Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 3, Autumn 2020 (205-220)
DOI: 10.22059/ijfcs.2019.280903.654610

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۹ (ص ۲۲۰-۲۰۵)

ارزیابی مناطق مستعد کشت گندم آبی از نظر هزینه‌های اقتصادی و کاهش مصرف آب در شهرستان-های استان آذربایجان‌غربی

یعقوب حبیب‌زاده[۱]، علیرضا عیوضی[۱] و سکینه عبدی*[۲]

۱- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، ۲- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر دانشگا تبریز.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/٦/۲٤)

چکیده

به‌منظور بررسی مناطق مستعد کشت گندم آبی استان آذربایجان‌غربی با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، عملکرد و مقدار آب مصرفی و قابل صرفه‌جویی در سامانه‌های مختلف آبیاری (سنتی و مدرن)، آزمایشی در سال ۱۳۹٦ در قالب طرح آشیانه‌ای انجام شد. از ۱۷ شهرستان استان و در هر شهرستان بسته به اقلیم، از سه روستا و در هر روستا به صورت تصادفی، از سه زارع، پرسشنامه تکمیل و نمونه‌برداری لازم انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده از هر مزرعه شامل هزینه تولید، درآمد محصول، سود خالص، آب مصرفی به روش آبیاری سنتی و مدرن، آب صرفه جویی شده با آبیاری مدرن، عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب به روش آبیاری سنتی و مدرن بود. نتایج نشان داد که شهرستان نقده در بین شهرستان‌های استان، بالاترین مقدار سود خالص (٦٤/٥٦ میلیون ریال در هکتار) و عملکرد محصول (٤٩٨٦/٦٧ کیلوگرم در هکتار) را داشت و شهرستان چایپاره، بیشترین کارآیی مصرف آب به روش مدرن (۲/۲ کیلوگرم بر متر مکعب) و از طرفی کمترین مقدار آب مصرفی به روش سنتی و مدرن در استفاده از ارقام مقاوم به خشکی گندم را نشان داد. همچنین افزایش ۱۰٦ تا ۱۵۲ درصدی شاخص کارآیی مصرف آب، به‌ترتیب در شهرستان‌های ماکو و نقده در آبیاری مدرن نسبت به آبیاری سنتی مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد با توجه به کم بودن منابع آب موجود در منطقه، به‌جای افزایش سطح زیرکشت که سبب افزایش مصرف آب می‌شود، بهتر است از میزان آن کاست و بخش بیشتری از منابع آب موجود را به محیط زیست و به-خصوص دریاچه ارومیه اختصاص داد و از طرفی، استفاده از آبیاری مدرن و کشت گندم‌های مقاوم به کم‌آبی در زمینه افزایش کارآیی مصرف آب کارگشا باشد؛ همچنین شهرستان‌های نقده و چایپاره، به عنوان مناطق مستعد برای کشت گندم آبی در این استان بودند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سنتی، آبیاری مدرن، کارآیی مصرف آب، عملکرد، هزینه تولید..

Evaluation of relevant areas of wheat cultivation with priority of reduction in water use in West Azerbaijan Province

Yagoob Habibzadeh[1], Ali Reza Evazi[1], Sakineh Abdi[2*]
1. Agricultural Research Center of West Azarbaijan Province, 2.Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz.
(Received:May 12, 2019 - Accepted: September 15, 2019)

ABSTRACT

In order to identify the relevant areas of wheat cultivation in the West Azarbayjan province, considering the economic costs, yield and water use efficiency (WUE) in various irrigation systems (such as traditional and modern methods), 17 counties (depending on the climatic conditions), 3 villages per county and fields of three farmers per village were visited, and the prepared questionnaires were completed and samples were taken in 2017. The measured traits from each field were included cost of production, production and net incomes, used water in traditional and modern irrigations, yield and water use efficiency in traditional and modern irrigation. The results showed that among the counties of the province, Naghadeh had the highest net income (64.56 million Rials/ ha) and yield (4986.67 kg/ ha) and Chaypareh had the highest water use efficiency in modern system of irrigation (2.2 kg/ m^3) and the least amount of water used in both irrigation systems (traditional and modern) was shown in resistant cultivars of wheat. An increase of 106% to 152% of water use efficiency index was observed in Maku and Naghadeh in modern irrigation compared to traditional irrigation. Due to the lack of available water resources in the province, it seems that it is better to reducin area of cultivation and provide more of the available water resources to environment, especially Urmia Lake, instead of increasing the cultivation area. The relevant areas of wheat cultivation in the West Azarbayjan province were Naghadeh and Chaypareh cities.

Keywords: Production costs, modern irrigation, traditional irrigation, yield, water use efficiency.

* Corresponding author E-mail: s.abdi@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم (*Tritcum aestivum* L.) به عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی بشر و مهم‌ترین محصول زراعی و ماده غذایی در کشور ما، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از حدود ۱۱ میلیون هکتار سطح محصولات سالانه برداشت شده در ایران در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵، حدود ۷/۶۵ میلیون هکتار، معادل ۶۹/۵۵ درصد به غلات اختصاص داشته است. محصول گندم با ۷۱/۱ درصد، عمده‌ترین محصول غله کشور است و مساحت زیر کشت گندم در استان آذربایجان‌غربی، ۳۶۱۹۹۰ هکتار است که از این سطح، ۹۳۹۵۰ هکتار آن به کشت آبی اختصاص دارد و سهم استان آذربایجان‌غربی از کل تولید گندم کشور، ۳/۲ درصد می‌باشد (Ebadzadeh *et al*., 2017). همچنین، عمده‌ترین محصول وارد شده به کشور نیز گندم است که این امر، نشان‌دهنده اهمیت این محصول است (Layani *et al*., 2016). با توجه به مصرف و تقاضای زیاد این محصول در جهان، تغییر در میزان تولید آن می‌تواند در بازار جهانی اثر گذارد و قیمت آن را تحت تاثیر قرار دهد. طبق گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد، تولید کل غلات جهان، حدود ۲/۵۸۷ میلیارد تن بوده است که حدود۷۲۲ میلیون تن از آن به گندم اختصاص داشته است و از نظر سطح زیر کشت نیز گندم در درجه اول اهمیت قرار دارد (FAO, 2018). برآورد هزینه‌های تولید به تفکیک نهاده، درآمد و قیمت تمام شده این محصول می‌تواند برای سیاستگذاران در اتخاذ سیاست‌های مناسب موثر باشد. برآورد درآمد یک محصول خاص، موضوع مورد علاقه جهانی است (Shao *et al*., 2001) و مقوله‌های مهمی مانند فقر، امنیت غذایی و گرسنگی، رشد و توسعه اقتصادی، عدالت اقتصادی و غیره از جمله مسائلی هستند که ارتباط تنگاتنگی با بحث درآمد دارند. مدیریت کارای منابع کشاورزی، به‌میزان زیادی به توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی مربوط می‌شود (Shao *et al*., 2001) و در این رهگذر، بحث هزینه‌های تولید از جمله مسائل مهم است.

شرایط خاص اقلیمی ایران که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، واقعیت انکارناپذیر آن است، هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب کشور کرده است. در همین راستا می‌توان گفت که آب آبیاری، مهم‌ترین نهاده تولید کشاورزی است. تنها در صورت بهینه‌سازی و افزایش کارآیی مصرف آب در بخش کشاورزی، می‌توان به استفاده بهینه از آب دست یافت. کارآیی یا بهره‌وری آب، به مقدار ماده خشک گیاهی تولید شده به ازای هر مترمکعب آب آبیاری مصرف شده، گفته می‌شود. برای افزایش کارآیی مصرف آب، به مجموعه‌ای از یک سامانه کارآمد زراعی، شامل مهار آب، انتقال آب تا مزرعه، توزیع یکنواخت و صحیح آب در مزرعه، اتخاذ روش صحیح آبیاری، عملیات کاشت و داشت صحیح، رعایت دقیق مسائل به‌زراعی و به‌نژادی نیاز است (Heydari Pour *et al*., 2014). Abbasi *et al* (2017b) متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری محاسبه شده با روش Dorenbos & Pruitt (۱۹۷۷) را برای محصولات مهمی مانند گوجه‌فرنگی (۷۲)، پسته (۵/۶۹)، مرکبات (۴/۶۵)، باغ‌ها (۹/۶۳)، ذرت علوفه‌ای (۱/۵۹)، چغندرقند (۸/۵۸)، یونجه (۸/۵۸)، برنج (۵/۵۶)، سویا (۴/۵۴)، ذرت دانه‌ای (۶/۵۳)، سیب-زمینی (۷/۵۲)، نیشکر (۹/۵۱)، گندم(۸/۵۱) ، کنجد (۶/۵۰)، پنبه (۳/۴۵)، جو (۲/۳۷) و حبوبات(۹/۳۳)، به درصد عنوان محاسبه کردند. به‌دلیل محدودیت منابع آب، از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی، فقط ۷/۸ میلیون هکتار به صورت فاریاب کشت می‌شود؛ از طرف دیگر، از ۸۹ میلیارد مترمکعب آب استحصال شده، حدود ۸۳ میلیارد مترمکعب آن به بخش کشاورزی اختصاص دارد. میزان کنونی تولیدات کشاورزی فاریاب در کشور، بیش از ۶۸ میلیون تن است؛ یعنی به ازای هر مترمکعب آب مصرف شده، تقریبا ۰/۸ کیلوگرم محصول تولید می-شود که در مقایسه با کشورهای پیشرفته (۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب)، رقم پایینی است که با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

رشد جمعیت، میزان تولید محصولات آبی در افق سال ۱۴۰۰ باید به حداقل ۱۸۶ میلیون تن برسد. برای رسیدن به این مهم باید مدیریت آب، به‌ویژه مدیریت توزیع و مصرف آن در مزرعه بهبود یابد. از آن گذشته، باید به نوع گیاهی که کشت می‌شود نیز توجه داشت. به‌عنوان یک عمل منطقی، همواره توصیه می‌شود که محصولاتی کاشته شوند که بهره‌وری آب در آن‌ها بیشتر است؛ بنابراین باید متوسط بهره‌وری آب به یک تا دو کیلوگرم در مترمکعب افزایش یابد (Abbasi *et al*., 2017a).

میزان مصرف آب در گیاهان مختلف متفاوت است و در یک گیاه نیز این میزان، تابع شرایط اقلیمی، بافت خاک، نوع سیستم تأمین و توزیع آب می‌باشد، به‌عبارت دیگر، میزان مصرف آب در گندم، علاوه بر این‌که در شهرستان‌های مختلف دارای مقادیر متفاوتی است، در یک شهرستان نیز این مقادیر مصرف در طول دوره رشد و نوع سیستم آبیاری، تغییرات زیادی دارد. با توجه به استراتژیک بودن گندم و این‌که مهم‌ترین محصول زراعی کشور است و نقش بارزی در تأمین تغذیه مردم دارد، اگر با توجه به نیازمندی‌های آبی این محصول، بتوان مناطق مساعد کشت آن را شناسایی نمود و محدودیت‌ها یا توانمندی‌هایی که اقلیم در محیط ایجاد کرده است را شناسایی کرد، عملا می‌توان به عملکرد بیشتری در واحد سطح دست یافت که خود سبب بهبود شرایط اقتصاد کشاورزی و سطح درآمد کشور خواهد شد. بنابراین در این مطالعه تلاش شد تا سامانه‌های آبیاری مختلف (سنتی و مدرن) در تولید گندم در این منطقه و همچنین استفاده از ارقام مقاوم به خشکی گندم (پیشگام و میهن) از لحاظ میزان مصرف آب مورد بررسی و مقایسه قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

استان آذربایجان‌غربی، در محدوده جغرافیایی ۴۴ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه عرض شمالی، در شمال‌غرب ایران واقع شده‌است و با وسعت ۳۷۴۱۱/۴ کیلومترمربع، ۲/۲۵ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. شمالی‌ترین و غربی‌ترین نقطه جغرافیایی ایران، شهرستان ماکو است. وجود کوه‌های مرتفع و قرار گرفتن آن‌ها در مسیر انواع جریان‌های آب و هوایی و نیز دریاچه ارومیه در شرق، باعث تنوع آب و هوایی در استان شده است. دمای استان در قسمت‌های مختلف متفاوت است و بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی، از نیمه خشک بسیار سرد در شمال غرب و جنوب شرق تا بسیار مرطوب سرد در جنوب غرب (سردشت) استان متغیر می‌باشد.

جهت جمع آوری اطلاعات، ۱۷ شهرستان (اشنویه، خوی، پیرانشهر، تکاب، پلدشت، چالدران، چایپاره، سردشت، سلماس، شاهین‌دژ، شوط، ماکو، مهاباد، میاندوآب، نقده و ارومیه) انتخاب شدند و در هر شهرستان بسته به اقلیم، به سه روستا مراجعه شد و از هر روستا، سه زارع به صورت تصادفی انتخاب شدند و پرسشنامه تهیه شده از قبل، تکمیل شدند و نمونه‌برداری لازم انجام شد. برای تعیین هزینه‌های تولید، هزینه‌های تهیه زمین (شخم، دیسک و لولر)، کاشت (هزینه خرید بذر و هزینه کشت با ردیف‌کار)، داشت (مبارزه با علف‌های هرز و کوددهی)، برداشت (هزینه کمباین) و هم‌چنین هزینه اجاره یکسال زمین در نظر گرفته شد. برای تعیین درآمد یک هکتار گندم، عملکرد محصول گندم در هکتار به قیمت دانه به اضافه کاه گندم ضرب شد. سود خالص در هر هکتار، از تفریق هزینه تولید از درآمد محصول به‌دست آمد. مقدار آب مصرفی سنتی در هر هکتار، بسته به منابع تامین آب در مناطق مختلف استان، از طریق کنتور آب (موتور پمپ از چاه) و پارشال فلوم (از آب‌های جاری) اندازه‌گیری شد. عملکرد گندم با خود اظهاری زارعین و تکمیل فرم‌های تنظیم شده، تعیین شد. کارآیی مصرف آب از تقسیم مقدار محصول تولید شده بر مقدار آب مصرفی در هکتار تعیین شد. آب مصرفی توسط ارقام مقاوم به خشکی (پیشگام و میهن)، با کاهش یک‌بار آبیاری که ۲۰ درصد از آب مصرفی را کاهش داد، تعیین شد (Golinedjad & Eivazi,

www.SID.ir

Archive of SID

2019).

برای آنالیز داده‌ها از طرح آشیانه‌ای با سه سطح شهرستان (کل ۱۷ شهرستان استان)، سه روستا در هر شهرستان و سه زارع در هر روستا استفاده شد (Yazdi Samadi *et al*., 2006). تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. برای رسم شکل‌ها، از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که بین سطوح شهرستان‌های استان، روستاهای هر شهرستان و کشاورزان هر روستا از نظر هزینه تولید، درآمد محصول، سود خالص، آب مصرفی به روش آبیاری سنتی و مدرن، آب صرفه‌جویی شده با آبیاری مدرن، عملکرد محصول، کارآیی مصرف آب به روش آبیاری سنتی و مدرن، آب مصرفی ارقام مقاوم به خشکی، کل آب صرفه‌جویی شده با آبیاری مدرن و ارقام مقاوم (به استثنای درآمد و سود خالص محصول در بین شهرستان‌های استان)، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت.

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در گندم

Table 1. Variance analysis (mean of squares) of measured traits in wheat

Source of variation	DF	Cost of Production	Production income	Net income	Used water in traditional irrigation	Used water in modern irrigation	Saved water in modern irrigation	Yield	Water use efficiency in traditional irrigation	Water use efficiency in modern irrigation	Used water with drought resistant cultivars	Total saved water in modern irrigation with drought resistant cultivars
Counties in province	16	50.09*	311.7*	417.81*	6756252.5*	2249470**	2339574*	1909040*	0.20**	1.41*	4650766**	3738115**
Villages in counties	34	10.24**	86.29**	66.76**	469559.42**	28306**	311049**	938522**	0.02**	0.23**	326700**	436648**
Farmers in villages	102	0.66**	1.24**	3.08**	58988.26**	8777**	8460**	7503**	0.01**	0.01**	44084**	9493**

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

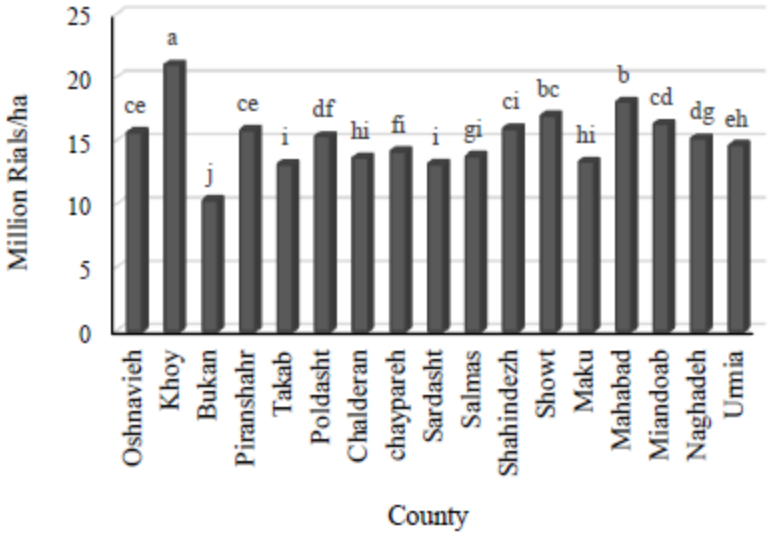
*, ** and ns: Significant at the 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

شهرستان خوی (شکل ۱)، بیش‌ترین هزینه تولید گندم (۲۱/۰۲ میلیون ریال در هکتار) را داشت و شهرستان‌های مهاباد و شوط، به‌ترتیب بعد از خوی در رده بعدی قرار گرفتند. در بین شهرستان‌های استان، کم‌ترین مقدار هزینه صرف شده برای تولید گندم آبی در شهرستان بوکان با مقدار ۱۰/۳۲ میلیون ریال در هکتار بود؛ این مقدار، ۵۰/۹۰ درصد کمتر از مقدار هزینه صرف شده برای تولید گندم در شهرستان خوی بود (شکل ۱). بیش‌ترین درآمد محصول از شهرستان-های نقده و ارومیه، به‌ترتیب با ۷۹/۷۹ و ۷۵/۱۱ میلیون ریال در هکتار مشاهده شد و بعد از این دو شهرستان، به‌ترتیب شاهیندژ، سردشت، خوی، تکاب، چایپاره و مهاباد در رده‌های بعدی قرار گرفتند. شهرستان شوط نیز کم‌ترین مقدار درآمد را برای محصول گندم داشت (شکل ۲). طی پژوهشی در ترکیه، درآمد خالص در حالت بدون تنش، هزینه تولید و درآمد خالص برای شرایط کم‌آبی، به‌ترتیب ۳۹/۱، ۱۴/۲۱ و ۲۴/۸۹ میلیون لیر ترکیه در هکتار و نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید، ۲/۷۵ و برای شرایط آبیاری تکمیلی به‌ترتیب ۷۰/۳۸، ۲۳/۸۶ و ۴۶/۵۲ میلیون لیر در هکتار و نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید ۲/۹۵ گزارش شد که نشان‌دهنده افزایش سود خالص به میزان ۸۷ درصد نسبت به شرایط کم‌آبی است (Oweis *et al*., 2001). گزینش روش آبیاری از سوی کشاورزان، در پی تصمیم آن‌ها به افزایش تولید محصول و کارایی است. بخشی از این تصمیم‌ها، در راستای کاهش هزینه‌های زراعی است که به علت سهم عمده هزینه آب در مجموع هزینه‌های زراعی

www.SID.ir

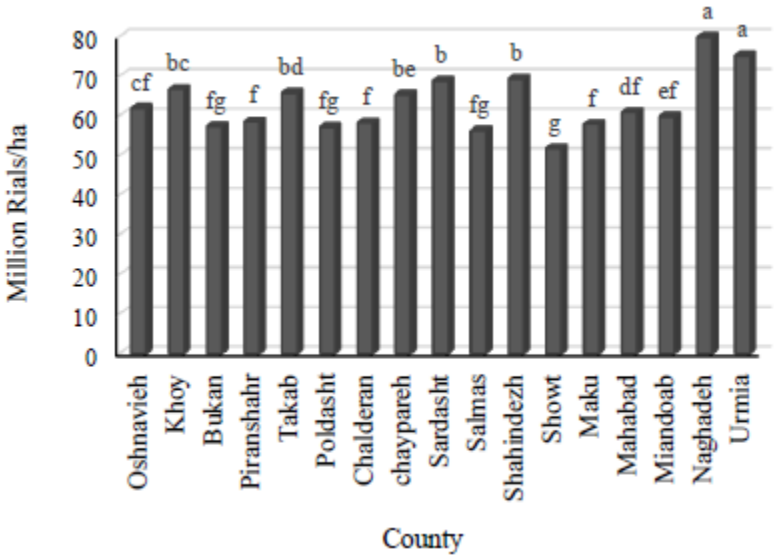
Archive of SID

تولید محصول بوده است؛ به‌طوری‌که طبق برآورد انجام شده، سهم نهاده آب از کل هزینه‌های متغییر زراعی تولید گندم، ۳۳ درصد بوده است (Caswell & Zilberman, 1986).



شکل ۱- مقایسه میانگین هزینه تولید گندم در شهرستان‌های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 1. Mean comparison of production cost in West Azerbaijan counties.



شکل ۲- مقایسه میانگین درآمد محصول گندم در شهرستان‌های استان آذربایجان‌غربی.

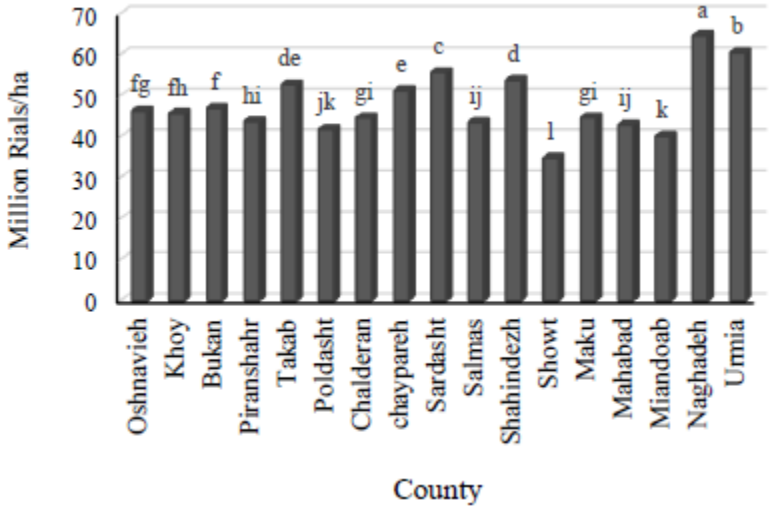
Figure 2. Mean comparison of production income in West Azerbaijan counties.

بیش‌ترین مقدار سود خالص حاصل از گندم (شکل ۳) را شهرستان نقده داشت و ارومیه بعد از این شهرستان قرار گرفت. کم‌ترین مقدار سود خالص نیز از شهرستان شوط، با ۴۶/۲۸ درصد کاهش نسبت به سود خالص کشت گندم در شهرستان نقده حاصل شد. بررسی ضرایب همبستگی صفات (جدول ۲) نشان داد که سود خالص محصول، رابطه منفی معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) با آب مصرفی داشت. Namara *et al* (2010) بهبود مدیریت آب کشاورزی را در جهت کاهش فقر، ضروری دانسته‌اند. آن‌ها معتقدند که مدیریت آب کشاورزی، باعث بهبود بهره‌وری و تولید، تثبیت درآمد و تشویق به استفاده از نهاده‌های با بازده بیشتر می‌شود. در مطالعات انجام شده پیشین (Varma & Namara, 2006; Panahi *et al*., 2013; Taherabadi,

www.SID.ir

Archive of SID

2013)، فقدان نظام مالی و اعتباری برای پرداخت وام به کشاورزان از سوی دولت و نبود بنیه مالی قوی کشاورزان، از مهم‌ترین موانع و محدودیت‌های به‌کارگیری مدیریت بهینه منابع آب در نظام کشاورزی ذکر شده‌اند.



شکل ۳- مقایسه میانگین سود خالص محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 3. Mean comparison of net income in West Azerbaijan counties.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گندم

Table 2. Correlation coefficients among traits of wheat

	Cost of Production	Production income	Net income	Used water in traditional irrigation	Used water in modern irrigation	Saved water in modern irrigation	Yield	Water use efficiency in traditional irrigation	Water use efficiency in modern irrigation	Used water with drought resistant cultivars	Total saved water in modern irrigation with drought resistant cultivars
Cost of Production	1										
Production income	0.17^{ns}	1									
Net income	-0.09 ^{ns}	-0.93**	1								
Used water in traditional irrigation	0.17**	-0.12 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	1							
Used water in modern irrigation	0.13 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.21**	0.81**	1						
Saved water in modern irrigation	0.16*	-0.06 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.86**	0.50**	1					
Yield	0.18*	0.97**	0.96**	-0.08 ^{ns}	-0.17**	-0.01 ^{ns}	1				
Water use efficiency in traditional irrigation	-0.02 ^{ns}	0.72**	0.74**	-0.73**	-0.70**	-0.54**	0.72**	1			
Water use efficiency in modern irrigation	-0.06 ^{ns}	0.54**	0.52**	-0.74**	-0.47**	-0.84**	0.49**	0.81**	1		
Used water with drought resistant cultivars	0.17*	-0.12 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	0.99**	0.81**	0.86**	-0.08 ^{ns}	-0.73**	-0.74**	1	
Total saved water in modern irrigation with drought resistant cultivars	0.17*	-0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.90**	0.59**	0.99**	-0.03 ^{ns}	-0.59**	-0.84**	0.90**	1

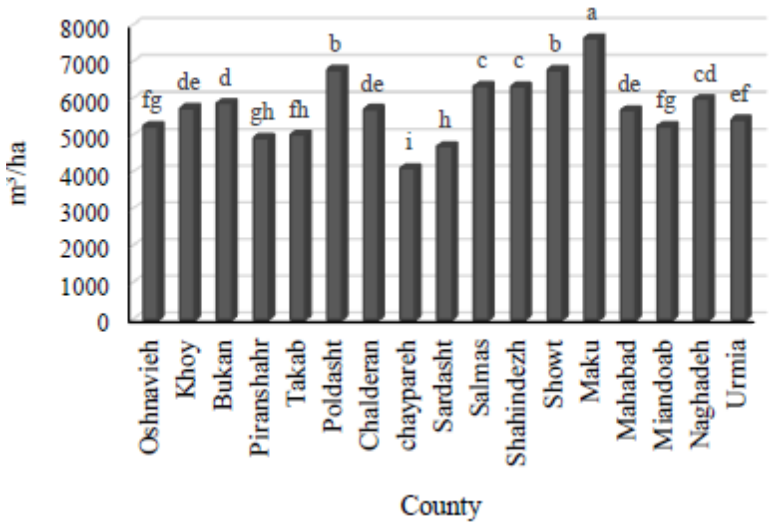
*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: Significant at the 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

اصول علم آبیاری در جهت بهینه‌سازی مصرف آب می‌باشند و درواقع مصرف بهینه آب، همان کاربرد عملی علم آبیاری در عرصه کشاورزی است. استفاده از راه‌کارهای مدیریتی به‌منظور افزایش شاخص کارآیی مصرف آب در مزارع کشاورزی، یکی از گزینه‌های عملی برای مقابله با کم‌آبی است، به طوری که در تحقیق حاضر، آب مصرفی در روش آبیاری سنتی در شهرستان ماکو با مقدار ۷۶۳۸/۸ مترمکعب در هکتار، بیش‌ترین بود و میزان آب مصرفی در روش کشت سنتی گندم آبی شهرستان‌های شوط و پلدشت کمتر از شهرستان ماکو بود و چاپیاره کم‌ترین میزان آب مصرفی (۴۱۱۱/۱۱ مترمکعب در هکتار) را داشت (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین آب مصرفی به روش سنتی در محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

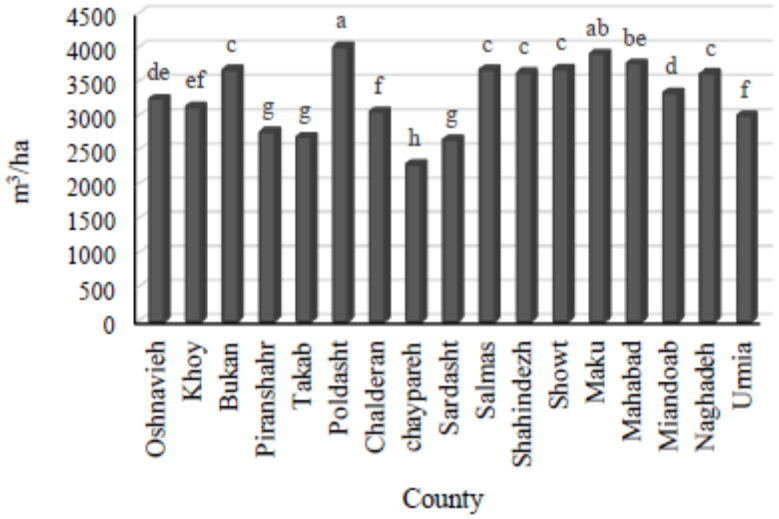
Figure 4. Mean comparison of used water in traditional irrigation in West Azerbaijan counties.

مطالعه انجام شده در پنج مزرعه گندم شهرستان همدان که از سامانه آبیاری سنتی استفاده می‌کردند، میانگین عملکرد را ۵۸۸۷ کیلوگرم در هکتار و حجم آب مصرفی را ۵۰۰۷ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری مصرف آب را ۱/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام نمودند (Ghasemi Nejad Raeini *et al*., 2012). همچنین در تحقیق دیگری، اثرات سه سامانه آبیاری بارانی، قطره‌ای (تیپ) و جویچه‌ای بر چندین رقم گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادکه تفاوت بین ارقام از نظر عملکرد معنی‌دار نبود. مقدار بهره‌وری مصرف آب آبیاری در روش آبیاری تیپ، بارانی و جویچه‌ای (بدون در نظر گرفتن بارندگی مؤثر)، به‌ترتیب ۱/۶، ۱/۱ و ۰/۶۹ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی بود (Ghadami Firouzabadi *et al*., 2017). در روش مدرن آبیاری گندم در تحقیق حاضر، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آب مصرفی به‌ترتیب به شهرستان پلدشت (۴۰۰۳/۳۳ مترمکعب در هکتار) و چاپیاره (۲۲۸۸/۸۹ مترمکعب در هکتار) تعلق داشت که میزان آب مصرفی پلدشت و ماکو، اختلاف معنی-داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۵). آب صرفه‌جویی شده در روش مدرن آبیاری گندم نسبت به روش سنتی در شهرستان ماکو، بیش‌ترین مقدار (۳۷۳۳/۳۳ مترمکعب در هکتار) را داشت (شکل ۶) که حاکی از هدررفت آب و مصرف بسیار بالای آب در روش سنتی برای کشت گندم در این شهرستان بود. از طرفی، کم-ترین مقدار صرفه‌جویی آب نیز در شهرستان چاپیاره بود؛ در این شهرستان، آب مصرفی در آبیاری مدرن و سنتی گندم نیز در مقایسه با دیگر شهرستان‌های استان، کم‌ترین مقدار را داشت، اما به‌طورکلی در تمام شهرستان‌های استان، مقادیر آب مصرف شده در آبیاری مدرن، به‌طور معنی‌داری نسبت به آبیاری سنتی کمتر بود (شکل ۴، شکل ۵). با توجه به مصرف

www.SID.ir

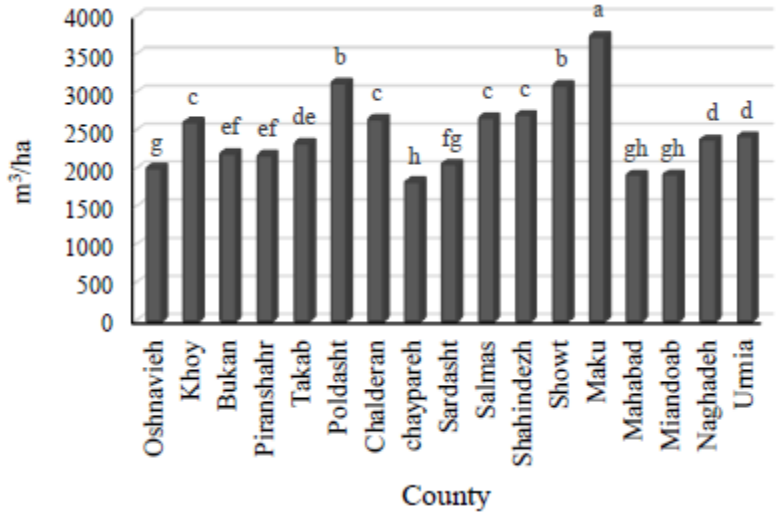
Archive of SID

بیش از حد انرژی در کشور و همچنین کاهش منابع آبی، تنها راه برای گذر از بحران کم‌آبی، صرفه‌جویی یا همان بهینه‌سازی مصرف آب است که مناسب‌ترین و منطقی‌ترین راه‌حل برای گذر از بحران‌های موجود از جمله دوران‌های کم‌آبی به‌نظر می‌رسد. صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از روش‌های نوین برای آبیاری مانند قطره‌ای، بارانی، کوزه‌ای، تراوا زیرزمینی، تانکر و ... می‌تواند در دوران کم‌آبی بسیار موثر باشد. برای مدیریت و صرفه‌جویی مصرف آب در شبکه باید زمان و مقدار آب مورد نیاز هر مزرعه مشخص شود. اگر بتوان مقدار آب مصرفی هر مزرعه را اعلام نمود، زارعین در مصرف و توزیع آب در مزرعه دقت بیشتری می‌نمایند و از تلفات آب به مقدار قابل‌توجهی کاسته خواهد شد.



شکل ۵- مقایسه میانگین داده‌های آب مصرفی به روش مدرن در محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

.Figure 5. Mean comparison of used water in modern irrigation in county of West Azerbaijan



۶- مقایسه میانگین داده‌های آب صرفه جویی شده در روش مدرن در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی

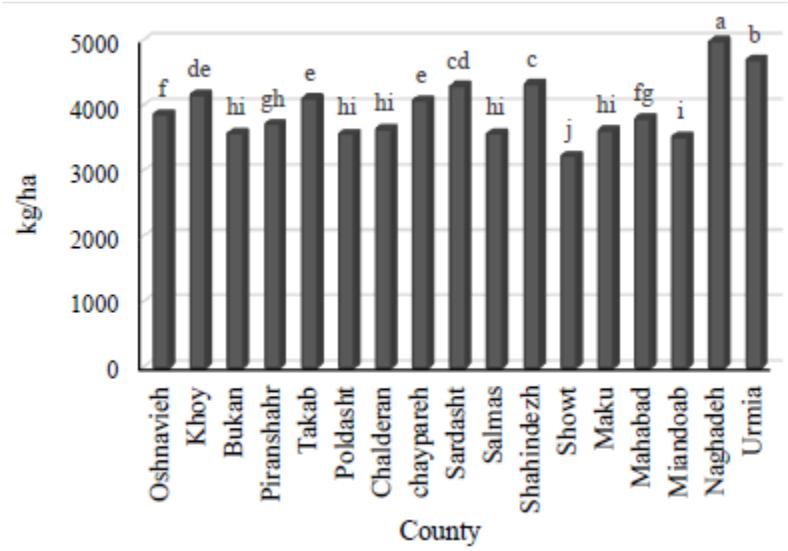
Figure 6. Mean comparison of saved water in modern irrigation in county of West Azerbaijan.

با توجه به تأکید سیاستگذاران آب کشور بر صرفه‌جوئی و استفاده بهینه از این نهاده با ارزش در بخش کشاورزی (به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب در کشور)، به نظر می‌رسد که اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری، یکی از عملی‌ترین راه‌کارهای موجود در این زمینه باشد. در تحقیقی که توسط Jackson *et al.* (2010) ، روی دو سامانه آبیاری غرقابی و سنترپیوت انجام شد، نتایج نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزینی سامانه آبیاری مدرن به جای آبیاری سنتی، منجر به کاهش کاربرد آب به میزان ۱۰ تا ۱۶ درصد شد. عملکرد محصول گندم در شهرستان نقده با مقدار ۴۹۸۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد (شکل ۷) و شهرستان ارومیه با عملکرد ۴۶۹۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار در بین شهرستان‌های استان، در رده دوم قرار گرفت. شهرستان شوط با ۳۵/۲۲ درصد کاهش نسبت به شهرستان نقده، کمترین مقدار را داشت. مقدار عملکرد محصول این گیاه در شهرستان‌های بوکان، پیرانشهر، پلدشت، چالدران، سلماس، ماکو و میاندوآب، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه میانگین داده‌های عملکرد محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 7. Mean comparison of wheat yield in West Azerbaijan counties.

Mahmoudan *et al.* (2017) عنوان کردند که عملکرد گندم در سامانه زراعی مدرن، بیشتر از سامانه‌های زراعی سنتی بود، در حالی‌که کیفیت پایین‌تری از دیدگاه عوامل محیطی (اقلیمی، توپوگرافی و خاک) نسبت به سامانه‌های زراعی رایج داشت. در واقع زارعین پیشرفته، با مدیریتی قوی که خود نشأت گرفته از دانش تخصص کشاورزی است و تا حدی با مصرف نهاده بیش‌تر (آب و کود)، توانستند با وجود شرایط محیطی نامناسب‌تر از مزارع رایج، به عملکردیبالاتر و با اختلافی چشم‌گیر دست یابند. شاید افزایش عملکرد در مزارع پیشرفته، با توجه به پتانسیل محیطی این مزارع، چندان میسر نباشد و یا حداقل به‌راحتی میسر نباشد، اما قطعا در مزارع رایج، با بهینه نمودن عملیات زراعی و تصمیمات مدیریتی می‌توان به عملکرد اقتصادی مطلوبی رسید (Mahmoudan *et al.*, 2017). در پژوهش حاضر مشخص شد که شهرستان نقده، بیشترین عملکرد، درآمد و سود خالص را داشت. همچنین بررسی ضریب همبستگی صفات، حاکی از رابطه مثبت معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) عملکرد محصول با درآمد محصول و سود خالص از آن و کارایی مصرف آب در روش مدرن آبیاری داشت (جدول ۲). Michaley (2002) گزارش کرد که سطوح مختلف تخلیه آب در آبیاری گندم و جو، بر عملکرد آن‌ها مؤثر است؛ به‌طوری‌که بالاترین عملکرد در تیماری با ۳۵ درصد تخلیه رطوبتی مشاهده شد و این برای مناطقی مانند حوضه رودخانه کلرادو که قیمت آب ارزان است، مقرون به صرفه می‌باشد و این تیمار حدود دو میلیون دلار نسبت به تیمار ۵۰ درصد، افزایش درآمد داشته است.

راندمان‌های آبیاری، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان تامین، تخصیص و

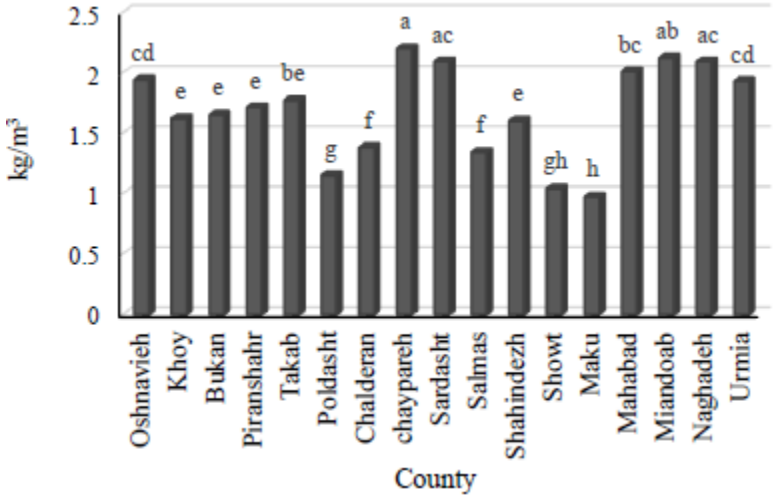
www.SID.ir

Archive of SID

مصرف اصولی آب در بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی به شمار می‌رود. کارایی مصرف آب روش سنتی (شکل ۸) در شهرستان‌های چایپاره، سردشت، ارومیه، نقده و تکاب، بدون اختلاف معنی‌دار آماری، بیش‌ترین مقدار بود، در حالی‌که در روش مدرن آبیاری (شکل ۹)، این مقدار برای شهرستان‌های چایپاره، میاندوآب، نقده و سردشت بیش‌ترین بود و شهرستان میاندوآب به لحاظ میزان عملکرد نسبت به شهرستان‌های مختلف استان، غیر از شهرستان شوط، مقدار عملکرد کمتری را داشت، ولی به لحاظ آب مصرفی، جزو شهرستان‌هایی با کم‌ترین مقدار آب مصرفی در روش مدرن آبیاری بود.

شکل ۸- مقایسه میانگین کارآیی مصرف آب به روش سنتی در محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 8. Mean comparison of water use efficiency in traditional irrigation in West Azerbaijan counties.



شکل ۹- مقایسه میانگین کارآیی مصرف آب به روش مدرن در محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 9. Mean comparison of water use efficiency in modern irrigation in West Azerbaijan counties

در روش مدرن آبیاری، کم‌ترین کارآیی مصرف آب نیز به شهرستان‌های ماکو و شوط، بدون اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر تعلق داشت (شکل ۹). از جمله دستاوردهای این پژوهش، افزایش ۱۰۶ تا ۱۵۲ درصدی شاخص کارآیی مصرف آب در شهرستان‌های ماکو و نقده در آبیاری مدرن نسبت به روش سنتی آبیاری بود که گامی عملی در جهت افزایش درآمد کشاورز، کمک به تداوم فعالیت‌های کشاورزی در

www.SID.ir

Archive of SID

روستاها، کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی (بویژه آب) و در نهایت کمک به پایداری تولید محصولات کشاورزی در شرایط خشکسالی و کم‌آبی‌های اخیر محسوب می‌شود. تحقیقات Liu *et al*. (2004) نشان دادند که در کم‌آبیاری، میزان ذخیره رطوبتی خاک بسیار موثر است، به‌طوری‌که کمبود رطوبت در گندم، سبب کاهش رشد اندام‌های هوایی و فتوسنتز می‌شود. با آگاهی از رابطه عملکرد محصول و مصرف آب در شرایط کم‌آبی، می‌توان شرایط بهبود کارآیی مصرف آب را فراهم نمود ؛به بیان دیگر، بهبود کارایی مصرف آب، تولید بیشتر به ازای هر واحد آب مصرفی می‌باشد و اجرای تکنیک‌های کم‌آبیاری ،راه‌کاری جهت نیل به این مقصود می‌باشد. تعیین کارآیی مصرف آب، مورد توجه محققین زیادی قرار داشته است. بسیاری از آن‌ها، میزان کارآیی مصرف آب را برای گندم بین یک تا ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب خالص مصرفی گزارش نموده‌اند. با توجه به شاخص کاربرد آب، استفاده از آبیاری بارانی، سبب صرفه‌جویی ۶۰ درصدی در مصرف آب نسبت به سامانه آبیاری سطحی می‌شود (Liu *et al*., 2004). بررسی کارآیی مصرف آب گندم در طی سال‌های ۷۷-۸۲ در مناطق شمالی ایران (مناطق کرج- مشهد و ارومیه) نشان داد که دامنه تغییرات کارایی مصرف آب گندم در مناطق مذکور، برابر با ۰/۴- ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود که نسبت به دامنه گزارش شده توسط سازمان خواروبار جهانی (FAO, 2012)، ۰/۸ تا یک کیلوگرم بر مترمکعب بالاتر بود و حداکثر کارایی مصرف آب گندم، برابر با ۱/۷۳ کیلوگرم بر متر مکعب در منطقه کرج و ارومیه در شرایط کاربرد کم آبیاری حاصل شد (Keikhani & Ganji Khoramdel, 2016). بدیهی است که اختلاف مقادیر کارآیی مصرف آب در نقاط مختلف، مربوط به رقم، مدیریت زراعی و شرایط اقلیمی، خاک، آب و روش آبیاری می‌باشد. نتایج تحقیق Kafi & Hosein Panahi (2013) بیانگر این بود که در دشت مشهد، بدون آبیاری در فصل بهار گندم عملکرد رضایت‌بخشی ندارد و مراحل ساقه‌دهی و گلدهی، حساس‌ترین مراحل نموی گندم نسبت به تنش خشکی بود و آبیاری در هر دو مرحله مذکور برای حصول عملکرد بالا در شرایط محدودیت آب ضروری است. با انجام یک طرح تحقیقاتی، میزان عملکرد گندم در مزرعه‌ای با سامانه آبیاری بارانی در شهرستان شهرکرد، ۶۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار و حجم آب مصرفی را ۵۳۶۸ مترمکعب بر هکتار و کارآیی مصرف آب را ۱/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام نمود (Haghighati, 2013). در ارزیابی مزرعه‌ای در سه شهرستان چناران، تربت‌حیدریه و تربت‌جام ،به‌ترتیب در سه مزرعه با سامانه‌های سطحی، قطره‌ای و بارانی، کارآیی محاسبه‌شده برای گندم، به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شد (Nirizi & Helmi Fakhrdavood, 2004). Asadi *et al* (2001) کارآیی مصرف آب گندم در شهرکرد را ۰/۶۱ تا ۱/۳۵ کیلوگرم در مترمکعب اعلام کرده‌اند. بر اساس نتایج، میانگین شاخص کارآیی مصرف آب محصول زراعی گندم (دانه) برای مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان، ۰/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری شد (Heydari, 2011).

در مطالعه دیگری، مقادیر کارآیی مصرف آب ۱۰ محصول زراعی انتخابی با استفاده از نتایج ۶۷ طرح تحقیقاتی انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۵ در ایستگاه‌های تحقیقاتی۱۳ استان کشور، تعیین شد. بر اساس نتایج این بررسی، میانگین کارآیی مصرف آب گندم، جو، برنج، چغندرقند، ذرت، پنبه (بذر)، یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و کنجد، به‌ترتیب ۱/۶۲، ۲/۳۷، ۰/۴۲، ۰/۵۳، ۱/۱۷، ۰/۶۱، ۰/۸۹، ۲/۷۴، ۶/۷۷ و ۰/۱۱کیلوگرم بر مترمکعب بود (Montazar & Kosari, 2007). اخیرا، متوسط کارآیی مصرف آب در کشور، ۱/۳۲ کیلوگرم بر مترمکعب و رشد سالیانه آن در ۱۱ سال اخیر، ۰/۰۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (Abbasi *et al*., 2017b). نتایج اندازه‌گیری در ۲۱ مزرعه نشان داد که عملکرد گندم در تمام مزارع، از ۲۰۰۰ تا ۵۱۰۴ کیلوگرم در هکتار و میانگین کارآیی مصرف آب از ۰/۳۹ تا ۱/۲۹ کیلوگرم

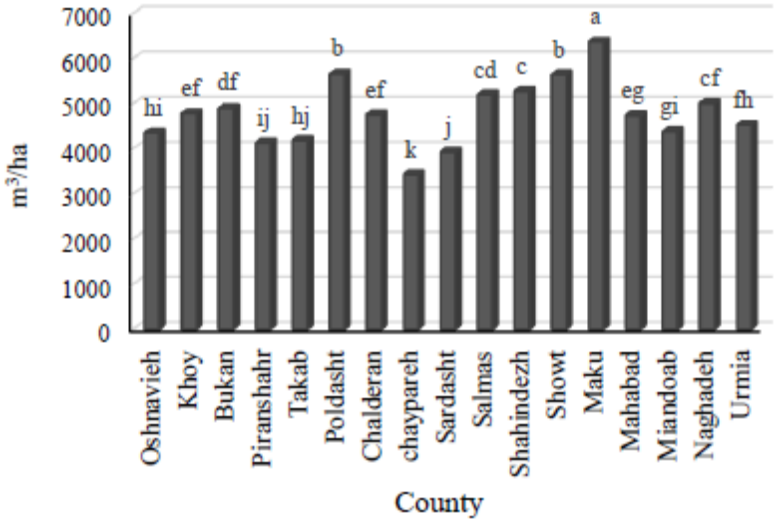
www.SID.ir

Archive of SID

بر متر مکعب متغیر بود. میانگین حجم آب مصرفی گندم در سامانه‌های آبیاری بارانی و سطحی، ۴۱۸۱/۷ متر مکعب در هکتار بود. بالاترین مصرف آب در مزارع زیر پوشش چشمه‌ها، به میزان ۴۶۲۶ متر مکعب بر هکتار به ثبت رسید. تعیین راندمان سامانه‌های آبیاری موجود و ارزیابی نحوه کار آن‌ها، از مهم‌ترین و ضروری‌ترین اقدامات لازم برای تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی‌های مرتبط با مصرف بهینه آب، الگوی کشت و کاهش تلفات آب آبیاری است. از نظر توزیع مکانی داده‌ها در استان‌های مختلف، فراوانی داده‌ها نشان‌دهنده آن است که در اغلب مناطقی که شبکه‌های بزرگ آبیاری وجود دارد (مانند شبکه‌های واقع در استان‌های خوزستان، اصفهان، فارس، گلستان، آذربایجان‌غربی، قزوین، اردبیل، گیلان، کرمان)، داده‌های اندازه‌گیری شده راندمان بیشتر است. راندمان آب آبیاری در استان‌های آذربایجان‌غربی، اردبیل، ایلام، فارس، قزوین، مازندران، مرکزی، همدان، کهکیلویه و بویر احمد و گیلان، از ۵۵ درصد فراتر و بیشتر از استان‌های دیگر است (Abbasi *et al.*, 2017b).

نتایج ارزیابی راندمان کل آب آبیاری نشان می‌دهد که این مقدار راندمان آب آبیاری با راندمان کل آبیاری در کشورهای در حال توسعه، فاصله چندانی ندارد که با توجه به روند رو به رشد تکنولوژی‌ها و برنامه‌ریزهای صحیح، در آینده نزدیک به آن کشورها خواهیم رسید؛ اما در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، مقدار راندمان کل فاصله بیشتری دارد. شرکت مدیریت منابع آب ایران، راندمان انتقال و توزیع شبکه مدرن را برای سال آبی ۱۳۹۳-۹۴ مقدار ۸۵ درصد گزارش شده است (Anon, 2015). Torknejad & aghaee (2005) با بررسی صرفه اقتصادی روش‌های آبیاری تکمیلی گندم در سرآرود کرمانشاه طی سال‌های ۲۰۰۲ تا۲۰۰۳ گزارش شد که روش آبیاری قطره‌ای، مقرون به صرفه بوده است ولی بسته به مساحت زمین و مقدار آب نیز می‌تواند تغییر کند، اما میزان بهره‌وری در آبیاری قطره‌ای، دو برابر بیشتر از آبیاری سنتی می‌باشد.

در استفاده از ارقام مقاوم گندم (پیشگام و میهن) برای کشت، مصرف آب این ارقام در روش آبیاری سنتی و مدرن در شهرستان ماکو، بالاترین مقدار را داشت (شکل ۱۰)، درحالی‌که در شهرستان چایپاره، کم‌ترین مقدار آب مصرفی در روش سنتی و مدرن با این ارقام بدست آمد. کم‌ترین مقدار آب مصرفی، هم در روش آبیاری سنتی و هم روش مدرن آبیاری، در این شهرستان در کشت ارقام معمولی مشاهده شد (شکل ۱۱).



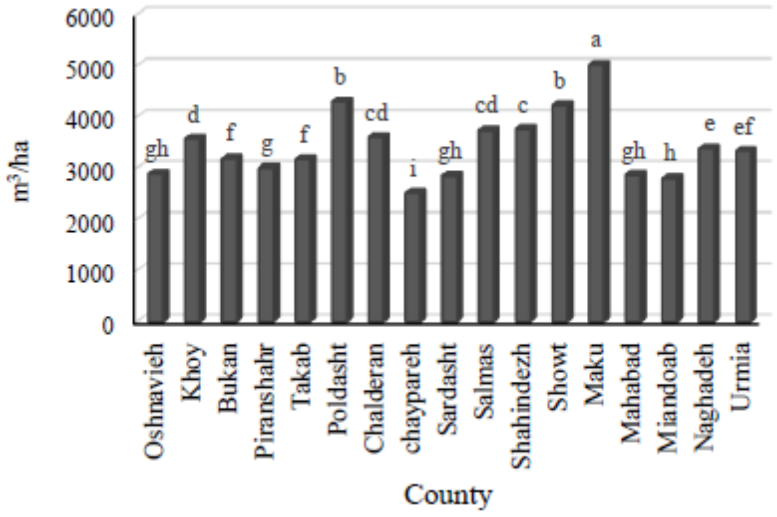
شکل ۱۰- مقایسه میانگین مصرف آب با ارقام مقاوم به خشکی گندم در محصول گندم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 10. Mean comparison of used water with drought resistant cultivars in West Azerbaijan counties.

www.SID.ir

Archive of SID

خشکی یکی از مهم‌ترین تهدیدهای جهانی برای تولید مواد غذایی است. علاوه بر این، تغییرات آب و هوا و افزایش جمعیت جهان، ابعاد این مشکل را گسترده‌تر می‌نمایند. به‌طورکلی، خشکی مخرب‌ترین تنش غیرزنده است که تولید محصولات زراعی را بسیار پایین می‌آورد و به‌نژادی در حل این چالش توانایی زیادی ندارد (Heydari Roodballi *et al*., 2016). اما یکی از راه‌حل‌های این مشکل، ایجاد ارقام جدید با تحمل بیشتر نسبت به تنش خشکی است (Takeda & Matsuoka, 2008). Austin *et al*(1989) گزارش کردند که عملکرد گندم در شرایط تنش در مرحله گرده‌افشانی و بعد از آن، کاهش قابل توجهی را نسبت به شرایط بدون تنش داشته است. با توجه به تسریع پیری برگ‌ها، کاهش فتوسنتز جاری گیاه و کوتاه شدن مدت زمان مراحل نموی گیاه در اثر تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه که از اجزای بسیار مهم عملکرد دانه می‌باشند، کاهش می‌یابد (Emam & Niknejhad, 2011). اگرچه افت ۱۰ درصدی عملکرد گندم در واکنش به تنش خشکی در مرحله ابتدای ظهور سنبله‌ها، در برخی از پژوهش‌ها گزارش شده است (Bauder, 2001)، اما مقدار افت عملکرد، بستگی کامل به رقم گندم داشت (Dencic, 2000) و عواملی مثل کندی رشد ساقه و ریشه (Moemeni *et al*., 2008)، افزایش تنفس نوری (Lawlor, 2002) و یا کاهش مواد فتوسنتزی ساخته شده در واحد سطح برگ (Passioura, 1988) در شرایط تنش خشکی می‌توانند از دلایل افت عملکرد محسوب شوند. معمولاً تنش‌های رطوبتی قبل از ظهور سنبله، با کاهش تعداد پنجه‌ها، باعث کاهش تعداد سنبله بارور و در نهایت عملکرد محصول می‌شود. این امر ناشی از ویژگی خودتنکی (Self-Thinning) است که در واکنش به کمبود منابعی مانند رطوبت رخ می‌دهد (Chu *et al*., 2010).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین آب مصرفی گندم در آبیاری مدرن به همراه ارقام مقاوم در شهرستان های استان آذربایجان‌غربی.

Figure 11. Mean comparison of total saved water in modern irrigation with drought resistant cultivars in West Azerbaijan counties.

نتایج تحلیل اقتصادی کم‌آبیاری گندم توسط Fardad & Golkar (2002) برای گندم پاییزه در کرج نشان داد که عملکرد دانه ۵۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به ارتفاع ۴۰۰ میلی‌متر آب آبیاری بوده است وحداکثر درآمد ۲۷۵۰۰۰۰ ریال در هکتار، به ۴۰۵میلی‌متر آب در آبیاری کامل تعلق داشت؛ همچنین در شرایط محدودیت زمین، حداکثر سود با کاهش ۲۰درصد آب مصرفی به‌دست آمد و سود حاصل از کاهش ۴۰درصد آب مصرفی برابر با سود آبیاری کامل بود. برای اعمال روش کم‌آبیاری، شناخت شرایط محیطی که رشد گیاه را

www.SID.ir

Archive of SID

تحت تأثیر قرار می‌دهند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

نتیجه‌گیری کلی

نکته مهمی که در این منطقه آذربایجان‌غربی باید مورد توجه قرار گیرد، وضعیت منابع آب موجود در منطقه است که به‌دلیل کم‌آبی‌های اخیر، منابع آب آن حت فشار است (هر چند در این مناطق، میزان نیاز آبی برای گندم کم است). همچنین، درخصوص کشت ندم باید توجه داشت که عملکرد آن در ایران پایین است؛ از طرفی برای کشت گندم در هر منطقه و با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوا، میزان آب مورد نیاز در هر هکتار ثابت است؛ بنابراین به ازای تولید گندم در هر هکتار، میزان ثابتی آب مصرف می‌شود. بنابراین با افزایش عملکرد کشت گندم (کیلوگرم در هکتار)، در واقع میزان آب مصرفی برای هر کیلوگرم کاهش می یابد که به معنی صرفه‌جویی در مصرف آب است. با توجه به کم بودن منابع آب موجود در منطقه، به جای افزایش سطح زیر کشت که سبب افزایش مصرف آب می‌شود، بهتر است از میزان آن کاست و بخش بیشتری از منابع آب موجود را به محیط زیست و به خصوص دریاچه ارومیه اختصاص داد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، به نظر می‌رسد که استفاده از آبیاری مدرن و کشت ارقام گندم مقاوم به کم‌آبی در زمینه افزایش کارآیی مصرف آب کارگشا باشد که در این زمینه در بین شهرستان‌های استان، شهرستان نقده به‌دلیل بالاترین مقدار سود خالص و عملکرد محصول و شهرستان چایپاره به‌دلیل دارا بودن بیشترین کارآیی مصرف آب به روش مدرن و از طرفی کمترین مقدار آب مصرفی به روش سنتی و مدرن در استفاده از ارقام گندم مقاوم به خشکی، مناطق مستعد برای کشت این گیاه می‌باشند.

REFERENCES

1. Abbasi, F., Abbasi, N. & Tavakoli, A. R. (2017a). Agricultural water productivity: Challenges and visions. *Water and Sustainable Development*, 4(1), 141-144. (In Persian with English abstract).
2. Abbasi, F., Sohab, F. & Abbasi, N. (2017b). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Research Engineering*, 17(67), 113-120. (In Persian with English abstract).
3. Anon, 2015. *Modern network irrigation efficiency data bank*. Annual Report. Water Resources Management Company. Available at: http: www.wrm.ir.
4. Asadi, H., Neyshaburi, M. & Siadat, H. (2001). Effect of water stress in different stages of growth on yield, yield components and some wheat relations. *Proceedings of the 7th Iranian Soil Science Congress*, *Shahrekord*. (In Persian with English abstract).
5. Austin, R. B., Ford, M. A. & Morgan, C. L. (1989). Genetic improvement in the yield of the winter wheat: A further evaluation. *Journal of Agricultural Science*, 112, 259-301.
6. Bauder, J. 2001. *Irrigating with limited water supplies*. Montana State University Communications Services. Montana Hall. Bozeman, Boletin MT 59717. USA. 30p.
7. Caswell, M. & Zilberman, D. (1986). The effects of well depth and land quality on the choice of irrigation technology. *American Journal Agricultural Economics*, 67, 798-811.
8. Chu, C. J., Weiner, J., Maestre, F. T., Wang, Y. S., Morris, C., Xiao, S., Yuan, J. L., Du, J. Z. & Wang, G. (2010). Effects of positive interactions, size symmetry of competition and abiotic stress on self-thinning in simulated plant populations. *Annals of Botany*, 106, 647-652.
9. Dencic, S., Kastori, R., Kobilski, B. & Buggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113, 43-52.
10. Doorenbos, J. & Pruitt, W. O. (1977). *Crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO. Rome. Italy.
11. Ebadzadeh, H., Ahmadi, K., Mohammadnia Afrouzi, SH., Taghani, R. A., Abbasi, M. & Yari, SH. (2017). Agricultural Statistics. *Ministry of Agriculture-Jahad*. 401 p. (In Persian with English abstract).
12. Emam, Y. & Niknejhad, M. (2011). *An Introduction to the physiology of crop yield*. Shiraz University Press. 571p. (In Persian with English abstract).
13. FAO. (2012). *Wheat Flour*: Agricultural Handbook. 50 p. http://www.faostat3.org. 23/10/2014.
14. FAO. (2018). *World Food and Agriculture* – Statistical Pocketbook. Rome. 254 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Fardad, H. & Golkar, H. (2002). An economic evaluation of deficit-irrigation on wheat yield in Karaj. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 33(2), 305-312. (In Persian with English abstract).
16. Ghadami Firouzabadi, A., Chaychi, M. & Seyedan. M. (2017). Effects of different irrigation systems on yield, some agronomic traits, and water productivity of different wheat genotypes and their economic assessment in Hamedan. *Journal of Research in Agriculture*, 31(2), 139-149. (In Persian with English abstract).
17. Ghasemi Nejad Raeini, M. R., Maroufi, S., Zare Kohan, M. & Maleki, A. (2012). Study of water productivity index and its comparison with current conditions of wheat fields. *Irrigation Science and Engineering* (Scientific Journal of Agriculture), 98(4), 80-91. (In Persian with English abstract).
18. Golinedjad, E. & Eivazi, A. (2019). The effect of super absorbant polymers and manure fertilizers on water use efficiency of wheat cultivars in different irrigation regimes. *Journal of Crop Improvement*, 21(3), 275-288. (In Persian with English abstract).
19. Haghighati, B. (2013). *Report of the Promotion Plan Improving management and optimal water consumption in the process of producing agricultural products*. Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari. (In Persian with English abstract).
20. Heydari Pour, R., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A. & Zare Feize Abadi, A. (2014). The effects of different levels of irrigation and nitrogen fertilizer on productivity and efficiency in corn (*Zea mays* L.), sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agroecology*, 6(2), 187-198. (In Persian with English abstract).
21. Heydari Roodballi, M., Abdolshahi, R., Baghizadeh, A. & Ghader Ghaderi, M. (2016). Genetic analysis of yield and yield related traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress condition. *Journal of Crop Breeding*, 8, 1-6.
22. Heydari, N. (2011). Determination and evaluation of water use efficiency of some major crops under farmers management in Iran. *Journal of Water and Irrigation Management*, 1(2), 57-43. (In Persian with English abstract).
23. Jackson, T. M., Khan, S. & Hafeez, M. (2010). A comparative analysis of water application and energy consumption at the irrigated field level. *Agricultural Water Management*, 97, 1477-1485.
24. Kafi, M. & Hosein Panahi, F. (2013). Effect of Low irrigation on yield, yield components and water use efficiency of wheat cultivars in Mashhad. *Journal of Water Research in Agriculture*, 27(4), 577-587. (In Persian with English abstract).
25. Keikhani, F. & Ganji Khoramdel, N. (2016). Effect of deficit irrigation in corrugation and border methods on yield and water use efficiency of wheat cv. Hamoon. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(1), 1-11. (In Persian with English abstract).
26. Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, 89, 871-885.
27. Layani, G., Ghorbanian, E. & Bakhshoodeh, M. (2016). Investigation of cereals world price transmission to Iran domestic markets: Appilication of Armington and Pass- Through elasticities. *Journal of Agricultural Economics and Development,* 29 (4): 334-344. (In Persian with English abstract).
28. Liu, H., Li, F. & Xu, H. (2004). Deficiency of water can enhance root respiration rate of drought sensitive but not drought-tolerant spring wheat. *Agricultural Water Management*, 64, 41-48.
29. Mahmoudan, S., Kamkar, B., Abdi, O. & Bagherani, N. (2017). Comparison of wheat yield between common and modern management wheat cropping systems using Geographical Information System approach. *Journal of Crop Production*, 10(2), 1780-198. (In Persian with English abstract).
30. Michaley, L. (2002). *Soil Water Depletion levels for irrigation wheat and barley*. www.cals.Arizona.edu/impacts/1 -11.pdf.
31. Moemeni, A., Afuni, D. & Zarei, G. (2008). Comparison of yield and genetic features of some advanced lines of wheat under late season drought. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 5, 63-71.
32. Montazar, A. & Kosari, H. (2007). *Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. Proceeding of the International Conference of water saving in Mediterranean agriculture and future needs.* Valenzano (Italy). Series B, 56(1), 109-120.
33. Namara, R. E., Hanjra, M. A., Castillo, G. E., Munk Ravnborg, H., Smith, L. & Van Koppen, B. (2010). Agricultural water management and poverty linkage. *Agricultural Water Management*, 97(4), 520-527.
34. Nirizi, S. & Helmi Fakhrdavood, R. (2004). *Comparison of water use efficiency at several points in Khorasan*. Articles of the Eleventh Iranian Irrigation and Drainage Committee. Tehran. 391 -403. (In Persian with English abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

35. Oweis, T., Salkini, A., Zhang, H., Ilbeyi, A., Ustun, H., Dernek, Z. & Erdem, G. (2001). *Supplemental irrigation potential for wheat in the central Anatolian plateau of Turkey*. Report on collaborative research between the Ministry of Agriculture of Turkey and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).Aleppo, Syria, v+37p .
36. Panahi, F., Malekmohammadi, I. & Chizari, M. (2013). The barriers to optimal management of water resources in Iran's agricultural system. *Roosta va Towse' e*, 15(4), 23-41. (In Persian with English abstract).
37. Passioura, J. B. (1988). Root signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soils. *Australian Journal of Plant Physiology*, 15, 687-693.
38. Shao, Y., Fan, X., Liu, H., Xiao, J., Ross, S., Brisco, B., Brown, R. & Staples G. (2001). Rice monitoring and production estimation using multi temporal radarsat. *Remote Sensing of Environment*, 76, 310-325.
39. Taherabadi, F. (2013). *Comparing Pressurized and Surface Irrigation Systems on the Irrigated Wheat Production to Access Sustainable Development in Kermanshah Province*. Ms Thesis. Zanjan University. 68 p. (In Persian with English abstract).
40. Takeda, S. & Matsuoka, M. (2008). Genetic approaches to crop improvement: Responding to environmental and population change. *Nature*, 9, 444-457.
41. Torknejad, R. & Aghaee, M. (2005). *Economic evaluation of drip (Tape) irrigation method in wheat compared to surface irrigation in winter-limited areas*. Http://ces.Uwyo.Edu/pubs/b1122. Pdf.
42. Varma, S. & Namara R. E. (2006). *Promoting micro irrigation technologies that reduce poverty, Water Policy Briefing*, Vol: 23, IWMI, Comobo University, Sri Lanka.
43. Yazdi Samadi, B., Rezaei, A. & Valyzadeh, M. (2006). *Statistical designs in agriculture research*, Tehran University Publications, 764p.

www.SID.ir