نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 942-933

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 933-942

ارتقای بهره‌وری آب و کارایی مصرف کود در کودآبیاری جویچه‌ای نیشکر

فریبرز عباسی[1*] - علی شینی دشتگل[2] - نادر سلامتی[3]

تاریخ دریافت: 1393/04/02
تاریخ پذیرش: 1393/08/05

چکیده

در این تحقیق آزمایش‌های کودآبیاری در یکی از مزارع کشت و صنعت نیشکر دهخدا برای افزایش بهره‌وری آب، بهبود مدیریت مصرف کود و کاهش مصرف کود اوره اجراء گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجراء شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تیمار تقسیط کود (شامل دو، سه و چهار تقسیطی) در کرت‌های اصلی و سه تیمار سطح کود (شامل 100، 80 و 60 درصد کود اوره) در کرت-های فرعی بودند که با روش مرسوم کوددهی مورد استفاده در مزارع کشت و صنعت دهخدا مقایسه شدند. حجم آب مصرفی در طول دوره رشد و برخی صفات کمی و کیفی نیشکر در انتهای فصل زراعی تعیین شد. نتایج نشان دادند که فاکتور تقسیط تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر صفات کمی و کیفی نیشکر دارد. به‌طوری که میانگین همه صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در تیمارهای چهارتقسیطی در رتبه اول قرار گرفتند. فاکتور سطوح کودی بجز بر کارآیی مصرف کود، بر بقیه صفات کمی و کیفی تأثیر معنی‌داری نداشتند. اثرات متقابل فاکتور تقسیط و سطوح مختلف کود نیز بر هیچ-یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نشد. مقایسه‌ی میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد نشان داد که تیمار چهار تقسیطی با 60 درصد سطح کودی در اغلب صفات مورد مطالعه در رتبه نخست قرار گرفت. عملکرد نی، بهره‌وری آب و کارآیی مصرف کود، بهره‌وری آب بر اساس شکر تولیدی در این تیمار به‌ترتیب 98/2 تن در هکتار، 5/4 کیلوگرم نی بر مترمکعب آب مصرفی، 467/6 کیلوگرم نی بر کیلوگرم کود و 0/581 کیلوگرم شکر بر مترمکعب آب مصرفی تعیین شدند. این مقادیر در تیمار شاهد به‌ترتیب، 81/8 تن در هکتار، 4/5 کیلوگرم نی بر مترمکعب آب مصرفی، 233/7 کیلوگرم نی بر کیلوگرم کود و 0/396 کیلوگرم شکر بر مترمکعب آب مصرفی بدست آمدند.

واژه‌های کلیدی: واریته تجاری *CP48-103*، کود اوره، تقسیط، سطح کودی

مقدمه

مصرف کودهای شیمیایی در کشور به‌طور عمده به روش سنتی پخش سطحی و با استفاده از ماشین‌آلات مرسوم پخش کود مصرف می‌گردند. از طرف دیگر در گیاهان نیتروژن دوست و ساقه بلند، مانند ذرت و نیشکر که جزء گیاهان با مصرف نیتروژن بالا می‌باشند، به کار بردن ادوات کشاورزی فقط در اوایل فصل رشد گیاه امکان‌پذیر است. تحت این شرایط یکی از گزینه‌های مدیریت مصرف کود در مزارع، بکار بردن مقدار کم ولی مکرر کود همراه با آب آبیاری (کودآبیاری) است. کودآبیاری که از ابداعات نشأت گرفته از علم آبیاری است، امروزه مثل استفاده از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها همراه آب آبیاری، مورد توجه تولید کنندگان محصولات کشاورزی قرار گرفته که البته استفاده از کود همراه آب آبیاری بیش‌ترین موفقیت را داشته است (6 و 16). کودآبیاری یک روش کم هزینه است که می‌توان کود را هر زمان و صرف نظر از اندازه گیاه به کاربرد. این روش برای افزایش عملکرد کمی و کیفی سبزیجات که تقریباً تا زمان برداشت نیاز به کود دارند بسیار سودمند است (4). در حالی که در روش‌های سنتی کاربرد کود، کم‌تر از 50 درصد کود نیتروژن مصرفی، مورد استفاده مفید گیاه قرار می‌گیرد و مابقی از طریق آبشویی، رواناب سطحی و تصعید گازی از دسترس گیاه خارج و تلف می‌شود (7 و 31). صرف نظر از ارزش اقتصادی، تلفات این نهاده مهم سبب ایجاد مشکلات زیست‌محیطی می‌شود، در حالی‌که با کودآبیاری امکان مصرف کم، مکرر و تقسیطی عناصر غذایی در طول دوره رشد مطابق با نیاز گیاه وجود دارد و لذا امکان کاهش تلفات کود از طریق رواناب سطحی و نفوذ عمقی با این روش کوددهی میسر است. همچنین پخش یکنواخت کود در خاک و توزیع یکنواخت آن در طول دوره رشد امکان پذیر است (2). با توجه به

1- استاد مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: Fa.abbasi@areo.ir)
2- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران
3- کارشناس ارشد بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

موارد بالا و نظر به این‌که حدود 90 درصد از اراضی آبی جهان و تمام اراضی تحت کشت نیشکر در کشور به روش‌های سطحی آبیاری می‌شوند، کودآبیاری به عنوان یکی از روش‌های بهبود عملکرد آبیاری سطحی مطرح است. کودآبیاری در اراضی زیر کشت نیشکر از دیرباز در کشور انجام شده و می‌شود، ولی به نظر می‌رسد که مصرف کود اوره در مدیریت فعلی مصرف کود این اراضی زیاد است. بالا بودن نیترات در آب آبیاری موجب تجمع نیترات در گیاهان و کاهش کیفیت آنها می‌گردد. در سبزیجات تجمع نیترات موجب لهیدگی ساقه می‌شود (19). در نیشکر چنانچه غلظت نیترات در ساقه در انتهای فصل رشد زیاد باشد، موجب کاهش درصد خلوص شربت می‌گردد. کاهش مصرف کودهای نیتروژن‌دار موجب کاهش آبشویی نیترات در خاک می شود (18). از سوی دیگر زهکش‌های کشاورزی مقدار زیادی نیترات را که شامل ازت موجود در خاک است را از نیم‌رخ خاک خارج می‌کنند. بالا بودن نیترات در زه‌آب نشان دهنده کاربرد نامناسب کود و راندمان پایین کوددهی است که علاوه بر ایجاد هزینه‌های تولید، موجب آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی شده و رشد جلبک‌ها را در دریاچه‌ها و تالاب‌ها افزایش می‌دهد (28). ازت از عناصر غذایی ضروری گیاهان می‌باشد، ولی استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به خصوص کودهای با ترکیبات نیتروژنی که در دهه‌های اخیر به منظور تولید بیش‌تر محصولات کشاورزی رایج شده است، باعث آلودگی نیتراتی خاک و آب و محیط زیست شده است.

در کودآبیاری به‌طور معمول مقدار کود مصرفی کم‌تر از روش سنتی و حتی امکان مصرف کم‌تر از کود مورد نیاز گیاه که به روش تجزیه خاک تعیین می‌گردد، هم وجود دارد (12). نیاز نیشکر به مواد مغذی زیاد است. ریشه آن کم عمق و فیبری است. لذا، کودآبیاری نیشکر برای افزایش راندمان مصرف کود توصیه شده است. کود اوره مورد نیاز آن بین kg/ha 250-300، kg/ha 80-100 فسفات و kg/ha 125-250 پتاسیم گزارش شده است. افزایش سطوح کود نیتروژن (تا 350 کیلوگرم اوره در هکتار) تأثیر زیادی بر کارایی مصرف آب نیشکر دارد (8). کاربرد کودها همراه آب آبیاری در صورتی‌که در زمان مناسب صورت نگیرد، ممکن است موجب تلفات کود از طریق نیترات‌زدایی و آبشویی شود (12 و 29). نتایج برخی پژوهش‌ها در آفریقا نشان دادند که کاربرد نیتروژن در چهار ماهه اول دوره رشد نیشکر بیش‌تر مؤثر است (11). در همین رابطه، تعداد زیاد تقسیط‌های کود نیتروژن در کودآبیاری قطره‌ای باعث افزایش عملکرد نیشکر در کشت راتون و کاهش خصوصیات کیفی آن شد. در کشت‌های جدید (پلنت)، کودآبیاری باعث افزایش عملکرد نی بدون کاهش شاخص‌های کیفی نیشکر شد. بین 60-40 درصد نیتروژن (بسته به کشت جدید یا راتون) موردنیاز نیشکر در 4 ماهه اول دوره رشد و مابقی باید در ماه‌های 11-6 دوره رشد در اختیار گیاه قرار گیرد (26).

کودآبیاری قطره‌ای نیشکر در چهار تقسیط مساوی در چهار ماهه اول دوره رشد توصیه شده است (11 و 30). به هرحال، در زمینه کودآبیاری و مدیریت مصرف کود در اراضی تحت کشت نیشکر در ایران و سایر کشورها تحقیقات زیادی انجام نشده است. هرچند، شرایط اقلیمی اغلب کشورهای تولید کننده نیشکر از جمله برزیل، هند، چین، تایلند، مکزیک، پاکستان، استرالیا و کلمبیا (13) با شرایط اقلیمی ایران متفاوت بوده و کشت نیشکر در خیلی از این کشورها با توجه به شرایط آب و هوایی آنها به‌صورت دیم بوده و یا در برخی موارد آبیاری تکمیلی انجام می‌شود (برای مثال، حدود 60 درصد نیشکر جهان در دو کشور برزیل و هند کشت می‌شود)، ولی در برزیل فقط حدود یک درصد اراضی تحت کشت نیشکر آبیاری می‌شوند. در استرالیا و آفریقای جنوبی به‌عنوان دو کشور تولید کننده نیشکر نیز به‌ترتیب 60 و 40 درصد اراضی تحت کشت نیشکر آبی هستند.

بیش از 100 هزار هکتار از اراضی استان خوزستان در کشت و صنعت‌های مختلف زیر کشت نیشکر است. مقدار زیادی کود اوره در این اراضی مصرف و بخشی از آن نیز از طریق زه‌آب‌های کشاورزی تلف می‌شود. لذا، اهمیت تحقیق در زمینه کودآبیاری و مدیریت مصرف کود در اراضی تحت کشت نیشکر واضح است. بنابراین هدف اصلی از این پژوهش، بررسی اثرات تقسیط و سطوح مختلف کود اوره در کودآبیاری جویچه‌ای نیشکر واریته تجاری CP48-103 بر کارآیی مصرف آب و کود و برخی صفات کمی و کیفی نیشکر خواهد بود. بر اساس پژوهش‌های قبلی، امکان کاهش 60–40 درصد کود مصرفی در روش کودآبیاری قطره‌ای (10، 14و 16) و 30–20 درصد در کودآبیاری جویچه‌ای (3و 5) برای محصولات زراعی مختلف (غیر از نیشکر) گزارش شده است. دارت و همکاران (12) در کودآبیاری قطره‌ای نیشکر در استرالیا، 25 درصد کاهش در مصرف کود اوره را گزارش نموده‌اند. در برخی پژوهش‌ها نیز 30 درصد کاهش مصرف نیتروژن در کودآبیاری قطره‌ای نیشکر گزارش شده است (21 و 30).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در فصل زراعی 93-92 در یک قطعه 25 هکتاری از مزارع کشت جدید[1] (مزرعه *DC9-24*) در اراضی کشت و صنعت دهخدا با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ´´18 ´58 °30 و ´´38 ´34 °48 اجرا شد. طول جویچه‌های آزمایشی 250 متر و انتها بسته، فواصل آنها 1/83 متر و متوسط شیب مزرعه در امتداد جویچه‌ها 0/5 در هزار بود. دو ردیف نی روی پشته‌ها به‌فاصله حدود 40 سانتی‌متر کشت شده بود و مزرعه دارای زهکش زیرزمینی در عمق حدود 2 متر و بافت خاک آن سیلتی‌لوم بود.

1- plant

جدول 1 – برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- Some soil physical and chemical properties in the experimental fields

عمق خاک Soil Depth (cm)	بافت خاک Soil Texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	ρ_b (gr/cm^3)	EC (dS/m)	pH	کاتیون‌ها Cations (meq/l)				آنیون‌ها Anions (meq/l)	
								Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Cl^-	HCo^{-3}
0-30	سیلتی لوم SL	22.4	56.0	21.6	1.67	5.5	7.8	21.0	17.4	31.5	0.3	22.5	4.1
30-60	سیلتی لوم SL	23.8	53.2	23.0	1.59	5.1	8.0	15.7	13.8	33.9	0.3	22.5	3.7

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول 1 ارائه شده است. آزمایش‌ها به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شدند. فاکتور اصلی شامل سه تقسیط کود (دو، سه و چهار نوبت) و فاکتور فرعی شامل سه سطح کود (100، 80 و 60 درصد کود اوره که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌ترتیب معادل 350، 280 و 210 کیلوگرم در هکتار) بودند که با روش کوددهی مورد استفاده در مزارع (شاهد) مقایسه شدند. تعداد جویچه‌های آزمایشی برای هر تیمار 22 جویچه (یک هکتار) بود و کود مورد نیاز تیمار شاهد در سه تقسیط و به‌مقدار 350 کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کود اوره مورد نیاز در تیمارهای آزمایشی در مراحل مختلف رشد نیشکر مطابق جدول 2، از اواخر اسفندماه 91 تا اوسط تیر ماه 92 اعمال شد. مقدار یا درصد کود در هر یک از تقسیط‌های کودی بر اساس تجربیات قبلی کشت و صنعت‌های نیشکری انتخاب شدند. مصرف حال حاضر کود اوره در کشت و صنعت‌های نیشکر بین 350 تا 400 کیلوگرم در هکتار متغیر است.

مدیریت آبیاری همه‌ی تیمارهای آزمایشی به‌طور نسبی یکسان اعمال شد. دور آبیاری مطابق عرف کشت و صنعت دهخدا از 8 روز در ماه‌های گرم سال (تیر و مرداد) تا 15 روز در ماه‌های اسفند و فروردین متغیر بود. حجم آب مصرفی در تیمارهای مختلف یکسان اعمال شد و مقدار آن با فلوم‌های *WSC* تیپ 3 اندازه‌گیری شد. آب ورودی مزرعه از طریق لوله‌های دریچه‌دار (هیدروفلوم) تامین شد. کود اوره موردنیاز در بشکه‌های 220 لیتری حل و حدود 2 ساعت بعد از شروع آبیاری، به‌صورت یکنواخت به آب آبیاری تزریق شد. بر اساس پژوهش‌های قبلی، زمان شروع و مدت زمان تزریق کود در کودآبیاری جویچه‌ای از عوامل مهم در یکنواختی توزیع کود می‌باشند. تعیین صحیح این عوامل به‌ویژه در آبیاری جویچه‌ای انتها بسته (مشابه مزارع نیشکر) بر یکنواختی توزیع و تلفات عمقی کود اهمیت دارد (1، 2، 17 و 23). لذا، در این تحقیق بر اساس تجربیات قبلی، تزریق کود حدود 2 ساعت بعد از شروع آبیاری و قبل از تکمیل مرحله پیشروی انجام شد.

عملکرد خالص نی بدون پوشال و سرنی (برگ چسبیده به نی[1]) و سایر پارامترهای کمی و کیفی (از جمله ارتفاع نی[2]، تعداد ساقه در هکتار[3]، کارآیی مصرف آب[4] و کود، درصد خلوص شکر[5]، ذرات جامد معلق در عصاره نی[6]، درصد ساکاروز شربت نی[7] عملکرد شکر سفید[8] و کارآیی مصرف آب بر اساس شکر تولید شده) در تاریخ 10 اسفند ماه 1392 با برداشت تصادفی20 ساقه نی در هر تیمار (در سه تکرار) تعیین شدند. شمارش ساقه در طول 10 متر و در چند نقطه از هر تیمار انجام و سپس میانگین آن در هکتار تعیین و در محاسبه عملکرد خالص نی استفاده شد. بهره‌وری آب بر اساس نسبت عملکرد خالص نی به حجم کل آب مصرفی، کارآیی مصرف کود بر اساس نسبت عملکرد خالص نی به جرم کود مصرفی و بهره‌وری آب بر اساس شکر تولید شده نیز به‌صورت نسبت جرم شکر سفید به حجم کل آب مصرفی محاسبه شد. نهایتاً تجزیه واریانس به روش *ANOVA* و مقایسه میانگین صفات در تیمارهای آزمایشی با آزمون دانکن در سطح پنج درصد و مقایسه میانگین صفات در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد توسط آزمون *LSD* در سطح پنج درصد با نرم‌افزار *MSTATC* انجام شد.

1- Trash
2- Cane height
3- Stalks per hectare
4- W.U.E
5- Purity
6- Brix
7- Pol
8- Sugar yield

جدول 2- مقادیر کود و زمان اعمال تقسیط‌های کودی در تیمارهای آزمایشی

Table 2- Fertilizer amount and time application of fertilizer splits in different experimental treatments

	درصد کود مصرفی Consumed Fertilizer	تعداد تقسیط No. Split	تقسیط Split 1 1	تقسیط 2 Split 2	تقسیط 3 Split 3	تقسیط 4 Split 4
		درصد تقسیط Split %	20	30	30	20
4 تقسیطی 4 Split	100%	مقدار کود Fertilizer Amount(kg)	70	105	105	70
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1391/12/22 13.03.2013	1392/2/25 15.05.2013	1392/3/21 11.06.2013	1392/4/16 07.07.2013
	80%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	56	84	84	56
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1391/12/22 13.03.2013	1392/2/25 15.05.2013	1392/3/21 11.06.2013	1392/4/16 07.07.2013
	60%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	42	63	63	42
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1391/12/22 13.03.2013	1392/2/25 15.05.2013	1392/3/21 11.06.2013	1392/4/16 07.07.2013
3 تقسیطی 3 Split	100%	درصد تقسیط Split %	30	40	30	
		مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	105	140	105	
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/1/27 16.04.2013	1392/3/5 26.05.2013	1392/4/7 28.06.2013	
	80%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	84	112	84	
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/1/27 16.04.2013	1392/3/5 26.05.2013	1392/4/7 28.06.2013	
	60%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	63	84	63	
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/1/27 16.04.2013	1392/3/5 26.05.2013	1392/4/7 28.06.2013	
2 تقسیطی 2 Split	100%	درصد تقسیط Split %	60	40		
		مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	210	140		
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/2/27 17.05.2013	1392/4/8 29.06.2013		
	80%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	168	112		
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/2/27 17.05.2013	1392/4/8 29.06.2013		
	60%	مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	126	84		
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/2/27 17.05.2013	1392/4/8 29.06.2013		
شاهد Control	100%	درصد تقسیط Split %	30	30	40	
		مقدار کود Fertilizer Amount (kg)	100	100	150	
		تاریخ کوددهی Fertilizing Date	1392/2/3 23.04.2013	1392/3/1 22.05.2013	1392/4/3 24.06.2013	

نتایج و بحث

در مجموع 21 نوبت آبیاری در طول دوره رشد (اواخر اسفند تا اواخر مهرماه) در مزرعه آزمایشی انجام شد. متوسط مصرف آب در هر نوبت آبیاری 865 مترمکعب در هکتار و کل حجم آب مصرفی در طول فصل رشد 18155 مترمکعب در هکتار بود که کارآیی مصرف آب و کارآیی مصرف آب بر اساس شکر تولید شده در تیمارهای آزمایشی با استفاده از آن تعیین و مقایسه شد. حجم آب مصرفی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با برخی پژوهش‌های قبلی (22 و 25) حدود 50-40 درصد کم‌تر بود، ولی با نتایج ناصری و همکاران (20) که حجم آب مصرفی در 20 مزرعه کشت و صنعت فارابی را در سال زراعی 88-87 بین 18000 تا 25200 مترمکعب در هکتار گزارش نمودند، قابل مقایسه است. همچنین شینی دشتگل و همکاران (27) حجم کل آب مصرفی در طول دوره رشد نیشکر در تیمارهای آبیاری معمول، یک در میان متغیر و یک در میان ثابت را به‌ترتیب 29848، 20656 و 21280 متر مکعب در هکتار به‌دست آوردند که حجم آب مصرفی تیمارهای آبیاری یک در میان با نتایج این آزمایش قابل مقایسه است.

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی مورد مطالعه (ارتفاع نی، عملکرد نی، کارآیی مصرف آب و کود، درصد خلوص شربت، ذرات جامد محلول در شربت، درصد شکر سفید، عملکرد شکر سفید و کارآیی مصرف آب بر اساس شکر تولید شده) برای تقسیط‌ها و سطوح کودی مختلف در جدول 3 ارائه شده است. فاکتور تقسیط بر ارتفاع نی، کارآیی مصرف کود و ذرات جامد محلول در شربت معنی‌دار نبود، ولی بر درصد خلوص شربت در سطح یک درصد و بر سایر صفات مورد مطالعه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. فاکتور سطح کودی فقط بر کارآیی مصرف کود در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. اثر متقابل تقسیط و سطح کودی نیز بر هیچ یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی نیشکر در تقسیط‌های مختلف کود در جدول 4 ارایه شده است. تیمارهای چهار تقسیطی در همه صفات کمی و کیفی مورد مطالعه رتبه برتر را به خود اختصاص دادند. بیش‌ترین عملکرد نی (95/85 تن در هکتار) در تیمارهای چهارتقسیطی بدست آمد و از نظر آماری با تیمارهای دو و سه تقسیطی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری داشت. این یافته‌ها با نتایج بوتلر و همکاران (11) و ویگل و همکاران (30) سازگاری دارد. بوتلر و همکاران (11) در کودآبیاری قطره‌ای نیشکر نشان دادند که کاربرد نیتروژن چهار تقسیط ماهیانه در چهار ماهه اول دوره رشد نسبت به کاربرد نیتروژن در دو (دو ماه یک بار) و یا 14 (دو هفته یک بار) تقسیط بر عملکرد و کاهش تلفات نیتروژن مؤثرتر بود. ویگل و همکاران (30) نیز در کودآبیاری قطره‌ای نیشکر چهار تقسیط مساوی در فواصل زمانی ماهیانه را برای کشت‌های راتون توصیه نمودند.

بین میانگین عملکرد نی در تیمارهای دو و سه تقسیطی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به‌طور کلی، بین تیمارهای دو و سه تقسیطی در بیش‌تر صفات مورد مطالعه (بجز کارآیی مصرف کود، درصد خلوص شربت و ذرات جامد محلول در شربت) اختلاف معنی‌دار نبود. با توجه به هزینه بر بودن و دشواری زیاد توزیع کود در مزارع نیشکر، به‌تبع از نقطه‌نظر اجرایی اعمال کود اوره مورد نیاز در دو تقسیط به‌صرفه‌تر خواهد بود. با توجه به این‌که تجزیه واریانس فاکتور سطح کودی فقط بر کارآیی مصرف کود معنی‌دار بود، لذا ضرورتی به مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی در سطوح مختلف کود وجود نداشت. مقایسه میانگین کارایی مصرف کود در سطوح مختلف کود نشان داد که سطوح کودی 60، 80 و 100 درصد به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار گرفتند. ملاحظه می‌شود که مصرف بیش‌تر کود در تیمارهای 80 و 100 درصد سطح کودی موجب افزایش عملکرد و بهبود صفات کمی و کیفی نشده است. همین‌طور کود اضافی در تیمارهای 80 و 100 درصد سطح کودی ممکن است سبب افزایش تنش اسمزی شده باشد. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزایش سطح ازت مقاومت به خشکی را در نیشکر کاهش می‌دهد (8). پر آبیاری و مصرف بی‌رویهٔ آب آبیاری نیز خصوصیات کمی و کیفی نیشکر را افزایش نخواهد داد. نتایج بال (9) نشان می‌دهد که تحت شرایط کم آبی میزان قند ساقه‌های نیشکر افزایش می‌یابد.

یانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد در جدول 5 مقایسه شده است. تیمار چهار تقسیطی با 60 درصد سطح کودی در اغلب صفات کمی و کیفی مورد مطالعه (بجز درصد خلوص شربت، ذرات جامدمحلول در شربت و درصد شکر سفید) در رتبه نخست قرار گرفته و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. کارآیی مصرف آب و کارآیی مصرف آب بر اساس شکر تولید شده در این تیمار بیش‌ترین و به‌ترتیب 5/4 کیلوگرم نی بر مترمکعب آب و 0/581 کیلوگرم شکر بر مترمکعب آب بود. مقادیر کارآیی مصرف آب در مقایسه با برخی مطالعات قبلی از ارقام بیش‌تری برخوردار بودند. برای مثال، رمضانی اعتدالی و همکاران (24) متوسط کارآیی مصرف آب نیشکر را در 71 مزرعه کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان برای دو واریته *CP48* و *CP69* به‌ترتیب 3/29 و 2/89 کیلوگرم نی بر مترمکعب آب گزارش نمودند.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی نیشکر در تقسیط‌های مختلف کود

Table 4. Comparison of sugarcane quantitative and qualitative attributes in different fertilizer splits

تیمار Treatment	ارتفاع نی Cane height (cm)	عملکرد خالص نی Net yield of cane (kg/ha)	شکر سفید White Sugar (%)	کارآیی مصرف آب W.U.E (kg/m^3)	کارآیی مصرف کود F.U.E (kg/kg)	درصد خلوص شربت Purity	ذرات جامد محلول در شربتBrix	عملکرد شکر سفید Sugar yield (kg/ha)	کارآیی مصرف آب شکرS.U.E (kg/m^3)
Two-Split	267.3a	80502.1b	7.6b	4.43b	284.6b	83.0b	12.8b	6150.4b	0.34b
Three-Split	260.1a	77530.1b	8.3a	4.27b	308.7ab	85.6a	13.7a	6506.1b	0.36b
Four-Split	286.8a	95849.4a	8.4a	5.28a	361.1a	85.7a	13.8a	8723.3a	0.48a

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns using Duncan analysis (P<0.05)

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی نیشکر در تقسیط‌ها و سطوح مختلف کود

Table 3. Variance analysis of sugarcane quantitative and qualitative attributes in different splits and fertilizer levels

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادیDegree of Freedom	میانگین مربعات Mean square								
		ارتفاع نی Cane height (cm)	عملکرد خالص نیNet yield of cane (kg/ha)	کارآیی مصرف آب W.U.E (kg/m^3)	درصد خلوص شربت Purity	کارآیی مصرف کود F.U.E (kg/kg)	ذرات جامد محلول در شربتBrix	شکر سفید White Sugar (%)	عملکرد شکر سفید Sugar yield (kg/ha)	کارآیی مصرف آب شکرS.U.E (kg/m^3)
تکرار Rep.	2	178.64ns	115445520.3 ns	0.35ns	1.12ns	10447.5 ns	0.28ns	0.14ns	1309143.1ns	0.004ns
فاکتور تقسیطSplit	2	1726.99ns	869958039.3*	2.64*	20.43ns	13713.7ns	2.39ns	1.588	17492665.4*	0.053ns
خطاError	4	773.79	83400700.4	0.25	1.07	2985.2	0.36	0.16	1502706.1	0.005
فاکتور سطح کودی Fertilizer Level	3	415.62ns	200726184.6ns	0.61ns	11.52ns	57997.6**	3.47ns	1.89ns	10393034.8ns	0.032ns
تقسیط* سطح کودی Split* Fetilizer Level	6	425.02ns	31083014.0ns	0.09ns	6.50ns	2383.6ns	1.73ns	.89ns	1708077.1ns	0.005ns
خطاError	18	403.96	83897795.4	0.25	11.16	1994.9	1.58	0.98	2845548.5	0.009
ضریب تغییراتCV	-	7.41	10.82	10.82	3.94	14.04	9.36	12.19	23.67	23.67

ns: *not significantly differentns* , * *:* significantly differentns (P<0.05), **: significantly differentns (P<0.001)

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد

Table 5. Comparison of sugarcane quantitative and qualitative attributes in different experimental treatments with control treatment

Treatment		ارتفاع نی Cane height (cm)	عملکرد خالص نی Net yield cane of (kg/ha)	کارآیی مصرف آب W.U.E (kg/m³)	کارآیی مصرف کود F.U.E (kg/kg)	درصد خلوص شربت Purity	ذرات جامد محلول در شربت Brix	شکر سفید White Sugar (%)	عملکرد شکر سفید Sugar yield (kg/ha)	کارآیی مصرف آب شکر S.U.E (kg/m³)
Fertilizer Level	Splits									
60%		275.2b	85638.4c	4.7c	342.7c	83.3e	12.6d	7.5de	6415.4d	0.35d
80%	Two	252.6d	74476.3ef	4.2ef	273.1d	82.3e	12.6d	7.4e	5721.9ef	0.32ef
100%		274.1bc	79391.6ed	4.4de	237.9e	83.5e	13.3c	7.9cd	6314.0de	0.35d
60%		265.8c	86368.9c	4.8c	411.6b	88.7a	15.1a	9.4a	8115.1b	0.45b
80%	Three	268.8bc	74582.9fg	4.1fg	266.4d	83.4e	12.3d	7.3e	5499.0f	0.30f
100%		245.6d	71638.4g	3.9g	248.6e	84.8e	13.7c	8.2c	5903.5def	0.33de
60%		294.9a	98199.5a	5.4a	467.6a	85.7bcd	14.4b	8.8b	10539.1a	0.58a
80%	Four	290.0a	95578.3a	5.3ab	347.3c	85.2cd	13.4c	8.2c	7891.1b	0.44b
100%		275.6b	93770.5b	5.2b	267.9d	86.2bc	13.5c	8.2c	7739.6bc	0.43bc
100%	Control	273.3bc	81777.8d	4.5d	233.7e	86.7b	14.3b	8.7b	7187.1c	0.40c

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns using LSD analysis (P<0.05)

ناصری و همکاران (20) نیز کارآیی مصرف آب نیشکر واریته *CP69-1062* را در 20 مزرعه کشت و صنعت حکیم فارابی بین 2/46 تا 3/73 کیلوگرم نی بر مترمکعب آب تعیین نمودند. شینی دشتگل و همکاران (27)، کارآیی مصرف آب به ازای شکر تولیدی در تیمارهای آبیاری معمول، یک در میان متغیر و یک در میان ثابت را به‌ترتیب 0/41، 0/58 و 0/7 کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی و به ازای نیشکر تولیدی به‌ترتیب 3/9، 5/5 و 6/6 بدست آوردند که بیشترین کارآیی مصرف آب به ازای شکر و نیشکر تولیدی مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر به‌ترتیب 0/7 و 6/6 و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری معمول مزارع به‌ترتیب 0/41 و 3/9 کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بودند. بیشترین شکر سفید تولیدی نیز مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر بوده که 14/5 تن در هکتار

به ازای 20604 متر مکعب در هکتار آب آبیاری مصرفی، تولید داشته است.

بیش‌ترین عملکرد نی با 98/2 تن در هکتار در تیمار چهار تقسیطی با سطح کودی 60 درصد بدست آمد که نزدیک به میانگین عملکرد نی در مزارع کشت و صنعت دهخدا بود. میانگین عملکرد نی در کشت و صنعت مذکور در سال زراعی 1392 حدود 106 تن در هکتار بود. ناصری و همکاران (20) عملکرد نی در 20 مزرعه کشت و صنعت حکیم فارابی را در سال زراعی 88-87 بین 51/27 تا 84/99 تن در هکتار اعلام نمودند. تیمار سه تقسیطی با 60 درصد سطح کودی نیز در همه صفات کمی و کیفی مورد مطالعه حائز رتبه اول تا سوم شد (جدول 5) و با توجه به دشواری اعمال تیمارهای چهار تقسیطی از نظر سهولت اجرایی، قابل توصیه است. نکته‌ی قابل توجه آن است که تیمار شاهد در هیچ یک از صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در رتبه اول قرار نگرفته است. از نظر عملکرد نی و کارایی مصرف آب در رتبه چهارم، از نظر شاخص کارآیی مصرف کود در رتبه پنجم، از نظر کارآیی مصرف آب بر اساس شکر تولید شده در رتبه سوم و از نظر شاخص‌های درصد خلوص شربت، ذرات جامد محلول در شربت و درصد شکر سفید در رتبه دوم قرار گرفت (جدول 5).

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق، آزمایش‌های کودآبیاری جویچه‌ای نیشکر به منظور کاهش مصرف کود اوره در یکی از مزارع کشت و صنعت دهخدا اجراء شدند. آزمایش‌ها شامل بررسی تاثیر سه تقسیط کود (دو، سه و چهار تقسیطی) و سه سطح کود اوره (60، 80 و 100 درصد کود مصرفی بر اساس عرف کشت و صنعت به ترتیب معادل 210، 280 و 350 کیلوگرم در هکتار) بر صفات کمی و کیفی نیشکر بودند که با روش مرسوم کوددهی در کشت و صنعت (شاهد) مقایسه شدند. نتایج نشان داد که میانگین صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در تیمار چهار تقسیطی با 60% سطح کودی حائز رتبهٔ برتر شد. هرچند، تیمار سه تقسیطی با 60 درصد سطح کودی نیز در همه صفات مورد مطالعه رتبه اول تا سوم را کسب کرد. لذا، تیمارهای سه و چهار تقسیطی با 60% سطح کودی برای مزارع کشت و صنعت دهخدا توصیه می‌شود. نتایج بیانگر آن است که مصرف بیش‌تر کود اوره در تیمار شاهد و تیمارهای سطوح کودی 80 و 100 درصد منجر به افزایش عملکرد و بهبود صفات کمی و کیفی نیشکر نشده است.

برتری تیمارهای 60 درصد سطح کودی به منزلهٔ صرفه‌جویی 140 کیلوگرم کود اوره در هکتار است. با توجه به وسعت حدود 100 هزار هکتاری کشت و صنعت‌های نیشکری در استان خوزستان، علاوه بر مسایل زیست‌محیطی به معنای کاهش مصرف کود اوره به میزان حدود 12 هزار تن در سال است. پیشنهاد می‌شود چنین پروژه‌هایی برای سایر ارقام تجاری نیشکر در کشت‌های پلانت و راتون کشت و صنعت‌های دیگر هم اجراء شود.

منابع

1- Abbasi F., Simunek J., van Genuchten M.Th., Feyen J., Adamsen F.J., Hunsaker D.J., Strelkoff T.S. and Shouse P. 2003. Overland water flow and solute transport: Model development and field data analysis. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129(2): 71-81.

2- Abbasi F., Liaghat A.M. and Ganjeh A. 2009. Evaluation of fertigation uniformity in furrow irrigation. Journal of Soil and Water, 39 (1): 26-37. (in Persian with English abstract)

3- Abbasi F., Chogan R., Alizadeh H.A. and Liaghat A.M. 2013. Effect of furrow fertigation on fertilizer and water use efficiency, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Journal of Soil and Water, 43 (4): 371-382. (in Persian with English abstract)

4- Adamsen F.J., Hunsaker D.J., Perea H. 2005. Border strip fertigation: Effect of injection strategies on the distribution of water and bromide. Transactions of ASAE, 48(2): 529-540.

5- Alizadeh H.A., Liaghat A.M. and Abbasi F. 2009. The effect of furrow fertigation on fertilizer and water use efficiency, productivity and yield component of corn. Journal of Soil and Water, 23(4): 137-147. (in Persian with English abstract)

6- Asadi M.E., Clemente R.S., Gupta A.D., Loof R. and Hansen G.K. 2002. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield on an acid-sulphate soil in Thailand. Agricultural Water Management, 52(3): 197-213.

7- Bacon P.E. 1995. Nitrogen Fertilization in the Environment. Marcel Dekker Inc. New York, USA. 608 pp.

8- Bahmani A., Boromandnasab S., Behzad M. and Naseri A.A. 2009. Effect of different levels of nitrogen and irrigation on sugarcane water use efficiency and production function. Proceedings of the 2nd Seminar on Management of Irrigation and Drainage Networks, Ahwaz, Iran.

9- Bull T.A. 1971. The C4 pathway related to growth rates in sugarcane. pp. 68-75. In: M.D. Hatch, C.B. Osmond and R.O. Slatyer (Eds.), Photosynthesis and Photorespiration. John Wiley Inc., USA.

10- Bullok D.G., Gascho G.J. and Summer D.R. 1990. Grain yield, stalk root and mineral concentration of fertigation corn as influenced by NPK. Journal of Plant Nutrition, 13 (8): 915-937.

11- Butler D.W., Meyer J.H. and Schumann A.W. 2002. Assessing nitrogen fertigation strategies for drip irrigated

sugarcane in southern Africa. Proceeding of South African Sugarcane Technologists Associations, 76: 162-172.
12- Dart I.K., Baillie C.P. and Thorburn P.J. 2002. Assessing nitrogen application rates for subsurface trickle irrigated cane at Bundaberg. Proceeding of Australian Society of Sugarcane Technologists, 22: 230-235.
13- FAO, 2009. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx
14- Granberry D.M., Harrison K.A. and Kelley W.T. 2000. Drip irrigation.
15- Hairston J.E., Schepers J.S. and Conville W.L. 1981. A trickle irrigation system for frequent application of nitrogen to experimental plots. Soil Science Society of American Journal, 45: 880-882.
16- Hochmuth G.J., Albregts E.E., Chandler C.C., Cornells J., and Harrison J. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip irrigated strawberries. Journal of American Soil Science Society 4, 660-665.
17- Jolaini M. and Abbasi F. 2009. Evaluation of fertigation uniformity and fertilizer losses in furrow irrigation. Journal of Soil and Water, 23 (2), 75-86. (in Persian with English abstract)
18- Lee K.H., and Jose S. 2005. Nitrate leaching in cottonwood and loblolly pine biomass plantations along a nitrogen fertilization gradient. Agriculture, Ecosystems and Environment, 105: 615-623.
19- Malakouti M.J. and Homaee M. 1995. Soil Fertility in Arid Regions. University of Tarbiat Modarres Press, 286 pp, Tehran, Iran. (in Persian)
20- Naseri A.A, Kiani Zadeh A., Hamdan Nejhad M., Houri M. and Joudi F. 2011. Irrigation water productivity and water use efficiency of sugarcane under drought conditions (Case study in Farabi Agro-Industry Company). Proceedings of the 3rd Seminar on Management of Irrigation and Drainage Networks, Ahwaz, Iran.
21- Ng Kee Kwong K.F., Paul J.P. and Deville J. 1999. Drip fertigation–a means for reducing fertiliser nitrogen to sugarcane. Experimental Agriculture, 35: 31–37.
22- Noori M. and Boromandnasab S. 2009. The effect of the variable alternate furrow irrigation at different growth stages on yield and quality of sugarcane in Karoun Agro-Industry Company. Proceedings of the 2nd Seminar on Management of Irrigation and Drainage Networks, Ahwaz, Iran.
23- Playan E. and Faci J.M. 1997. Border irrigation: Field experiment and a simple model. Irrigation Science, 17(4):163-171.
24- Ramezani Etedali H., Liaghat A.M. and Naseri A.A. 2009. Study of sugarcane water use efficiency (Case study in Mirzakouchek Khan Agro-Industry Company). Proceedings of the 2nd Seminar on Management of Irrigation and Drainage Networks, Ahwaz, Iran.
25- Sadeghi Attar M., Behnia A.K. and Kaveh F. 2001. Efficiency in Dez irrigation network. Proceedings of the 10th Seminar on Irrigation and Drainage (ICID), Tehran, Iran.
26- Schumann A.W. 2000. Fertigation for Sugarcane. In: Proceedings of the Fertigation Symposium 25 August 2000. Fertiliser Society of South Africa, Lynnwood Ridge, 0040, South Africa.
27- Sheinidashtegol A., Kashkouli H.A., Naseri A.A. and Boromandnasab S. 2009. Effects of every-other furrow irrigation on water use efficiency and sugarcane characteristics in southern Ahvaz sugarcane fields. Water and Soil Science, 13(49), 45-57. (in Persian with English abstract).
28- Stewart L., Charlesworth P., Bristow K., Thorburn P. 2005. Estimating deep drainage and nitrate leaching from the root zone under sugarcane using APSIM-SWIM. Agricultural Water Management, 81:315-334.
29- Thorburn P.J., Sweeney C.A. and Bristow K.L. 1998. Production and environmental benefits of trickle irrigation for sugarcane: A review. Proceedings of Australian Society of Sugarcane Technologists, 20: 118-125.
30- Weigel A., Meyer J.H., Moodley S., Tonsing W., Nixon D.J. and Van Den Berg M. 2008. Drip irrigated sugarcane response to nitrogen in late and early season cycles. Proceeding of South African Sugarcane Technologists Associations, 81: 333-342.
31- Wiesler F. 1998. Comparative assessment of the efficiency of various nitrogen fertilizers. In: Rengel, Z. (Ed.) Nutrient Use in Crop Production. Food Product Press. NY.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 933-942

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 942-933

Improving Sugarcane Water and Fertilizer Use Efficiency in Furrow Fertigation

F. Abbasi[1]* - A. Sheini Dashtegol[2]- N. Salamati[3]

Received: 23-06-2014
Accepted: 27-10-2014

Introduction: Application of simultaneous nitrogen fertilizer and water as fertigation in surface irrigation systems is developing. In fertigation is possible to increase water and fertilizer use efficiency and it allows growers to apply nutrients in split and small amounts throughout the season in response to crop needs. In this study, sugarcane furrow fertigation experiments is carried out in Dehkhoda agro-industry company to improve fertilizer management, water and nitrogen use efficiency, and reduce urea fertilizer consumption.

Materials and Methods: Large scale furrow experiments were conducted on a plant field. Field experiments were carried out as split plot with a complete randomized block design. Experimental treatments consisted of three fertilizer splits (2, 3, and 4 splits) in main plots and three levels of urea fertilizer (60, 80 and 100% of required urea fertilizer) in subplots and compared with the common method (control) used in the agro-industry fields. Experiments were conducted on a 25 hectare field in 250 meter long and blocked end furrows. Irrigation water during the crop season was applied the same for different fertigation treatments and measured using the WSC flumes in each irrigation events. Irrigation interval varied from 8 to 15 days during the crop season. Qualitative and quantitative traits (e.i., stalk height, cane yield, purity, brix, white sugar yield, and water, fertilizer, and sugar use efficiency) at harvest were measured and analyzed using the MSTATC software.

Results and Discussions: A total of 21 irrigation events during the growing season were measured. Average water consumption in each irrigation event was 865 cubic meters per hectare. Total applied irrigation water during the growing season was 18,155 cubic meters per hectare. Results showed that fertilizer split factor significantly affected the qualitative and quantitative traits at a 5% level of significance. So that, all qualitative and quantitative traits in four split treatments were significantly ($P<0.05$) higher than two and three split treatments. Fertilizer levels only affected the fertilizer use efficiency. Interactions between split factor and fertilizer levels on any of the parameters studied were not significant. Mean comparison of the traits among the control and experimental treatments showed that the four split treatment with 60% fertilizer level, significantly ($P<0.05$) resulted in higher cane height and yield, brix, white sugar yield, water, fertilizer, and sugar use efficiency. Stalk height, cane yield, water, fertilizer, and sugar use efficiency values in this treatment were 294.9 cm, 98.2 ton/ha, 5.4 kg/m^3, 467.6 kg/kg, and 0.581 kg/m^3, respectively. These values in the control treatment were 273.3 cm, 81.8 ton/ha, 4.5 kg/m^3, 233.7 kg/kg, and 0.396 kg/m^3, respectively. Results also confirm that more consumption of urea fertilizer in control and fertilizer level of 80 and 100% treatments did not result in improving the quantity and quality of sugar cane parameters. In most of the studied traits, there was not significant difference between two and three fertilizer split treatments. Due to the difficulty and high cost of fertilizer application in sugarcane fields, application of urea fertilizer in two split will be more effective.

Conclusion: High consumption of urea fertilizers increases threat to environmental risks and water pollution. The latter did not result in improving the quantity and quality of sugar cane parameters in this study. Superior of 60% level of the fertilizer treatments means a saving of 140 kg of urea ertilizer per hectare. With an area of about 100 hectares of cultivation of sugarcane in Khuzestan, in addition to environmental issues is meant to reduce the consumption of urea of 12,000 tons per year. It is suggested to conduct such projects for other commercial varieties of sugarcane in plant and raton fields of other agro-industry companies.

Keywords: CP48-103 variety, Fertilizer level, Split, Urea fertilizer

1- Professor of Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: Fa.abbasi@areo.ir)
2- M.Sc. of Irrigation and Drainage Engineering, Sugarcane Research and Training Institute, Khuzestan, Iran
3- M.Sc. of Irrigation and Drainage Engineering, Agricultural Engineering Research Branch, Research and Training Agricultural and Natural Resources Centre, Khouzestan; Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREO), Iran