm)	Y kg/ha	B/C -	- (cm)	N.B ریال در هکتار	- (ha)	- ریال در هکتار	- -
۵	۲۰۰۷	۰/۷۳۷	-	ضرر	-	-	ضرر
۸/۲۷	۲۷۷۹	۱	-	۰	-	-	WK
۱۴	۳۹۷۵	۱/۳۸	۳۲/۳	۲۹۳۵۷۱	۲/۳۰۷	۹۷۰۸۳۹	Wew
۲۵/۴۴	۵۷۹۰	۱/۸۶۷	۲۰/۸۶	۷۲۶۲۵۶	۰/۸۲	۱۳۲۱۷۶۳	Ww
۴۰/۱	۶۹۷۱	۲/۰۶۷	۶/۲	۹۷۱۸۲۶	۰/۱۵۵	۱۱۲۲۰۸۳	Wel
۴۳/۲	۸۰۵۷	۲/۰۲۷	۳/۱۱	۹۷۹۲۹۶	۰/۰۷	۱۰۵۰۱۳۴	WI
۴۶/۳	۷۰۸۶	۲/۰۳	۰	۹۷۱۸۷۶	-	۹۷۱۸۷۶	Wm
۵۰	۷۰۴۵	۱/۹۸	-	۹۷۲۳۶۳		۹۴۲۳۶۳	

۱ ـ عمق آب مصرفی ۲ ـ عملکرد ۳ ـ نسبت درآمد به هزینه

۴ ـ میزان آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری کامل ۵ ـ سودخالص در واحد سطح

۶ ـ میزان امکان افزایش سطح زیرکشت ۷ ـ کل درآمد خالص با امکان افزایش سطح زیرکشت در مقایسه با آبیاری کامل ۸ ـ توضیحات

جدول ۴ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی گندم

	کاربرد آب		درآمد(سود)خالص		افزایش درآمد با بهینه‌سازی در حالت‌محدودیت:	
	مصرفی	میزان کاهش	نسبت‌به واحدسطح	نسبت‌به‌واحد آب مصرفی	زمین	آب
	(cm)	٪	ریال در هکتار	ریال بر مترمکعب	٪	٪
Wm	۴۶/۳	-	۹۷۱۸۷۶	۲۰۹۹۱	-	-
W1	۴۳/۲	۶/۷	۹۷۹۵۹۶	۲۲۶۷۵	۰/۸	-
Wel	۴۰/۱	۱۳/۴	۹۷۱۸۲۶	۲۴۲۳۵	-	-
Ww	۲۵/۴۴	۴۵	۷۲۶۲۵۶	۲۸۵۴۸	-	۳۶
Wew	۱۴	۶۹/۷	۲۹۳۵۷۱	۲۰۹۹۹	-	-
Wk	۸/۳	۸۲	۰	۰	-	-

جدول ۵ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی جو

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
W (cm)	Y kg/ha	B/C -	- (cm)	N.B ریال در هکتار	- (ha)	- ریال در هکتار	- -
۷	۲۹۳۷	۰/۸۸۷	-	ضرر	-	-	ضرر
۸/۴۵	۳۳۴۲	۱	-	۰	-	-	WK
۱۳/۸۴	۴۶۷۷	۱/۳۵	۲۱/۹	۲۷۳۱۹۸	۱/۵۹	۷۰۷۵۸۳	Wew
۲۲/۲۴	۶۱۷۰	۱/۶۹	۱۳/۴۴	۵۶۷۲۰۶	۰/۶۰۶	۹۱۱۲۵۳	Ww
۳۱/۳	۶۹۸۵	۱/۸۱	۶/۴۳	۷۰۵۳۷۰	۰/۱۴۲	۸۰۵۰۲۳	Wel
۳۳/۵۲	۷۰۵۹	۱/۸۱	۲/۲۱	۷۱۰۸۳۱	۰/۰۶۶	۷۵۴۰۶	WI
۳۵/۷۳	۷۰۸۴	۱/۷۹۴	۰	۷۰۵۳۸۲	-	۷۰۵۴۰۶	Wm
۴۰	۶۹۹۲	۱/۷۳	-	۶۶۳۳۹۲		۶۶۳۳۹۲	-

۱ ـ عمق آب مصرفی ۲ ـ عملکرد ۳ ـ نسبت درآمد به هزینه

۴ ـ میزان آب صرفه‌جویی شده نسبت به آبیاری کامل ۵ ـ سودخالص در واحد سطح

۶ ـ میزان امکان افزایش سطح زیرکشت ۷ ـ کل درآمد خالص با امکان افزایش سطح زیرکشت در مقایسه با آبیاری کامل ۸ ـ توضیحات

جدول ۶ ـ آنالیز شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی جو

	کاربرد آب		درآمد(سود)خالص		افزایش درآمد با بهینه‌سازی در حالت محدودیت:	
	میزان مصرفی کاهش		نسبت به واحدسطح	نسبت به‌واحد آب مصرفی	زمین	آب
	(cm)	٪	ریال در هکتار	ریال بر مترمکعب	٪	٪
Wm	۳۵/۷۳	-	۷۰۵۳۸۲	۱۹۷۴۲	-	-
W 1	۳۳/۵۲	۶/۲	۷۱۰۸۳۱	۲۱۲۰۶	۰/۸	-
Wel	۳۱/۳	۱۲/۴	۷۰۵۳۷۰	۲۲۵۳۶	-	-
Ww	۲۲/۲۴	۳۸	۵۶۷۲۰۶	۲۵۵۰۴	-	۲۹/۲
Wew	۱۳/۸۴	۶۱	۲۷۳۱۹۸	۱۹۷۳۹	-	-
Wk	۸/۴۵	۷۶	۰	۰	-	-

چغندرقند (جداول ۱ و ۲)

۱ ـ ستون دوم جدول یک، میزان عملکرد ریشه چغندرقند را بر حسب مقادیر مختلف آب مصرفی نشان می‌دهد که در ابتدا یک روند افزایشی دارد، سپس این روند کند شده و پس از رسیدن به مقداری حداکثر، حالت نزولی پیدا می‌کند. حداکثر عملکرد در واحد سطح که با اعمال کم‌آبیاری بدست می‌آید، برابر ۵۹/۱ تن در هکتار است که از مصرف ۱۷۵۶۸ مترمکعب آب بدست آمده است.

۲ ـ با توجه به ستون سوم، میزان عیار قند با افزایش مقادیر آب مصرفی، روندی نزولی دارد، یعنی هرچقدر میزان آب مصرفی زیادتر می‌شود. اگرچه عملکرد افزایش می‌یابد، اما میزان عیار قند کاهش می‌یابد که متعاقباً باعث کاهش قیمت محصول نیز می‌شود.

۳ ـ میزان قند قابل استحصال، نیز همانند عملکرد، با افزایش مقدار آب مصرفی در ابتدا روند افزایشی دارد و پس از رسیدن به مقداری حداکثر، روند آن نزولی می‌شود و مشخص است که حداکثر قند قابل استحصال، از حداکثر عملکرد ناشی نمی‌شود.

۴ـ نسبت درآمد به هزینه (B/C) که در ستون پنجم آمده، بیانگر این است که مصرف کمتر از ۶۷۵۳ مترمکعب آب، اگرچه عملکردی کمتر از ۲۷ تن را به همراه دارد، اما دارای توجیه‌پذیری اقتصادی نمی‌باشد و دیگر اینکه حداکثر نسبت درآمد به هزینه، نه تنها مربوط به عمق آب آبیاری کامل نیست، بلکه از عمقی کمتر از آن بدست می‌آید.

۵ـ ستون ششم، بیانگر سود خالص در واحد سطح است و اینکه بازهم، حداکثر مقدار این پارامتر، با آبیاری کامل اتفاق نمی‌افتد.

و بدین ترتیب و با ملاحظه جدول ۲، در تحلیل کم‌آبیاری چغندرقند، نتیجه‌گیری می‌شود که ۳۴ درصد کاهش آب مصرفی، نسبت به آبیاری کامل، بالاترین میزان درآمد خالص به ازاء واحد آب مصرفی را به همراه دارد و علاوه بر آن منجر به کسب بیشترین میزان درآمد خالص درحالت امکان افزایش سطح زیرکشت با آب صرفه‌جوئی شده، نیز می‌شود. این عمق، بنام عمق معادل آبیاری کامل درحالت محدودیت زمین نامیده می‌شود و برابر ۱۱۵/۷ سانتی‌متر یا ۱۱۵۷۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. این عمق، تنها ۱۶ درصد کاهش عملکرد در واحد سطح را به همراه دارد.

گندم (جداول ۳ و ۴)

۱ـ ستون دوم جدول سه، میزان عملکرد دانه گندم را بر حسب مقادیر مختلف آب مصرفی نشان می‌دهد که در ابتدا یک روند افزایشی دارد، سپس این روند کند شده و پس از رسیدن به مقداری حداکثر، حالت نزولی پیدا می‌کند. حداکثر عملکرد در واحد سطح که با اعمال کم‌آبیاری بدست می‌آید، برابر ۷۰۸۶ کیلوگرم در هکتار است که از مصرف ۴۶۳۰ مترمکعب آب بدست آمده است.

۲ـ نسبت درآمد به هزینه (B/C) که در ستون سوم آمده، بیانگر این است که مصرف کمتر از ۸۲۷ مترمکعب آب، اگرچه عملکردی کمتر از ۲۷۷۹ کیلوگرم را به همراه دارد، اما دارای توجیه‌پذیری اقتصادی نمی‌باشد و دیگر این که حداکثر نسبت درآمد به هزینه، نه تنها مربوط به عمق آب آبیاری کامل

نیست، بلکه از عمقی کمتر از آن بدست می‌آید.

۳ ـ ستون چهارم، بیانگر سود خالص در واحد سطح و اینکه باز هم، حداکثر مقدار این پارامتر، با آبیاری کامل اتفاق نمی‌افتد. و بدین ترتیب و با ملاحظه جدول ۴، در تحلیل کم‌آب‌یاری گندم، نتیجه‌گیری می‌شود که ۴۵ درصد کاهش آب مصرفی، نسبت به آب‌یاری کامل، بالاترین میزان درآمد خالص به ازاء واحد آب مصرفی را به همراه دارد و علاوه بر آن در حالت محدودیت آب، میزان درآمد نسبت به آبیاری کامل، ۳۶ درصد بیشتر است.

جو (جداول ۵ و ۶)

۱ ـ ستون دوم جدول پنج، میزان عملکرد دانه جو را بر حسب مقادیر مختلف آب مصرفی نشان می‌دهد که در ابتدا یک روند افزایشی دارد، سپس این روند کند شده و پس از رسیدن به مقداری حداکثر، حالت نزولی پیدا می‌کند. حداکثر عملکرد در واحد سطح که با اعمال کم‌آبیاری بدست می‌آید، برابر ۷۰۸۴ کیلوگرم در هکتار است که از مصرف ۳۵۷۳ مترمکعب آب بدست آمده‌است.

۲ ـ نسبت درآمد به هزینه (B/C) که در ستون سوم آمده، بیانگر این است که مصرف کمتر از ۸۴۵ مترمکعب آب، اگرچه عملکردی کمتر از ۳۳۴۲ کیلوگرم را به همراه دارد، اما دارای توجیه‌پذیری اقتصادی نمی‌باشد و دیگر اینکه حداکثر نسبت درآمد به هزینه، نه تنها مربوط به عمق آب آبیاری کامل نیست، بلکه از عمقی کمتر از آن بدست می‌آید.

۳ ـ ستون چهارم، بیانگر سود خالص در واحد سطح است و اینکه باز هم، حداکثر مقدار این پارامتر، با آبیاری کامل اتفاق نمی‌افتد.

و بدین ترتیب و با ملاحظه جدول ۶، در تحلیل کم آبیاری گندم، نتیجه‌گیری می‌شود که ۳۸ درصد کاهش آب مصرفی، نسبت به آبیاری کامل، بالاترین میزان درآمد خالص به ازاء واحد آب مصرفی را به همراه دارد و علاوه بر آن در حالت محدودیت آب، میزان درآمد نسبت به آبیاری کامل، ۲۹/۲ درصد بیشتر است.

پیشنهادات

ـ اعمال کم آبیاری به میزان ۳۰ـ۲۰ درصد برای بیشتر محصولات کشاورزی که تحت ضوابط آبیاری کامل طراحی و بدین شیوه آبیاری می‌شوند، بدون اینکه هیچگونه مشکل زراعی، اقتصادی یا فنی پیش آید، توصیه می‌گردد. البته منطقی و معقول است که برخی عوامل و مسائل جانبی همچون شوری آب یا خاک، واریته محصول ، نوع خاک، وجود یا عدم وجود محدودیت آب، زمین، هر دو یا هیچکدام و ... را نیز مدنظر قرارداد.

ـ با توجه به نسبت در آمد به هزینه (B/C)، برای چغندرقند، گندم و جو، عملکردی را اشاره شد که دارای توجیه‌پذیری اقتصادی نمی‌باشد. این حدود، برای وقتی است که هزینه‌های پیش‌بینی شده در این تحقیق، تحقق پیداکند یعنی اگر هزینه‌هایی کمتر از این مدنظر باشد، مطمئناً عملکردهایی کمتر از این نیز دارای توجیه‌پذیری اقتصادی خواهدشد. بعنوان مثال، حد، عملکرد کمتر از ۲۷ تن در هکتار برای چغندرقند، فقط برای قالب این تحقیق، صادق می‌باشد و برای اینکه از نظر اشاعه و ترویج این ایده، راه روشن و عملی ذکر شده باشد، پیشنهاد اول، می‌تواند مبنای هرگونه طراحی و اجراء قرارگیرد. البته ریسک‌پذیری و محدودیت‌ها نیز بایستی همواره ملحوظ شود.

تشکر و سپاسگزاری

با توجه به اینکه داده‌ها و اطلاعات صحرایی "آب مصرفی ـ عملکرد" مربوط به گندم و جو از پایان نامه کارشناسی ارشد آقایان مهندس مهرداد شیخ حسینی و حمیدرضا جانباز (۷۶) به راهنمایی جناب آقای دکتر حسین‌فرداد می‌باشد صمیمانه از آنها تقدیر و تشکر می‌نمایم. همچنین از مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به دلیل ارائه و راهنمایی، چاپ و انتشار این نشریه تشکر نموده و امیدوارم مورد استفاده محققین، مروجین، کارشناسان و دانشجویان قرارگیرد.

منابع و مأخذ

۱ ـ توکلی علیرضا، حسین فرداد، ۱۳۷۵ بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول چغندرقند و تعیین تابع تولید، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

۲ ـ توکلی علیرضا، آبیاری تکمیلی و کم‌آبیاری (منتشر نشده)

۳ ـ توکلی علیرضا، حسین فرداد، ۱۳۷۸. ارزیابی اقتصادی کم آبیاری روی محصول چغندرقند جهت بهینه‌سازی مصرف آب، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳.

۴ ـ خواجه نوری علی، سالار افصح محلاتی، علی اصغر فرشی. ۱۳۷۱، گزارش نهایی تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندرقند در کرج با استفاده از لیسیمتر و فرمول‌های تجربی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، وزارت کشاورزی، نشریه شماره ۸۴۴.

۵ ـ خیرابی، جمشید، علیرضا توکلی، محمدرضا انتصاری و علیرضا سلامت، ۱۳۷۵، دستورالعمل‌های کم آبیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۶ ـ جانبان، حمیدرضا، حسین فرداد، ۱۳۷۵، مطالعه اثرتنش آبی و دور آبیاری بر عملکرد محصول گندم در منطقه کرج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

۷ ـ شیخ حسینی، مهرداد، حسین‌فرداد، ۱۳۷۵، مطالعه اثر تنش‌آبی و دور آبیاری بر عملکرد محصول جو در منطقه کرج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

8 - Ghassemi. F, A.J.Jackeman and H.A.Nix,1995, Salinisation of Land and Water Resources, Hu man Causes, extent, management and case studies, chapter 7: IRAN, center for Resource and Enviromental studies, The Australian National University, Canberra, ACT, 0200, AUSTRALIA.