اثر سطح ایستابی کم عمق بر تأمین نیاز آبی،کارائی مصرف آب و عملکرد سه رقم گندم

هوشنگ قمرنیا[1] * ، میلاد فرمانی فرد و شهریار ساسانی

دانشیار گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه؛
hghamarnia@razi.ac.ir
دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری زهکشی گروه مهندسی آب دانشگاه رازی کرمانشاه؛
miladfarmanifard@gmail.com
استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه؛
shahriyar.sasani@spii.ir

چکیده

در عصرحاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود. در بسیاری از اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، آب زیرزمینی کم عمق با کیفیت‌های مختلف در دوره رشد گیاهان می-تواند به عنوان یک منبع آبی رایگان و جایگزین آبیاری سطحی یا برای کمک به تأمین بخشی از نیاز آبی گیاه و مـدیریت آب کشاورزی، مورد استفاده قرار گیرد. لذا در این پژوهش به بررسی اثر سطوح ایستابی کم‌عمق 60، 80 و110 سانتی‌متر بر تأمین نیاز آبی، کارائی مصرف آب وعملکرد ارقام مختلف گندم (بهار، کراس البرز و W33g)، در دو سال زراعی90-89 و 890-88 پرداخته شده است. آزمایش‌ها در ایستگاه تحقیقاتی لایسیمتری شماره یک دانشگاه رازی در قالب طرح فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش‌ها، از 45 لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن با ارتفاع 120 سانتی‌متر و به قطر 30 سانتی متر که در سطح زمین با فاصله یک متری از یکدیگر ثابت شدند، استفاده شد. در هر دو سال انجام آزمایش، بیـشترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق 60 سانتی‌متر و کمترین مقدار مصرف مربوط به عمق 110 سانتی‌متر بود. به طـوری کـه متوسط مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام مختلف در طی دو سال تکرار آزمایش‌ها برای اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر بـه ترتیب برابر با 63%، 55% و 45% بدست آمد. همچنین در هر دو سال، رقم کراس البرز بین هر سه عمق سطح ایـستابی از نظـر کارایی مصرف آب فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 1% شد. در مجموع عمق سطح ایستابی بهینه، 80 سانتی‌متر بـود کـه دارای کارائی مصرف آب بالاتر و در عین حال عملکرد مناسبی داشت.

واژه‌های کلیدی: لایسیمتر، مشارکت آب زیرزمینی، گندم رقم کراس البرز، گندم رقم بهار

---

1. کرمانشاه، ، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آب

* دریافت:فروردین، 1391 و پذیرش: شهریور، 1391

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در عصرحاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود. در کشاورزی آبی، سطح ایستابی کم‌عمق منبعی است که با در نظر گرفتن مدیریت تناوبی آبیاری، دائماً از آن چشم‌پوشی می‌شود. در حالی که این منبع این پتانسیل و قابلیت را داراست که مقدار زیادی از آب مورد نیاز گیاه را در شرایط مدیریت بهینه فراهم نماید (1).

از نظر مهندسی راه حل اصلی، پائین انداختن سطح ایستابی از طریق احداث سیستم‌های مختلف زهکشی زیرزمینی است، غافل از اینکه در بعضی موارد بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی نعمتی است که از آن می‌توان جهت جبران قسمتی از نیازهای آب مورد نیاز گیاه استفاده نمود (9). اگر گیاه مجبور به جذب مقداری از نیاز آبی خود از آب زیرزمینی گردد، نتیجتاً مقدار آب جذب شده از خاک و همچنین عمق آبیاری مورد نیاز آن کاهش می‌یابد. وجود منابع آب زیرزمینی کم عمق که اغلب با مسائل شوری و ماندابی مواجه هستند در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان به چشم می‌خورد (2).

در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز تبخیر و تعرق گیاه می‌تواند احتیاجات آبی گیاه را بدون ایجاد اثر منفی بر محصول، کاهش داده و حتی در برخی شرایط نیاز آبی گیاه را به طور کامل برطرف کند. از طرفی نیز سطح ایستابی، در حالتی که در عمق بسیار کمی قرار داشته باشد، بر روی گیاه اثر منفی خواهد داشت (18 و 20). برخی تحقیقات نشان داده‌اند که، سهم آب زیرزمینی در رشد گیاهان بسیار متغیر و پیش‌بینی آن سخت و دشوار است (8 و 16). همچنین تحقیقات نشان داده اند که حدود 20 تا 40% میزان آب مورد نیاز تبخیر و تعرق گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از مویینگی سطح ایستابی در اعماق 0/7 تا 1/5 متر تأمین شود (12، 21 و 22).از طرفی نیز زمانی که سطح ایستابی خیلی کم‌عمق است، ماندابی و زه‌دار بودن خاک، رشد ریشه گندم را محدود کرده و باعث کاهش غلظت و مقدار اکسیژن خاک می‌شود (4). گیاهان جهت بالا بردن شانس دست‌یابی به آب زیرزمینی در شرایط سطح ایستابی عمیق، قادر به توسعه و رشد سیستم ریشه خود در یک مقطع زمانی کوتاه خواهند بود (11).

سینگ و همکاران (1996) [1]، آزمایشات مزرعه‌ای به منظور برنامه‌ریزی آبیاری برای محصول گندم تحت شرایط سطح ایستابی کم عمق در هند انجام دادند. مقادیر فصلی مشارکت آب زیرزمینی بین 141 تا 158 میلی‌متر در سال متغیر بود، همچنین تبخیر و تعرق فصلی محصول گندم بین 343 الی 388 میلی‌متر و سطح آب زیرزمینی در طی فصل رشد از 50 تا 110 سانتی متر در نوسان بود. میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گندم 41% بود (24).

مودودی و همکاران (1383) در مازندران، تاثیر سه تیمار سطح ایستابی با اعماق 30، 60 و 90 سانتی‌متر را با بکارگیری لایسیمترهای زهکش‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم تجن 1 بررسی نمودند که در مجموع بالاترین میزان عملکرد دانه و رشد گندم، در سطح ایستابی 90 سانتیمتر و کمترین آن در سطح ایستابی 30 سانتیمتر از سطح خاک بدست آمد (17).

لوو و همکاران (2010)[2]، در یک آزمایش لایسیمتری میزان مشارکت فصلی آب زیرزمینی در تامین آب مورد نیاز گیاه گندم، با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده و با مدل هایدروس[3] را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی تابعی از مقدار آب ورودی به خاک و عمق آب زیرزمینی بود که گاهاً در شرایط عمق سطح ایستابی 1 متر، این مقدار به 75% می‌رسید (16). تحقیقات اخیری که در کشور چین توسط لیو و همکاران (2011)[4] در شرایط مزرعه و با استفاده از لایسیمتر جهت بررسی اثر سطوح ایستابی مختلف بر عملکرد محصول و راندمان کاربرد آب گندم پاییزه انجام شد، نشان داد که در شرایط دیم ولی پرباران، مشارکت سالانه آب زیرزمینی قادر بود بیشتر از 65% مجموع بارندگی و نیاز تبخیر و تعرق

1. Singh et al
2. Luo and Sophocleous
3. Hydrus
4. Liu and Luo

Archive of SID

www.SID.ir

پتانسیل گندم را برطرف می‌سازد. همچنین هنگامی که سطح ایستابی در عمق کمتر از 110 سانتی‌متر قرار داشت، کمک آب زیرزمینی و بارندگی تقریباً تمامی نیاز سالانه تبخیر و تعرق گندم را تأمین نمود (15).

بنابراین به وضوح اهمیت بکارگیری سطح ایستابی کم عمق (به عنوان یک منبع آب رایگان و در دسترس) و در نتیجه کاهش استفاده از آبیاری سطحی در تأمین تمام یا قسمتی از نیاز آبی گیاهان مشخص است. از طرفی نتیجه بررسی‌ها مطالعات پیشین حاکی از این واقعیت است که نه تنها تحقیقات صورت گرفته در این زمینه محدود بوده است بلکه معدود کارهای انجام شده نیز در مناطق و اقلیم‌های با بارندگی زیادیا مرطوب بوده‌اند و تحقیق قابل توجهی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک که در فصول پرباران و یا در نتیجه آبیاری اراضی بالادست در قسمتی از اراضی سطح ایستابی به نزدیکی ریشه گیاه می‌رسد، گزارش نشده است.

هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی اثر متقابل اعمال سطح ایستابی کم عمق (در اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر) برروی سه رقم مختلف گندم در منطقه خشک و نیمه خشک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه لایسیمتری شماره یک مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه رازی با مختصات جغرافیایی 47 درجه و 9 دقیقه شرقی و 34 درجه و 21 دقیقه شمالی و ارتفاع 1319 متر از سطح دریا انجام شد. در این تحقیق از دو دسته آمار و اطلاعات روزانه و بلند مدت (30 ساله) برای برآورد مشخصات آب و هوایی، محاسبه و برآورد مقادیر ضریب گیاهی روزانه در مقاطع مختلف رشد و همچنین برآورد میزان نیاز آبی طرح با استفاده از روش تشتک تبخیر در سال‌های 88 تا 90 بهره‌گرفته شد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن از نوع نیمه‌خشک می‌باشد[1].

خلاصه ویژگی‌های هواشناسی در دو سال در جدول (1) ارائه شده است. باید اضافه نمود که بر اساس آمار هواشناسی در اختیار گرفته شده، در ماه‌های آذر تا 15 فروردین هر دو سال مقدار تبخیر از تشتک اعلام نشد. با نمونه برداری از خاک‌های منطقه و انجام آزمایش‌های خاکشناسی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه مطابق جدول (2) تعیین گردید. همچنین نتایج تجزیه نمونه‌های آب مورد استفاده برای آبیاری که در ماه های فروردین تا خرداد سال 1390 انجام شد به شرح جدول (3) می‌باشد.

[1]. اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه (مرکز تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی)

Archive of SID

www.SID.ir

1- ویژگی‌های هواشناسی در دو سال تکرار انجام آزمایش‌ها

سال	ماه شمسی	ماه میلادی	حداقل دما (C°)	حداکثر دما (C°)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (%)	مجموع ساعات آفتابی (hr)	روزهای بارانی و برفی	بارندگی ماهانه (mm)	تبخیر از تشتک ماهانه (mm)
88-89	آذر	دسامبر	0/70	11/30	14/80	74/02	136/90	11	24/10	-
	دی	ژانویه	1/40	14/10	6/25	61/26	149/30	6	36/70	-
	بهمن	فوریه	-0/30	11/70	5/94	65/19	158/10	11	68/50	-
	اسفند	مارس	5/20	17/40	7/72	55/72	132/00	11	57/50	-
	فروردین	آپریل	5/20	19/90	7/52	59/19	206/80	12	60/90	79/60
	ردیبهشت	می	9/20	24/60	7/89	56/04	200/40	13	79/70	153/30
	خرداد	جون	13/10	34/50	7/55	25/54	334/40	2	2/70	284/80
89-90	آذر	دسامبر	-1/50	16/80	4/80	52/28	216/90	3	24/00	-
	دی	ژانویه	-2/20	9/70	5/18	71/12	141/50	11	50/50	-
	بهمن	فوریه	-2/70	8/20	6/01	73/10	130/80	15	65/20	-
	اسفند	مارس	0/50	15/60	7/72	51/89	181/50	10	20/40	-
	فروردین	آپریل	4/40	20/30	6/33	46/67	191/30	10	46/90	80/20
	ردیبهشت	می	9/40	23/70	7/89	57/59	179/50	12	119/70	120/46
	خرداد	جون	12/90	33/80	7/25	25/38	314/10	0	0	304/56

جدول 2- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه برداری (cm)	چگالی ظاهری (gr/cm^3)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	EC (dS/m)	pH
30 – 0	1/30	4/2	44/2	51/6	رس سیلتی	27/1	427	8/1	10/8	1/11	1/32	7/4
60 - 30	1/32	3/9	46/5	50/6								
100 - 60	1/34	3/2	43/1	54/7								

جدول 3- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری منطقه مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	SAR $(meq/lit)^{1/2}$	TDS (mg/lit)	سدیم محلول(%)	Na+ (meq/lit)	$Mg^{++}+Ca^{++}$ (meq/lit)	$SO4^{--}$ (meq/Lit)	CL^- (meq/lit)	$CO3^{--}$ (meq/lit)	$HCO3^-$ (meq/lit)
7/0	1/0	0/57	629	11/45	1/12	8/23	1/17	1/68	0/016	6/42

Archive of SID

www.SID.ir

مشخصات و شرایط آماده سازی لایسیمترها

در این تحقیق از تعداد 45 لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن با ارتفاع 120 و قطر 30 سانتی متر که در سطح زمین با فاصله یک متری از یکدیگر ثابت شدند، استفاده شد. انتهای لایسیمترها به طور کاملا آب بندی گردید تا از خروج آب از انتهای آنها جلوگیری شود. یک لایه 5 سانتی‌متری شن در کف لایسیمترها و بر روی آن یک لایه 5 سانتی‌متر ماسه قرار داده شد. در نهایت لایسیمترها از خاک رس سیلتی (عبور داده شده از الک 2 میلی متر خاک زراعی محل) تا فاصله 10 سانتی‌متری از لبه لایسیمتر به صورت لایه‌های 10 سانتی‌متری به صورت دستی متراکم گشته و به چگالی 1/4 گرم بر سانتی‌متر مکعب رسید، پرگردیدند.

در هنگام کشت، آماده‌سازی، سله شکنی و کوددهی خاک انجام شد. کود دهی به دو صورت؛ در ابتدای کشت بذور و در طی رشد گیاه همراه با آب آبیاری انجام گرفت. 150 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل که فقط با 10 سانتی‌متر خاک سطحی مخلوط گردید، 150 کیلوگرم در هکتار کود اوره (ازته) که بصورت محلول، به مقدار توصیه شده در مراحل مختلف رشد همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار می‌گرفت، 100 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و حدوداً 5 تن در هکتار کود دامی پوسیده برای دوره رشد گیاه در نظر گرفته شد.

کاشت بذور (در اول آذر ماه هر دو سال)، بر اساس تعداد 400-450 بذر در متر مربع، همراه با 10 میلی‌متر آبیاری انجام گرفت. سه رقم بذر به عنوان مواد آزمایشی با توصیه مشاور زراعی شامل: بهار و W33g (که ارقامی آبی هستند) و رقم کراس البرز که یک رقم دیم (که به آبیاری تکمیلی واکنش مثبت نشان می‌دهد) است، انتخاب گردید.

نحوه اعمال تیمارهای آبیاری و محاسبات آب مورد نیاز گیاه

برای ایجاد سطوح ایستابی مدنظر از ماریوت سیفون استفاده شد. مخزن آب طوری تنظیم شد که در حالت پر بودن سطح آب هم سطح لوله زهکش لایسیمتر باشد و با مصرف آب مخزن، سطح آب کاهش یابد. سطوح ایستابی 60، 80 و 110 سانتی‌متر نشانگر فاصله زهکش از سطح خاک لایسیمتر می‌باشد. از طرفی مخزن ماریوت نسبت به زهکش لایسیمتر طوری قرار گرفت که بیشینه سطح آب مخزن هم تراز زهکش باشد. برداشت داده‌های آب زیرزمینی به صورت روزانه و رأس یک زمان مشخص از شبانه روز در پایان هر 24 (حدوداً ساعت 18 هر روز مقدار شاخص مخزن هر ماریوت سیفون قرائت و به عنوان میزان مصرف از آب زیرزمینی آن لایسیمتر منظور می‌گردید) صورت می‌گرفت.

لازم به ذکر است که مقدار آب مصرف شده از مخزن در واقع نشان‌دهنده میزان کمک سطح ایستابی به تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد و در این آزمایشها هیچگونه آبیاری سطحی اعمال نشده و صرفاً آب مورد نیاز گیاه از طریق سطح ایستابی کم عمق و با استفاده از خاصیت مویینگی تأمین گردید. برای مقایسه بهتر نتایج، دو تیمار شاهد دیم کامل (که هیچ آبی جز بارندگی دریافت نکرد) و تیمار شاهد آبیاری کامل (فقط در سال دوم تکرار آزمایش‌ها که در کل مدت رشد بر اساس دور آبیاری و نیاز آبی، آبیاری می‌شد) نیز مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت.

برای تعیین تبخیر و تعرق روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله آنها استفاده از تشتک تبخیر کلاس A می‌باشد. روش تشتک تبخیر یک روش سه مرحله‌ای به قرار زیر می‌باشد: تعیین تبخیر از تشتک (E_{pan})، تعیین اثر شرایط محلی بر نیاز آبی گیاه (K_p) و تعیین ضریب گیاهی (K_C)، مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه برای دوره‌های مختلف از رابطه (1) بدست می‌آید:

$$ET_C = K_C \times K_P \times E_{Pan} \qquad (1)$$

در رابطه فوق K_P ضریب تشتک و E_{pan} تبخیر از تشتک (در دوره مدنظر) برای منطقه، K_C ضریب گیاهی و ET_C تبخیر و تعرق واقعی گیاه می‌باشد. مقدار K_P به عواملی

Archive of SID

www.SID.ir

از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و وضعیت قرارگیری تشتک بستگی دارد. مقدار این ضریب برای ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد به ترتیب 0/64، 0/65 و 0/58 بدست آمد. مقدار ضریب K_C برای مراحل مختلف رشد گندم بر اساس پیشنهاد نشریه فائو 56[1] محاسبه و سپس با توجه شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه اجرای طرح (بر اساس روابط و توصیه‌های ارائه شده در نشریه فائو56) اصلاح شده است. به این ترتیب مقدار ضریب گیاهی برای مراحل اولیه، رشد و پایانی به ترتیب برابر با 0/30، 1/22 و 0/37 محاسبه و در نظر گرفته شد.

شاخص کارآیی مصرف آب بر مبنای عملکرد دانه[2]

این شاخص عبارتند از نسبت عملکرد دانه به میزان آب مصرفی که واحد آن کیلوگرم بر متر مکعب یا کیلوگرم بر میلی متر است و از رابطه زیر (جنسن 1987) محاسبه می‌شود (13 و 23):

$$IWUE = \frac{G_y \text{ or } P_y}{IWA} \qquad (2)$$

که در آن G_y میزان عملکرد دانه، P_y مقدار عملکرد پروتئین موجود در دانه (کیلوگرم) و IWA میزان آب مصرفی (متر مکعب) است.

شاخص کارایی ظاهری مصرف آب[3]

این شاخص در واقع به مقایسه عملکرد دانه محصول تحت تیمارهای آبیاری نسبت به تیمارهای مشابه دیم کامل می‌پردازد و از رابطه زیر (کسل و ادواردز، 1985) محاسبه می‌شود (13):

$$AIWUE = \frac{Y_{irr} - Y_{dry}}{W_{irr}} \qquad (3)$$

که در آن AIWUE کارآیی ظاهری مصرف آب، Y_{irr} عملکرد دانه تحت تیمار آبیاری، Y_{dry} عملکرد دانه تحت تیمار دیم، W_{irr} مجموع آب آبیاری مصرف شده بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

برای تعیین مواد موجود دردانه از دستگاه کیفیت سنج[4] استفاده شد. این دستگاه با تابش امواج مادون قزمز به مواد آلی گندم و ثبت انرژی جذب شده، از روی میزان تفاوت انرژی جذب شده در مواد آلی می‌تواند میزان و کیفیت آنها (در اینجا درصد رطوبت و درصد پروتئین موجود در دانه گندم) را مشخص کند. پس از جمع آوری کامل داده‌های اندازه‌گیری شده و قبل از تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از نرم افزارMinitab بررسی شد و در موارد معدود داده‌ها (با روش Kolmogorov-Smirnov) نرمال شد. سپس برای مقایسه میانگین نتایج بدست آمده از دو آزمون دانکن و همچنین آزمون حداقل تفاوت‌های معنی‌دار[5] در دو سطح احتمال 1% و 5% بهره گرفته شد. همچنین آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا و تجزیه و تحلیل شده‌اند.

نتایج

میزان مصرف روزانه، کل آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی

مجموع مقدار آب مصرفی گیاه در طول دوره اعمال تیمار شامل بارندگی و آب زیرزمینی بود که مجموع نتایج کل آب مصرف شده در هر سال بطور جداگانه در جدول (4) آمده‌است.

[1]. FAO-56
[2]. IWUE
[3]. AIWUE
[4]. NIR
[5]. LSD

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4- جدول مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی در دو سال تکرار آزمایش‌ها

سال	شاخص تیمار	عمق سطح ایستابی (cm)	رقم گندم	کل نیاز تبخیر و تعرق (mm)	مجموع بارندگی و رطوبت خاک (mm)	کل آب زیرزمینی مصرفی (mm)		مشارکت آب زیرزمینی(%)		مشارکت روزانه آب زیرزمینی(mm/day)	
88-89	A-1-1	60	W33G	319/9	97/0	264/6	a	63/46	a	4/81	a
	A-1-2	60	کراس البرز			267/1	a	64/06	a	4/86	a
	A-1-3	60	بهار			257/2	ab	61/69	ab	4/68	ab
	A-2-1	80	W33G			225/2	c	54/02	c	4/09	c
	A-2-2	80	کراس البرز			225/8	c	54/16	c	4/11	c
	A-2-3	80	بهار			237/3	bc	56/92	bc	4/32	bc
	A-3-1	110	W33G			195/3	d	46/83	d	3/55	cd
	A-3-2	110	کراس البرز			171/8	d	41/20	d	3/12	d
	A-3-3	110	بهار			196/4	d	47/10	d	3/57	cd
89-90	A-1-1	60	W33G	316/5	119/7	262/9	a	63/04	a	4/69	a
	A-1-2	60	کراس البرز			255/7	a	61/32	a	4/57	a
	A-1-3	60	بهار			271/2	a	65/05	a	4/84	a
	A-2-1	80	W33G			227/7	b	54/62	ab	4/14	ab
	A-2-2	80	کراس البرز			229/9	b	55/13	ab	4/18	ab
	A-2-3	80	بهار			221/3	bc	53/07	b	4/02	b
	A-3-1	110	W33G			191/7	d	45/99	d	3/42	cd
	A-3-2	110	کراس البرز			173/7	d	41/66	d	3/10	d
	A-3-3	110	بهار			196/4	d	47/05	cd	3/51	cd
	T-1	آبیاری کامل	W33G	316/5	119/7	آبیاری سطحی بر اساس نیاز آبی روزانه گیاه و دور آبیاری 7 روزه کل آبیاری سطحی: 210.1 mm					
	T-2		کراس البرز								
	T-3		بهار								

حروف مختلف نشان دهنده وجود تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال 1% (آزمون دانکن) می باشد.

تحلیل آماری در هر سال جداگانه و بین تمامی تیمارها (اعم از ارقام و سطوح ایستابی) انجام شده است. از طرفی نیز بدلیل وجود اختلاف قابل توجه، مقایسه با تیمارهای شاهد (دیم کامل و آبیاری کامل) از نظر آماری انجام نشده و صرفاً مقایسه مقداری صورت گرفته است. سطح ایستابی در فصل بهار و به ترتیب 29 فروردین 89 و 1 اردیبهشت 90 اعمال و در 19 خرداد 89 و 24 خرداد 90 با رسیدگی گیاه و کاهش مصرف آب زیرزمینی، قطع شد. درصد مشارکت آب زیرزمینی بیانگر نسبت آب زیرزمینی مصرفی توسط گیاه در هر لایسیمتر (در مدت وجود سطح ایستابی) نسبت به کل نیاز آبی گیاه (مجموع نیاز تبخیر و تعرق و بارندگی) می‌باشد.

همچنین مقدار مشارکت روزانه آب زیرزمینی نیز نشان دهنده کل آب زیرزمینی مصرف شده نسبت به تعداد روزهای در اختیار بودن سطح ایستابی است. همچنین، در ستون شاخص تیمار، شماره اول نشانگر عمق سطح ایستابی (1، عمق60 سانتی‌متر، 2، عمق 80 سانتی‌متر و 3، عمق 110 سانتی‌متر) و شماره دوم نیز نشانگر رقم گندم (1- رقم W33g، 2- رقم کراس البرز و 3- رقم بهار) می‌باشد. در طول دوره رشد برای همه تیمارها در سال اول برابر 97 میلی‌متر بارندگی و 319/9 میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق و در سال دوم شامل 119/7 میلی‌متر بارندگی و 316/5 میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق بود. برای تیمار شاهد (آبیاری کامل) نیز آبیاری بر اساس دور آبیاری (7 روزه) و نیاز تبخیر و تعرق، انجام شد.

نتایج نشان می‌دهد که از نظر مصرف، درصد مشارکت و متوسط مشارکت روزانه آب زیرزمینی، در سطح احتمال 1% بین تیمارهای سطح ایستابی اختلاف معنی‌دار وجود

Archive of SID

www.SID.ir

داشت اما در هر عمق، بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. با افزایش عمق سطح ایستابی، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی گیاه کاهش یافته است و به عبارتی مقدار مصرف از آب زیرزمینی در عمق 110 سانتی‌متر کمترین و در عمق 60 سانتی‌متر بیشترین مقدار بوده است. در سال 89-88، برای اعماق 110، 80 و 60 سانتی‌متر آب زیرزمینی، بیشترین مصرف آب زیرزمینی بین ارقام مختلف به ترتیب برابر با 196/4، 237/3 میلی‌متر (هر دو متعلق به رقم بهار) و 267/1 میلی‌متر (متعلق به رقم کراس البرز) بوده است. در سال دوم نیز بیشینه مصرف برای اعماق سه‌گانه فوق به ترتیب برابر با 196/4 میلی‌متر (برای رقم بهار)، 229/9 میلی‌متر (برای رقم کراس البرز) و 271/2 میلی‌متر (برای رقم بهار) بدست آمده است. از طرفی نیز کمترین میزان بهره‌گیری از سطح ایستابی کم عمق برای سال اول و دوم به ترتیب برابر با 171/8 و 173/7 میلی‌متر هر دو برای رقم کراس البرز بوده است.

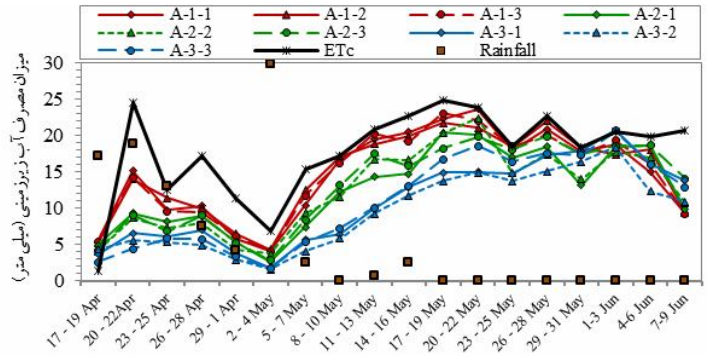
این در حالیست که تیمار شاهد (آبیاری کامل) بر اساس دور آبیاری حدوداً 210 میلی‌متر آبیاری سطحی دریافت نموده است. در نتیجه کاهش30 سانتی‌متر در عمق سطح ایستابی نسبت به عمق 110 سانتی‌متری، مصرف (و مشارکت) آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار در سال اول به ترتیب 29/95 میلی‌متر(7/19%)، 54/10 میلی‌متر (12/96%) و 40/94 میلی‌متر (9/82%) و در سال دوم به ترتیب 33/99 میلی‌متر (10/63%)، 56/19 میلی‌متر (13/47%) و 24/89 میلی‌متر (6/02%) افزایش یافته است که نشان دهنده تأثیرپذیری و استفاده بیشتر رقم کراس البرز از این کاهش عمق سطح ایستابی است.

میانگین مشارکت آب زیرزمینی ارقام مختلف در سال اول برای اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر به ترتیب برابر با 63/07%، 55/03% و 45/04% در سال دوم نیز این مشارکت به ترتیب برابر با 63/14%، 54/27% و 44/92% بوده است که نشان می‌دهد در دو سال تکرار آزمایش‌ها، در مقایسه با سطح ایستابی 110 سانتی‌متر، با کاهش 30 سانتی‌متری عمق سطح ایستابی حدود 8% و با کاهش 50 سانتی‌متری آن حدود 18% میزان مصرف از آب زیرزمینی افزایش یافته است. مشارکت روزانه آب زیرزمینی تحت تأثیر افزایش سطح ایستابی کاهش یافته است (جدول 4)، به طوری که در سال اول کمترین و بیشترین میزان مشارکت به ترتیب برابر با 3/12 و 4/86 میلی‌متر در روز (هر دو برای رقم کراس البرز) و در سال دوم نیز به ترتیب برابر با 3/10 میلی‌متر در روز (برای رقم کراس البرز) و 4/84 میلی‌متر در روز (برای رقم بهار) مربوط به اعماق 110 و 60 سانتی‌متر بوده‌اند.

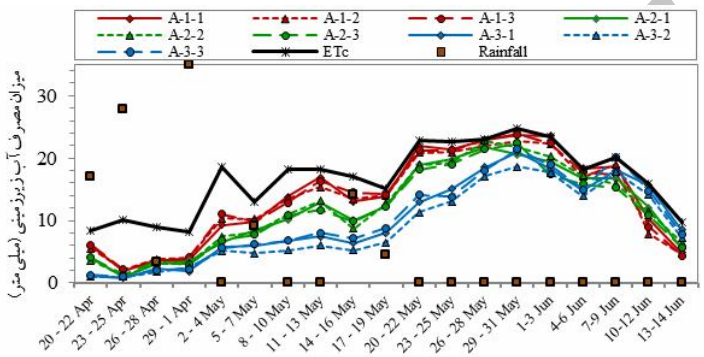
نمودار مصرف آب زیرزمینی در مدت انجام آزمایش برای سال اول در شکل (3) و برای سال دوم در شکل (4) نشان داده شده است. شکل (3) نشان می‌دهد که تیمارهای دارای سطح ایستابی 60 سانتی‌متر، با سرعت بیشتری نسبت به دو عمق 80 و110 سانتی‌متر، نیاز تبخیر و تعرق خود را از آب زیرزمینی تأمین نموده‌اند و در اکثر روزهایی که آب زیرزمینی در اختیار گیاه بوده است نیاز تبخیر و تعرق خود را از این طریق برطرف نموده است. در روزهای پایانی رشد گیاه، تیمارهایی که دارای عمق سطح ایستابی 110سانتی‌متر هستند تقریباً به اندازه تیمارهای دارای سطح ایستابی60 و 80 سانتی‌متر، از آب زیرزمینی بهره گرفته‌اند. در عمق110سانتیمتر، رقم کراس البرز در اکثر روزهای اعمال تیمار، کمترین استفاده از آب زیرزمینی را داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

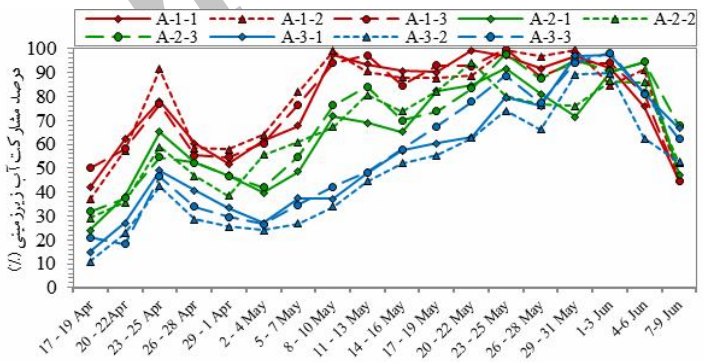


شکل3- نمودار نیاز آبی و مصرف روزانه آب زیرزمینی در روزهای بعد از اعمال سطح ایستابی، سال 89-88



شکل4- نمودار نیاز آبی و مصرف روزانه آب زیرزمینی در روزهای بعد از اعمال سطح ایستابی، سال 90-89

درصد مشارکت آب زیرزمینی در کمک به تأمین نیاز تبخیر و تعرق گیاه در شکل‌های (5) و (6) برای تیمارهای مختلف در مدت انجام آزمایش دو سال نشان داده شده است.



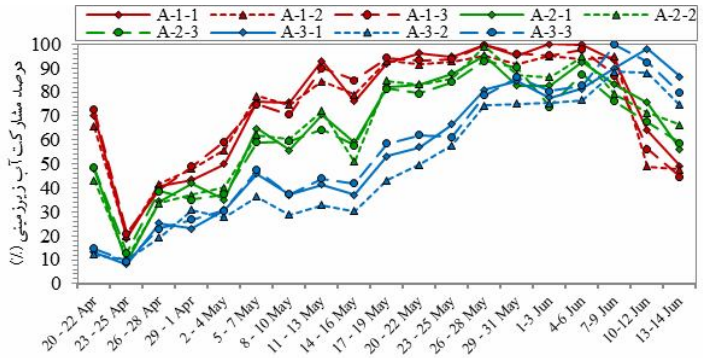
شکل5- نمودار درصد مشارکت روزانه آب زیرزمینی در روزهای بعد از اعمال سطح ایستابی، سال 89-88

در هر دوسال، وجود سطح ایستابی در عمق 60 سانتی‌متر در اکثر روزهای وجود آب زیرزمینی بیش از 50% از مقدار نیاز آبی گیاه را تأمین نموده است. سطح ایستابی در 60 سانتی‌متری در سال اول(89-88) و دوم (90-89)، به ترتیب در حدود 12 روز (از 52 روز وجود سطح ایستابی) و 10روز (از60 روز وجود سطح ایستابی)، به طور متوسط 100% نیاز آبی گیاه را تأمین نموده است. همچنین در هر دو سال مقدار مشارکت آب زیرزمینی برای سطح ایستابی موجود در عمق 110 سانتی‌متر از حدود20% در روزهای ابتدایی اعمال تیمار، به حدوداً 85% در روزهای انتهایی رسیده است و در روزهای

Archive of SID

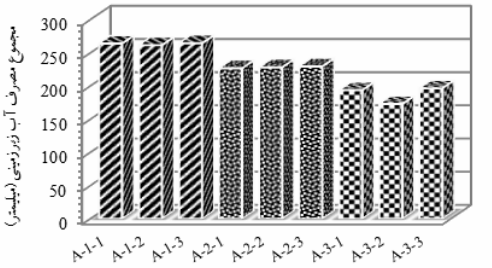
www.SID.ir

پایانی وجود سطح ایستابی عمیق، درصد بیشتری(در مقایسه با روزهای ابتدایی کاشت و اعمال سطح ایستابی) از نیاز آبی گیاه را تأمین نمود. همچنین می‌توان گفت، تیمارهای با عمق سطح ایستابی 110 سانتی‌متر نسبت به تیمارهای 60 و 80 سانتی‌متر نوسانات کمتری در استفاده از سطح ایستابی در مدت وجود آب زیرزمینی داشته‌اند. به عبارتی بهره‌گیری از سطح ایستابی برای تیمارهای عمق 110 سانتی‌متر، دارای سیر صعودی و تقریباً شکل یکنواختی داشته است.

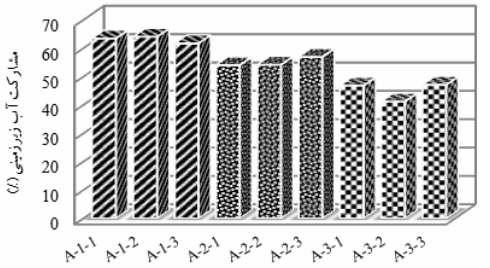


شکل6- نمودار درصد مشارکت روزانه آب زیرزمینی در روزهای بعد از اعمال سطح ایستابی، سال 90-89

متوسط دو ساله میزان مصرف و درصد مشارکت آب زیرزمینی برای تیمارهای مختلف به ترتیب در شکل‌های (7) و(8) نشان داده شده است. بر اساس مقایسه نتایج در سطح ایستابی110 سانتی‌متر نسبت به دو عمق دیگر (80 و60 سانتی‌متر) باید گفت؛ با کاهش 30 سانتی‌متری عمق آب زیرزمینی، برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار، میزان مصرف و مشارکت آب زیرزمینی به ترتیب قریب به 33 میلی‌متر (7/19%)، 55 میلی‌متر (12/96%) و 33 میلی‌متر (9/82%) افزایش یافته است. همچنین با کاهش 50 سانتی‌متری سطح ایستابی نسبت به عمق 110 سانتی‌متری نیز به ترتیب قریب به70 میلی‌متر (9/44%)، 89 میلی‌متر (9/90%) و 68 میلی‌متر (4/77%) مصرف و مشارکت آب زیرزمینی بیشتر شده است (شکل 7 و 8).



شکل7- متوسط مجموع مصرف آب زیرزمینی دو سال تکرار



شکل8- متوسط درصد مشارکت آب زیر زمینی در دو سال تکرار

کارایی مصرف آب

جدول(5) نتایج مقایسه میانگین میزان عملکرد دانه و پروتئین، کارایی مصرف آب زیرزمینی براساس عملکرد دانه و پروتئین و کارایی ظاهری مصرف آب زیرزمینی در دو سال تکرار آزمایش ها (سال‌های 89-88 و 90-89) را نشان می‌دهد. از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال 1% بین تیمارهای مختلف سطح ایستابی و بین ارقام سه‌گانه اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در هر دو سال، از نظر عملکرد دانه و پروتئین برای رقم کراس البرز در اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما برای رقم بهار فقط بین اعماق 60 و 80 سانتی‌متر در هر دو سال اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و در عمق 110 سانتی‌متر اختلاف مشاهده شد. این در حالی است که در هر دو سال، عملکرد دانه و پروتئین با افزایش عمق آب زیرزمینی کاهش یافته است.

www.SID.ir

جدول 5- مقایسه میانگین شاخص‌های عملکرد و کارایی مصرف آب در دو سال تکرار آزمایش‌ها

سال	شاخص تیمار	عمق سطح ایستابی (cm)	رقم گندم	عملکرد دانه (kg/ha)		عملکرد پروتئین (kg/ha)		کارایی مصرف آب (دانه) (kg/m^3)		کارایی مصرف آب (پروتئین) (kg/m^3)		کارایی ظاهری مصرف آب (دانه)(kg/m^3)		پروتئین موجود در دانه (%)		
88-89	A-1-1	60	W33G	9387	b	1758	ab	3/55	ab	0/100	bc	0/17	ab	18/37	a[1]	b[2]
	A-1-2	60	کراس البرز	8868	ab	1824	a	3/32	b	0/103	ab	0/16	ab	20/51	a	a
	A-1-3	60	بهار	10319	a	1954	a	3/99	a	0/084	b	0/23	a	18/94	a	b
	A-2-1	80	W33G	6417	b	1320	bc	2/85	bc	0/067	bc	0/083	c	20/57	a	a
	A-2-2	80	کراس البرز	8352	ab	1714	ab	3/71	ab	0/090	ab	0/15	b	20/52	a	a
	A-2-3	80	بهار	9833	a	1904	a	4/18	a	0/107	a	0/24	a	19/36	a	ab
	A-3-1	110	W33G	6528	b	1259	bc	3/34	b	0/097	a	0/08	c	19/28	a	ab
	A-3-2	110	کراس البرز	6383	bc	1267	bc	3/70	ab	0/074	bc	0/09	b	19/85	a	ab
	A-3-3	110	بهار	5412	c	1001	c	2/76	c	0/051	c	0/10	bc	18/48	a	b
89-90	A-1-1	60	W33G	12728	a	2356	a	4/81	a	0/103	ab	0/29	a	18/51	a	abc
	A-1-2	60	کراس البرز	11333	ab	2318	a	4/42	ab	0/103	ab	0/23	ab	20/44	a	a
	A-1-3	60	بهار	11816	ab	2162	ab	4/36	ab	0/093	ab	0/32	a	18/30	a	bc
	A-2-1	80	W33G	8231	ab	1682	b	3/61	b	0/089	b	0/151	b	20/45	a	abc
	A-2-2	80	کراس البرز	8373	ab	1679	b	3/66	b	0/087	b	0/14	b	20/05	a	ab
	A-2-3	80	بهار	9592	ab	1701	b	4/34	ab	0/107	ab	0/25	a	17/74	a	c
	A-3-1	110	W33G	7523	ab	1442	ab	4/71	ab	0/114	a	0/13	b	19/17	a	abc
	A-3-2	110	کراس البرز	7873	ab	1552	bc	4/54	ab	0/089	b	0/12	b	19/72	a	abc
	A-3-3	110	بهار	6643	b	1316	c	3/37	b	0/067	b	0/154	b	19/82	a	ab
	E-1-1		W33G	3466		602		-		-		-		17/37		
	E-1-2	دیم کامل	کراس البرز	3989		795		-		-		-		19/94		
	E-1-3		بهار	1754		325		-		-		-		18/52		
	T-1		W33G	9561		2122		3/06		0/68		0/19		22/19		
	T-2	آبیاری کامل	کراس البرز	10752		2388		3/45		0/76		0/21		۲۲/19		
	T-3		بهار	8401		1571		2/69		0/50		0/21		18/70		

[1] تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 1% (آزمون دانکن). [2] تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5% (آزمون دانکن)

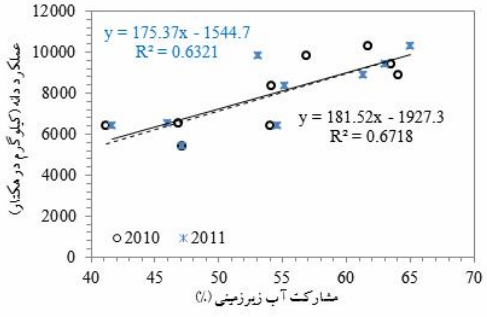
مطابق نتایج بدست آمده، به طور متوسط در سال اول بیشترین عملکرد دانه محصول گندم برابر با 10319 کیلوگرم در هکتار در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر و کمترین عملکرد برابر با 5412 کیلوگرم در هکتار در عمق سطح ایستابی 110 سانتی‌متر، هر دو مربوط به رقم بهار بوده است. در سال دوم نیز بیشترین عملکرد دانه محصول گندم برابر با 12728 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم W33g در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر و کمترین عملکرد برابر با 6643 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم بهار در عمق سطح ایستابی110 سانتی‌متر بوده است. این عملکرد در حالی بدست آمده که برای حالت دیم کامل (بدون اعمال هیچگونه آبیاری)، بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب برابر با 3989 (رقم کراس البرز) و 1754 (رقم بهار) کیلوگرم در هکتار بوده است. برای تیمار شاهد آبیاری کامل (بدون حضور سطح ایستابی) نیز به همین ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب برابر با 10752 (رقم کراس البرز) و 8401 (رقم بهار) کیلوگرم در هکتار بود. پژوهش‌های دیگر نیز افزایش عملکرد محصول گندم تحت افزایش عمق آب

Archive of SID

www.SID.ir

زیرزمینی از 5000 تا 6103 کیلوگرم در هکتار را گزارش کرده‌اند (16). عملکرد دانه در مقایسه نظیر ارقام سه‌گانه تیمارهای آب زیرزمینی با حالت بدون آبیاری نشان می‌دهد که در سال اول، برای عمق 60 سانتی‌متر برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار به ترتیب 147%، 143% و 377%، برای عمق 80 سانتی‌متر به ترتیب 66%، 128% و 354% و در عمق 110سانتی‌متر نیز به ترتیب 64%، 75% و150% افزایش در عملکرد دانه حاصل شده است. همچنین در سال دوم عملکرد برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار، برای عمق 60 سانتی‌متر نیز به ترتیب 267%، 184% و 573%، برای عمق 80 سانتی‌متر به ترتیب 137%، 110% و 447% و در عمق 110سانتی‌متر به ترتیب 117%، 97% و 279%، نسبت به ارقام نظیر در حالت بدون آبیاری افزایش یافته است (جدول 5).

روابط رگرسیونی میان مشارکت آب زیرزمینی و عملکرد دانه در دو سال تکرار آزمایش‌ها، حاکی از وجود ارتباط مسقیم بین این دو ویژگی می باشد. به طوری که با افزایش 25% مشارکت آب زیرزمینی، عملکرد دانه گندم نیز به میزان 4 تا 5 تن در هکتار افزایش یافته است شکل(9). لازم به ذکر است به دلیل وجود ارقام دیم و آبی مختلف و تیمارهای پراکندگی بین داده‌ها نسبتاً زیاد است.



شکل(9)- رابطه مشارکت آب زیرزمینی و عملکرد دانه دردو سال تکرار

از نظر درصد پروتئین موجود در دانه، در هر دو سال در سطح 1% از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد اما در سطح 5%، هم بین ارقام در یک سطح ایستابی و هم میان سطوح ایستابی مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده می‌شود. در حالت عادی و به دور از تنش درصد پروتئین دانه گندم حدوداً 10% تا 12% گزارش شده است[1]، اما در این تحقیق درصد پروتئین دانه بسیار بیشتر از این مقدار است. دلیل این عدم هم خوانی را باید در تأثیر وجود تنشهای محیطی و آبی ناشی از شرایط اعمال شده آزمایش دانست. به طور متوسط بیشترین عملکرد پروتئین دانه در سال اول برابر با 1954 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم بهار در عمق سطح ایستابی60 سانتی‌متر و کمترین عملکرد برابر با 1001 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم بهار در سطح ایستابی 110 سانتی‌متر بوده است. در سال دوم نیز بیشترین عملکرد برابر با 2356 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم W33g در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر و کمترین عملکرد برابر با 1316 کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم بهار در عمق سطح ایستابی 110 سانتی‌متر بوده است. در سال اول به طور متوسط کارائی مصرف آب برای اعماق 60 و 80 سانتی‌متر تقریباً (به ترتیب برابر با 3/62 و 3/58 کیلوگرم بر متر مکعب) و در سال دوم به طور متوسط کارائی مصرف آب برای اعماق 60 و 110 سانتی‌متر به ترتیب برابر با 4/53 و 4/21 کیلوگرم در متر مکعب بوده است که نشان می‌دهد همیشه افزایش مصرف آب سبب افزایش در عملکرد به همان نسبت نشده است. نتایج کارائی مصرف آب بر اساس عملکرد پروتئین نیز در

[1]. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (5) نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده متوسط کارائی بیشتر آب مصرفی برای تیمارهای کم عمق‌تر و به ویژه ارقام مختلف در عمق 60 سانتی‌متر (به جز رقم W33g در عمق 110 سانتی‌متر) است. به این صورت که بیشترین مقدار این شاخص درسال‌های 89-88 و 90-89 انجام آزمایش برای عمق 110 به ترتیب 0/097 و 0/114 کیلوگرم در متر مکعب (برای رقم W33g)، برای عمق 80 سانتی‌متر به ترتیب 0/107 و 0/107 کیلوگرم در متر مکعب (برای رقم بهار) و برای عمق سطح ایستابی60 سانتی‌متر به ترتیب 0/103 و 0/103 (برای رقم کراس البرز) بدست آمده است.

بحث و نتیجه‌گیری

آب زیرزمینی با کیفیت مناسب در طول دوره رشد گیاهان می‌تواند در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به عنوان یک منبع آبی جایگزین آبیاری سطحی یا برای کمک به تأمین بخشی از نیاز آبی گیاه و مدیریت آب در بخش کشاورزی، مورد استفاده قرار گیرد. نتایج تحقیقات گزارش شده حاکی از این واقعیت است که میزان مشارکت آب زیرزمینی (بدون وجود آبیاری سطحی تکمیلی) در تأمین تبخیر و تعرق محصول گندم به طور خطی با افزایش عمق کاهش یافته و مشارکت آب زیرمینی در تامین تبخیر و تعرق محصول در لایسیمترهایی با سطح ایستابی 50 و 100 سانتی‌متر صرف نظر از نوع خاک 90% و40% الی70% بوده است (25).

همچنین بر اساس نتایج بدست آمده در سال‌های 2005-2004 و 2010- 2009 همراه با بارندگی به ترتیب 123 و 224 میلی‌متر، سطح ایستابی 40 تا 150 سانتی‌متر می‌تواند بیش از 65% نیاز آبی گندم را برطرف نماید (15). بر اساس نتایج تحقیق حاضر در طی دو سال90-88، می‌توان ابراز داشت که بهره‌گیری از سطح ایستابی در اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متری، به طور متوسط به ترتیب63% ، 55% و 45% از نیاز تبخیر و تعرق گندم برای دستیابی به محصول و عملکرد بهینه را در منطقه نیمه‌خشک و کم باران مورد مطالعه برطرف نمود که با نتایج حاصل از تحقیقات ارائه شده که مشارکت آب زیرزمینی را بیشتر از50% نیاز تبخیر و تعرق گندم گزارش نمودند، همخوانی داشت (14و 16). بعلاوه، گزارشی حاصل از منطقه نیمه‌خشک و خاک سیلت لوم و سطح ایستابی ثابت 60 سانتی‌متری با شوری 0/5 تا 5/2 دسی‌زیمنس بر متر با مشارکت آب زیرزمینی70% (با توجه به شباهت شرایط آزمایشی)، تأییدی بر نتایج حاصل تحقیق حاضر است (6).

در هر دو سال تکرار طرح رقم کراس البرز در هر سه عمق سطح ایستابی از نظر کارائی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1% بوده است که می‌توان دلیل آن را در دیم بودن این رقم و تأثیرپذیری کمتر از تغییرات سطح ایستابی دانست. نکته قابل توجه این است که در مقایسه با تیمارهای شاهد برای هر رقم در هر دو سال و در اکثر موارد، تیمارهایی که از آب زیرزمینی بهره برده‌اند، کارائی مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه و پروتئین) بالاتری داشته و سود دهی نسبی بیشتری به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج نشان می‌دهد که مقدار شاخص کارائی مصرف آب در این آزمایش‌ها برای ارقام و سطوح ایستابی مختلف در سال اول از 2/76 تا 4/18 کیلوگرم بر مترمکعب و در سال دوم 3/37 تا 4/81 کیلوگرم بر مترمکعب متغییر بوده است. این در حالی است که گزارش شده، در سطح ایستابی 1/5 متری و انجام آبیاری، کارائی مصرف آب برابر 3/59 کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمده است (10). در تحقیقات نشان داده برای مناطق پر باران با افزایش عمق سطح ایستابی (از40 تا150سانتی‌متر)، کارائی مصرف آب زیرزمینی، از 1/45 به 2/95 کیلوگرم در مترمکعب افزایش یافت (15). در گزارشی میزان شاخص کارائی مصرف آب (بر اساس دانه) برای گندم آبی 0/6 تا 1/7 کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (8).

در مطالعه‌ای دیگر که بر روی گندم با به کارگیری آب زیرزمینی و سطحی (با سطوح مختلف شوری) انجام گرفت، در وضعیت حصول بهترین عملکرد، کارائی مصرف آب برابر 1/14 کیلوگرم بر مترمکعب بود (7). بر اساس نتایج بدست آمده از جدول (5)، کارایی ظاهری مصرف آب نیز

Archive of SID

www.SID.ir

بین اعماق سه‌گانه سطح ایستابی و همچنین در مواردی میان ارقام مختلف یک عمق ثابت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در همه موارد در هر عمق سطح ایستابی در بین ارقام مختلف، رقم بهار دارای بیشترین مقدار کارائی ظاهری مصرف آب زیرزمینی بوده است. در مجموع عمق سطح ایستابی بهینه، 80 سانتی‌متر بود که دارای کارائی مصرف آب بیشتر و در عین حال عملکرد مناسبی داشت.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق می توان ابراز داشت که در صورت وجود آب زیرزمینی در عمق کم می‌توان ارقام گندم آبی و حتی دیم را زیر کشت برده و به جای انجام آبیاری سطحی با صرف منابع آب شیرین محدود و انرژی از آب زیرزمینی رایگان و مناسب جهت رفع احتیاجات آبی گیاه بهره برد. همان طور که مشاهده شد رقم دیم کراس البرز و رقم آبی W33g، از نظرعملکرد و همچنین کارائی ظاهری و واقعی مصرف آب، نتایج قابل قبول و در مواردی چشمگیر داشته و جهت کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای محدودیت منابع آب شیرین هستند و از طرفی از نعمت آب زیرزمینی کم عمق 80 تا 120 سانتی‌متر بهره می‌برند، پیشنهاد می‌گردند.

نتایج این تحقیق نشانگر آن است که در فصل بهار (در زمان کشت) برخی اراضی نواحی غربی (از جمله دشت-های بیلوار، دربند، روانسر، نعمت آباد و چمچمال در استان کرمانشاه و دشت ساوجی در استان کردستان) و شمال غرب (آذربایجان غربی و شرقی) که اکثرا دارای اقلیم نیمه-خشک بوده و همچنین در اراضی جلگه‌ای شمال (گیلان و مازندران) و جنوب (استان خوزستان و خصوصاً اراضی گسترده خرمشهر و آبادان) کشور در اغلب ایام سال، بالا بودن آب زیرزمینی ناشی از صعود سطح ایستابی در اثر نزولات جوی و آبیاری اراضی بالادست در دشت‌های این مناطق در زمان رشد گندم می‌تواند به عنوان منبعی جهت تأمین بخش عمده‌ای از نیاز آبی گندم به حساب آمده و لذا به مقدار زیادی در مصرف آب سطحی صرفه‌جوئی به عمل آید.

منابع مورد استفاده

1. Ayars, J. E., Christen, E. W. Soppe, R. W. and Meyer, W. S. 2006. The resource potential of in-situ shallow ground water use in irrigated. Irrigation Science, 24: 147–160.
2. Ayars, J. E., Shouse, P. and Lesch, S. M. 2009. In situ use of groundwater by alfalfa. Agricultural Water Management, 96: 1579-1586
3. Benz, L. C., Doering, E. J. and Reichman, G. A. 1985. Water table and irrigation effects on corn and sugar beet. Trans. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASAE), 28: 1951-1956
4. Brisson, N., Rebisrem, B. Zimmer, D. and Renault, P. 2002. Response of the root system of a winter wheat crop to waterlogging. Plant Soil Environ, 243: 43-55
5. Cassel, D. K and Edwards, E. C.1985. Effects of sub-soiling and irrigation on corn production. Soil Science Society of America Journal, 49:996–1001
6. Chaudary, T. N., Bhatnagar, V. K. and Prihar, S. S. 1974. Growth response of crops to depth and salinity of ground water and soil submergence. I. Wheat (Triticum aestivum L.). Argon Journal, 66:32–35
7. Gowing, J. W., Rose, D. A. and Ghamarnia, H. 2009. The effect of salinity on water productivity of wheat under deficit irrigation above shallow groundwater. Agricultural Water Management 96: 517– 524
8. Grismer, M. E., Gates, T. K. and Hanson, B. R. 1988. Irrigation and drainage strategies in salinity problem areas. California. Agriculture. 42:23-24
9. Gupta, R., Yadav, R. L. and Rajendra, G. 1993. Ground water contribution to evapotranspiration of sugarcane during summer. Cooperative-Sugar. 25: 113-115

Archive of SID

www.SID.ir

10. Huo, Z., Feng, S. Huang, G. Zheng, Y. Wang, Y. and Guo, P. 2011. Effect of groundwater level depth and irrigation amount on water fluxes at the groundwater table and water use of wheat. Irrigation and Drainage. 61: 348-356
11. Kahlown, M. A., Ashraf, M. and Zia-ul-Haq. 2005. Effect of shallow groundwater table on crop water requirements and crop yields. Agricultural Water Management, 76: 24–35
12. Khandker, M. H. K., Gowing, J. W. and Rose, D. A. 1994. Influence of salinity and water table depth on water uptake by plant roots. Proceedings International Conference on Agricultural Engineering, Milan, Italy, Aug-Sept
13. Khyraei, J., Tavakoli, A. R. Entesari, M. R. and Salamat, A. R. 1996. Deficit Irrigation Manual. Iranian National Committee on Irrigation & Drainage (IRNCID). (in Farsi)
14. Kruse, E. G., Champion, D.F. Cuevas, D. L. Yoder, R. L. and Young, D. 1993. Crop water use from shallow saline water tables. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASAE), 36: 696–707
15. Liu, T., and Luo, Y. 2011. Effects of shallow water tables on the water use and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under rain-fed condition. Australian Journal of Crop Science (AJCS), 5(13): 1692-1697
16. Luo, Y., and Sophocleous, M. 2010. Seasonal groundwater contribution to crop-water use assessed with lysimeter observations and model simulations Original Research Article. Journal of Hydrology, 389: 325-335
17. Mododi, M. N., Esmaili Azad-Galeh, M. E. and Tashakori, E. 2004. Study of groundwater table depth effect on Tajan wheat cultivar growth and production. Agriculture Science and Natural Resource Journal of Khazar. 2(3): 57-65 (in Farsi)
18. Nosetto, M. D., Jobbagy, E. G. Jackson, R. B. and Sznaide, G. A. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the inland pampas. Field Crop Research, 113: 138-148
19. Pereira, L. S., Oweis, T. and Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. Agricultural Water Management 57: 175-206
20. Pratharpar, S. A and Qureshi, A. S. 1998. Modelling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth of water table and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. International Journal Water Resource, 15: 141-159
21. Ragab, R. A and Amer, F. 1986. Estimating water table contribution to the water supply of maize. Agricultural Water Management, 11: 221-230
22. Ragab, R. A., Amer, F. and El-ghamary, W. M. 1988. The conjunctive use of rainfall and shallow water table in meeting water requirements of Faba beans. Journal of Agronomy and Crop Science. 160: 47-53
23. Shih, S. F and Rahi, G. S.1985. Evapotranspiration, yield, and water table studies of celery. Trans. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASAE), 28: 1212-1218
24. Singh, R. V and Chauhan, H. S. 1996. Irrigation scheduling in wheat under shallow water table condition. Evapotanspiration and irrigation scheduling. Proceedings of the International Conference, San Antonio, Texas, USA, November 3-6 1996. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 103-108
25. Torres, J. S. 1987. Modeling the influence of the water table on crop water use as affected by irrigation. Ph.D. Thesis. Utah State University, USA
26. Zwart, S. J and Bastiaanssen, W. G. M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management. 69: 115–133
27. Meek, B. D., Stolzy, E. C. L. H. and Labanauskas, C. K. 1980. Cotton yield and nutrient uptake in relation to water table depth. Soil Science Society of America Journal, 44:301-305

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir