نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره3، جلد 11، مرداد - شهریور 1396، ص. 355-346

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 11, Agu.-Sept. 2017, p. 346-355

بررسی امکان استفاده از آب زیرزمینی کم عمق توسط بقولات (شواهد با بررسی دو رقم نخود) در اقلیم نیمه‌خشک

هوشنگ قمرنیا[1*]، بی‌نظیر نظری[2]، محمد اقبال قبادی[3]

تاریخ دریافت: 1395/4/13 تاریخ پذیرش: 1395/9/23

چکیده

آب زیرزمینی کم‌عمق، یک منبع آب بالقوه و کارآمد در کشاورزی است. این پژوهش به بررسی اثر اعمال سطوح ایستابی کم‌عمق 60، 80 و 110 سانتی‌متر بر تامین نیاز آبی، کارایی مصرف آب و عملکرد دو رقم نخود (آزاد[4] و بیونیج[5]) در دو سال زراعی 92-1391 و 93-1392 پرداخته است. آزمایشات در ایستگاه لایسیمتری تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی و در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کاملا تصادفی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که، در دو سال اجرای طرح، بیش‌ترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق 60 سانتی‌متر و کم‌ترین مربوط به عمق 110 سانتی‌متر به ترتیب با حدود 65 و 22 در صد بوده است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کارایی مصرف آب زیرزمینی و براساس عملکرد دانه در دو سال اجرای طرح، مربوط به رقم آزاد در اعماق 110 و 60 سانتی‌متری بوده. در سال اول و دوم اجرای طرح، بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی80 سانتی‌متر و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر بوده است.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، سطح ایستابی کم‌عمق، عملکرد، کارایی مصرف آب، نخود

مقدمه

درحال حاضر کشاورزی تکیه‌گاه مهم امنیت غذایی و حیات اقتصادی کشور می‌باشد. از طرف دیگر آب به عنوان مهم‌ترین و محدود کننده‌ترین عامل تولید است. امروزه کمبود آب مشکل اصلی اغلب کشورهای جهان بوده، زیرا منابع آب تجدید شونده جهان محدود می‌باشد. همچنین مشکلات ناشی از کمبود آب برای آن دسته ازکشورها نظیر ایران که اغلب نقاط آن در اقلیم‌های خشک و نیمه-خشک با بارش ناکافی قرار گرفته و فاقد منابع کافی آب شیرین هستند، بیش‌تر است. اگر گیاه مجبور به جذب مقداری از نیاز آبی خود از آب زیرزمینی گردد، در نتیجه مقدار آب جذب شده از خاک و همچنین دور و عمق آبیاری مورد نیاز آن کاهش می‌یابد. بنابراین آب زیرزمینی کم عمق، یک منبع آب بالقوه و کارآمد در کشاورزی است که بعضی اوقات آن را آبیاری زیرزمینی نیز می‌نامند. داهان وپال وجود منابع آب زیرزمینی کم‌عمق که اغلب با مسایل شوری و ماند آبی مواجه هستند در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به چشم می‌خورد. از نظر مهندسی راه حل اصلی، پایین انداختن سطح ایستابی از طریق احداث سیستم‌های مختلف زهکشی زیرزمینی است، غافل از این‌که بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی مزیتی است که از آن می‌توان جهت جبران قسمتی از نیازهای آب مورد نیاز گیاه استفاده نمود(Dhan and Pal., 1991). مطالعات مختلف جنس و همکاران همچنین نستو و همکاران و پراتارپرات و قریشی، نشان داد که حدودا بین 20 تا 40 درصد میزان تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از موییینگی سطح ایستابی در اعماق 0/7 تا 1/5 متر تامین شود (Jensen et al., 1983 ; Nosetto et al., 2009, Pratharpar and Qureshi., 1998). داهان وپال در شرایط وجود آب زیرزمینی غیرشور میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز تبخیر تعرق محصولات پاییزی در حدود 20 الی 40 درصد و برای محصولات تابستانه که در شرایط سطح ایستابی متوسط کشت شده بودند 50 درصد بود. آن‌ها همچنین گزارش کردند که برای تعیین عمق طراحی زهکش‌های زیرزمینی در شرایط حضور آب زیرزمینی شور دو فاکتور صعود موییینگی و نوسان سطح ایستابی در

1- استاد و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه - ایران
2- کارشناسی ارشد، آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه- ایران
3- استادیار، دکتری زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی، هیات علمی گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه- ایران
(* - نویسنده مسئول : Email: hghamarnia@razi.ac.ir)
4- Cicer arietinum-azad
5- Cicer arietinum- Bivanij

نظر گرفته شود(Dhan and Pal., 1991). کندکار و همکاران همچنین لیو و لو طبق بررسی‌های خود دراقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، مشارکت آب زیرزمینی بر نیاز تبخیر و تعرق گیاه می‌تواند احتیاجات آبی گیاه را بدون ایجاد اثر منفی بر محصول، کاهش داده و حتی در برخی شرایط به‌طور کامل بر طرف کند اما در حالتی که سطح ایستابی، در عمق کمی قرار داشته باشد، اثر منفی بر روی گیاه خواهد داشت (Khandkeret al., 1994 ; Liu and Luo., 2011). قمرنیا و همکاران (1391) با بررسی سه سطح ایستابی 60، 80 و 110 سانتی‌متر بر روی سه ژنوتیپ گندم، به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق 60 سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار مصرف از آب زیرزمینی نیز مربوط به عمق 110 سانتی‌متر بود. به‌طوری که متوسط مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام مختلف در طی دو سال تکرار آزمایش‌ها برای اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر، به ترتیب 63 درصد، 55 درصد و 45 درصد به دست آمد. همچنین در دو سال تکرار آزمایش، رقم کراس البرز بین سه عمق سطح ایستابی از نظر کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد مشاهده نشد. کندکار و همکاران تحقیقاتی که در کشور چین در شرایط مزرعه و با استفاده از لایسیمتر بر روی گندم جهت بررسی اثر سطوح ایستابی مختلف بر روی عملکرد محصول و راندمان کاربرد آب انجام شد، نشان داد که مشارکت سالانه آب زیرزمینی (که در اعماق 40 تا 150 سانتی‌متر قرار داشت) بیش‌تر از 65 درصد مجموع بارندگی و نیاز تبخیر و تعرق پتانسیل گندم را بر طرف می‌سازد. همچنین وقتی که سطح ایستابی در عمق کم‌تر از 110 سانتی‌متر قرار داشت، کمک آب زیرزمینی و بارندگی تقریبا تمامی نیاز سالانه تبخیر و تعرق گندم را تامین نمود (Khandker et al., 1994). بنابراین به وضوح اهمیت به‌کارگیری سطح ایستابی کم‌عمق (به عنوان یک منبع آب رایگان و در دسترس) و در نتیجه کاهش استفاده از آبیاری سطحی در تامین تمام یا قسمتی از نیاز آبی گیاه مشخص است. از طرفی نتیجه بررسی مطالعات پیشین حاکی از این واقعیت است که نه تنها تحقیقات صورت گرفته در این زمینه محدود بوده، بلکه معدود کارهای انجام شده نیز در مناطق و اقلیم‌های با بارندگی زیاد یا مرطوب بوده‌اند و تحقیق قابل توجهی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک که در فصول پر باران و یا در نتیجه آبیاری اراضی بالادست در قسمتی از اراضی سطح ایستابی به نزدیکی ریشه گیاه می‌رسد، گزارش نشده است. از آنجایی‌که در بسیاری از دشت‌های موجود در استان‌های شمالی، غربی، شمال‌غربی و جنوب‌غربی ایران پتانسیل استفاده از آب زیرزمینی کم عمق در ماه‌های مختلفی از سال برای استفاده محصولات زراعی و باغی وجود دارد، بنابراین در این تحقیق، به بررسی امکان استفاده از آب زیرزمینی با سطوح مختلف جهت بررسی امکان استفاده گیاهان خانواده بقولات از سطح سفره آب زیرزمینی در ماه‌های کشت بر روی دو رقم نخود که تاکنون در هیچ مرجعی گزارش نشده مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی 1392 و 1393 و در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب واقع در پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه صورت گرفت، که دارای طول جغرافیایی 47 درجه و 9 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 34 درجه و 21 دقیقه شمالی می‌باشد و در ارتفاع 1319 متری از سطح دریا قرار گرفته است. در طی مدت انجام تحقیق داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی تمام اتوماتیک که به فاصله صد متری از محل آزمایش قرار داشت، به صورت روزانه دریافت گردید. متوسط پارامترهای مختلف هواشناسی در طول دوره آزمایش در جدول 1 ارایه گردیده‌اند. در این تحقیق از 18 لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن و قطر 30 سانتی‌متر استفاده شد که انتهای این لایسیمترها توسط رینگ و فلنچ کاملا آب‌بندی تا از خروج آب از انتهای آن‌ها جلوگیری شود. یک لایه 5 سانتی‌متری شن در کف این لایسیمترها ریخته شد که بر روی آن یک لایه 5 سانتی‌متر ماسه قرار گرفت و در نهایت لایسیمترها از خاک رسی سیلتی (خاک زراعی محل) که شامل 49/6 درصد رس، 41/7 درصد سیلت و 8/7 درصد ماسه پر گردیدند. در موقع انجام عملیات کشت نیز، عملیات قبل از کاشت اعم از آماده‌سازی، سله شکنی و کوددهی خاک با دقت مناسب صورت گرفت. در موقع کاشت (اواخر اسفند ماه در هر دو سال)، با توجه به تعداد مطلوب بذر کشت شده در هکتار (50 بذر در متر مربع) و انجام محاسبات بر اساس قطر لایسیمتر، برای لایسیمتر با قطر 30 سانتی‌متر، با توجه به فاصله کشت مناسب تعداد 6 گیاه در هر لایسیمتر منظور گردید. ضمنا در جدول‌های 2 و 3 و 4 مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه آمده است.

نحوه اعمال تیمارهای آبیاری و محاسبات نیاز آبی گیاه

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کامل تصادفی صورت پذیرفت. برای ایجاد سطوح ایستابی در لایسیمترها از ماریوت سیفون استفاده شد. مخازن به نحوی تنظیم شدند که در حالت پر بودن سطح آب هم سطح لوله زهکش لایسیمتر بوده و با مصرف آب مخزن، سطح آب کاهش یابد. سطح ایستابی 60، 80 و 110 سانتی‌متر نشانگر فاصله زهکش از سطح خاک لایسیمتر است. از طرفی مخزن ماریوت نسبت به زهکش لایسیمتر به نحوی قرار گرفت که بیشینه سطح آب مخزن هم تراز زهکش باشد. برداشت داده‌های آب زیرزمینی به صورت روزانه و در یک زمان مشخص از شبانه روز در پایان هر 24 ساعت (حدودا ساعت 8 هر روز مقدار شاخص مخزن هر ماریوت سیفون قرائت و به عنوان میزان مصرف از آب زیرزمینی آن لایسیمتر منظور گردید). لازم به ذکر است که مقدار

آب مصرف شده از مخزن در واقع نشان دهنده میـزان کمـک سـطح ایستابی به تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد.

جدول1- میانگین پارامترهای هواشناسی در سال‌های 92-1391 و 93-1392

سال	ماه	میانگین دمای کمینه (C)	میانگین دمای بیشینه (C)	میانگین سرعت باد (m/s)	میانگین رطوبت نسبی (%)	میانگین ساعات آفتابی (hr)	بارندگی ماهیانه (mm)	تبخیر تعرق ماهانه تشتک تبخیر (mm)
1391-1392	اسفند	2/3	16/1	3/84	52/37	5/84	19/5	0
	فروردین	4/4	21/9	3/31	42/45	7/29	10/8	96/7
	اردیبهشت	7/7	22/9	3/47	54/24	5/33	69/5	131/4
	خرداد	12/4	32/3	3/54	27/35	9/24	0/2	286/0
1392-1393	اسفند	2/0	16/0	2/64	55/39	6/09	47/4	0
	فروردین	4/8	19/4	3/13	53/13	8/10	31/1	64/0
	اردیبهشت	9/2	27/2	2/84	44/71	8/39	12/4	194/1
	خرداد	13/0	44/0	3/35	26/39	9/54	7/9	283/4

جدول2- خصوصیات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه

بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (g/cm3)	عمق (cm)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
سیلتی کلی	1/3	0-60	3/7	42/3	45

جدول3- خصوصیات شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

pH	Ec (µmohs/cm)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (%)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	CU (mg/kg)
7/3	1/2	26	44	1/38	7/8	11/9	1/26	1/64

جدول4- خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه

EC	TDS Mg/lit	pH	$CO3^{--}$ Meq/l	$HCO3^{-}$ Meq/l	CL^{-} Meq/l	$SO4^{--}$ Meq/l	مجموع آنیون‌ها	$Mg^{++}+Ca^{++}$ Meq/l	Na+ Meq/l	مجموع کاتیون‌ها	SAR
1000	640	6/9	0	6/2	1/8	1/15	9/28	8/16	1/09	9/23	0/54

برای تعیین میزان تبخیر و تعرق، روش‌های متعـددی وجـود دارد که از جمله آن‌ها استفاده از تشتک تبخیر کلاس A مـی‌باشـد. روش تشتک تبخیر یک روش سه مرحله‌ای به قرار زیر است. تعیین تبخیـر از تشتک (Epan)، تعیین اثر شرایط محلی بر نیاز آبـی گیـاه (Kp) و تعیین ضریب گیاهی (KC)، مقدار تبخیر و تعـرق واقعـی گیـاه بـرای دوره‌های مختلف که از رابطه 1 بدست می‌آید:

$$ETC = Kc \times Kp \times Epan \quad (1)$$

که در آن:

Kp: ضریب تشتک

Epan: تبخیر از تشتک (میلی‌متر بر روز)

Kc: ضریب گیاهی

ETC: تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر بر روز)

مقدار Kp به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هـوا، سـرعت باد و محیط اطراف تشتک بستگی دارد. کـه عـددی بـین (0/6-0/8) بود که در این تحقیق از مقادیر توصیه شـده در نشـریه فـائو 56 اخـذ گردید. همچنین در این رابطه با تعیـین مقـدار، K_cاز جـداول توصـیه شده در نشریه فائو 56 استفاده شده است(Allen et al., 1998).

لازم به ذکر است که در ایـن تحقیـق هـیچ گونـه اسـتفاده‌ای از آبیاری سطحی نشده است و صرفا آب مورد نیاز گیاه از طریـق سـطح ایستابی کم عمق و با استفاده از خاصیت مویینگی تامین گردید. زمان اعمال تیمار آب زیرزمینی با شروع مرحله گلدهی، در سال اول اجرای آزمایش 31 فروردین و در سال دوم، 4 اردیبهشت در نظر گرفته شد.

پارامتر کارایی مصرف آب بر مبنای عملکرد دانه (IWUE)

پارامتر کارایی مصرف آب بر مبنای عملکرد دانه عبارت است از نسبت عملکرد دانه به میزان آب زیرزمینی مصرفی (کیلوگرم بر مترمکعب یا کیلوگرم بر میلی‌متر) است (رابطه 2) (Gupta et al., 1993).

$$IWUE = \frac{G_y}{IWA} \quad (2)$$

که در آن:

G_y: میزان عملکرد محصول (کیلوگرم)

IWA: میزان آب زیرزمینی مصرفی (متر مکعب) است.

نحوه‌ی اندازه‌گیری پروتئین

به منظور اندازه‌گیری پروتئین دانه نخود از دستگاه کجلدال استفاده گردید. در ابتدی کار یک سری مواد شیمیایی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام عملیات هضم به روی آن‌ها مورد نیاز بودند که این مواد عبارت بودند از: متیل رد[1] بروموکروزول‌گرین[2]، سدیم هیدروکسید[3]، بوریک اسید[4]، سولفوریک اسید[5]، اتانول[6] و آب اکسیژنه[7]. اکسیژنه[7]. عملیات هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون مرطوب صورت پذیرفت. به این صورت که ابتدا توسط هاون فلزی (برنجی) نمونه‌ها را پودر کرده وسپس نیم‌گرم از نمونه گیاهی پودر شده داخل بالن ژوژه (100 میلی‌لیتری) ریخته شد. سپس مقدار 3/8 میلی‌لیتر از مخلوط اسید سولفوسالسیلیک[8] به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت 1 شبانه روز در این حالت باقی ماندند، روز بعد نمونه‌ها به مدت 1 ساعت بر روی Hot Plate با دمای 200 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. در این زمان رنگ نمونه‌ها سیاه می‌باشند، نمونه‌ها را از روی صفحه داغ برداشته و 10 دقیقه به آن‌ها فرصت داده شد که سرد شوند. سپس به مقدار 1 میلی‌لیتر محلول آب اکسیژنه اضافه شد و دوباره بر روی Hot Plate قرار داده شدند و هر 10 دقیقه یک‌بار این کار تکرار گردید. البته به تدریج در هر مرحله دما بالا برده شد تا به دمای 320 درجه سانتی‌گراد رسید، تا زمانی که عصاره‌ی گیاهی بی‌رنگ گردد و در مرحله بعدی دما تا 400 درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. بعد از بی‌رنگ شدن نمونه‌ها چند دقیقه به آن‌ها فرصت داده شد تا به اصطلاح از سوزن سوزن شدن بیفتند و آب اکسیژنه باقی‌مانده در تبخیر شود. در مرحله آخر بعد از سرد شدن، عصاره‌ها با آب دیونیزه در بالن ژوژه به حجم رسانده شدند و سپس آماده‌ی اندازه‌گیری پروتئین توسط دستگاه کجلدال گردید (مدل این دستگاه PRO – NITRO II و ساخت کشور ژاپن است (AOAC, 1990).

1- Methyl red
2- Bromocrossolgrin
3- Sodium Hydroxide
4- Boric acid
5- sulfuric acid
6- Ethanol
7- Hydrogen Peroxide
8- Sulfosalicylic acid

نتایج و بحث

میزان مصرف روزانه کل آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی

مجموع نتایج کل آب استفاده شده، در هر سال به طور جداگانه در جدول 5 آمده است. کل آب مورد نیاز در طول دوره رشد برای همه‌ی تیمارها در سال زراعی 1392-1391 شامل 80/5 میلی‌متر بارندگی و حدود 373 میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق در سال 1393-1392 شامل 52 میلی‌متر بارندگی و 491 میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق بود. همان‌طور که از جدول مشخص است، در دو سال اجرای طرح، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به اعماق 60 سانتی‌متر و 110 سانتی‌متر است. در سال 1392-1391 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مصرف آب زیرزمینی برابر با 250/2 میلی‌متر برای رقم آزاد و 81 میلی‌متر برای رقم بیونیج و در سال 1393-1392 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مصرف از آب زیرزمینی برابر با 309/2 میلی‌متر برای رقم آزاد و 115/9 میلی‌متر برای رقم بیونیج بدست آمده است. میزان مشارکت آب زیرزمینی نیز به طور متوسط در سال اول بیش‌ترین مشارکت آب زیرزمینی در عمق60 سانتی‌متری معادل67/06 درصد و کم‌ترین مشارکت مربوط به عمق 110 سانتی‌متر 21/73 درصد و در سال دوم اجرای طرح، بیش‌ترین مشارکت آب زیرزمینی در عمق 60 سانتی‌متری 63/09 درصد و کم‌ترین مشارکت مربوط به عمق 110سانتی‌متر 23/65 درصد بوده است. بنابراین مطابق نتایج به دست آمده در یک دید کلی می‌توان اظهار نمود که با افزایش عمق سطح ایستابی، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان افزایش فاصله بین ریشه گیاه و سطح ایستابی دانست که در نتیجه این موضوع دسترسی ریشه گیاه به آب جهت رفع نیاز آبی کم‌تر شده و در نهایت میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه کاهش می‌یابد.

این نتایج با تحقیقات کالون و همکارانش (1998) هم‌خوانی دارد به طوری که دیده شده بین عمق سطح ایستابی و سهم استفاده گیاه از آب زیرزمینی ارتباط معکوس برقرار است (Kahlown et al., 1998).

علاوه بر این مشخص شد که اختلاف بین میانگین مشارکت آب زیرزمینی در سال اول و دوم اجرای طرح برای اعماق ۶۰،۸۰ و110 سانتی‌متر در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد. با گذشت زمان و رشد بیش‌تر گیاه و به تبع آن ریشه میزان دسترسی گیاه به آب زیرزمینی در اعماق پایین‌تر نیز رو به افزایش است و گیاه که از آبیاری سطحی استفاده نکرده است، سعی در جذب بیش‌تری از آب زیرزمینی داشته که همیشه در عمق ثابت در دسترس بوده است.

شکل‌های 1 و 2 نیاز آبی گیاه و مجموع مصرف آب زیرزمینی در دو سال اجرای طرح، را به صورت نمودار پیوسته نشان می‌دهد. در سال اول و دوم اجرای طرح، 4 اردیبهشت به عنوان شروع مصرف واقعی گیاه از آب زیرزمینی در نظر گرفته شد.

در ابتدای دوره با توجه به عدم تکامل ریشه استفاده از آب زیرزمینی کم‌تر است اما رفته رفته با تکامل و توسعه بیش‌تر ریشه، دسترسی آن به سطح ایستابی راحت‌تر شده و به تبع آن تمایل گیاه به استفاده از آب زیرزمینی افزایش یافته است، و در روزهای پایانی رشد نیز با رسیدگی محصول و کاهش نیاز آبی گیاه، مصرف آب زیرزمینی نزول یافته و کم،کم قطع شده که به‌خوبی در اشکال 1 و 2 برای دو سال تکرار طرح، این روند مشهود است.

جدول5- نتایج مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی در دو سال اجرای طرح

سال	عمق سطح ایستابی (m)	ارقام نخود	کل نیاز تبخیر و تعرق (mm)	مجموع بارندگی (mm)	کل آب زیرزمینی مورد استفاده (mm)	مشارکت آب زیرزمینی (%)
1391-1392	0/6	آزاد	373	80/5	250/2a	71/54a
	0/6	بیونیج			241/9b	70/85a
	0/8	آزاد			182/3c	64/69b
	0/8	بیونیج			169/5d	63/01c
	1/1	آزاد			91/55e	47/91d
	1/1	بیونیج			81/04f	44/87e
1392-1393	0/6	آزاد	491	52	309/2a	81/11a
	0/6	بیونیج			299/0b	80/59a
	0/8	آزاد			229/2c	76/09b
	0/8	بیونیج			208/5d	74/33c
	1/1	آزاد			116/0e	61/69d
	1/1	بیونیج			e115/9	61/64d

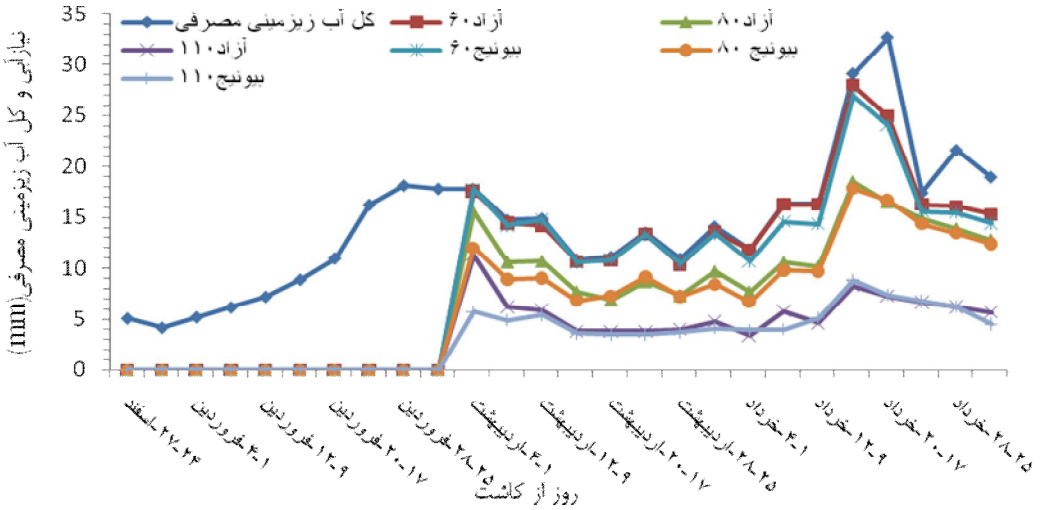
حروف مختلف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد

باید گفت تیمارهای دارای سطح ایستابی 60 سانتی‌متر، با سرعت بالاتری نسبت به دو عمق 80 و 110 سانتی‌متر نیاز آبی خود را از آب زیرزمینی جذب نموده است. و در اکثر روزهایی که آب زیرزمینی در اختیار گیاه بوده است نیاز تبخیر وتعرق خود را از این طریق برطرف نموده است.

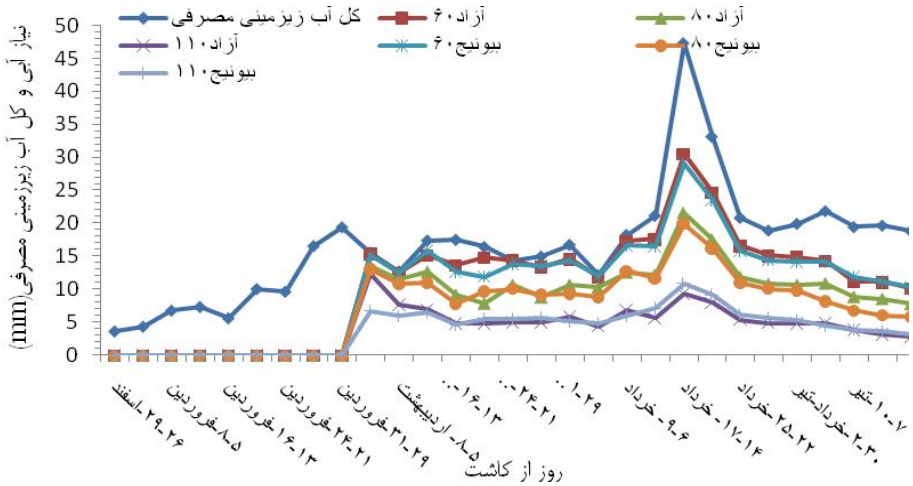
با توجه به شکل‌های 1 و 2 در عمق 110 سانتی‌متر، رقم بیونیج در اکثر روزهای اعمال تیمار، کم‌ترین استفاده از آب زیرزمینی را داشته است. در این اشکال مشخص است که در سال اول بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مصرف آب زیرزمینی 28 میلی‌متر در7 تا 13 خرداد برای رقم آزاد در عمق 60 سانتی‌متری و 3/4 میلی‌متر در 29 تا 31 اردیبهشت برای رقم آزاد در عمق 110 سانتی‌متری و در سال دوم اجرای طرح، به ترتیب 30/5 میلی‌متر در 8 تا 14 خرداد برای رقم آزاد در عمق 60 سانتی‌متری و 4/4 میلی‌متر در30 اردیبهشت تا 1 خرداد برای رقم آزاد در عمق 110 سانتی‌متری بوده است.

شکل‌های 3 و 4 درصد مشارکت آب زیرزمینی را برای تیمارهای مختلف در دو سال اجرای آزمایش را نشان می‌دهند. براساس نتایج بدست آمده از کندکار و همکاران، سطح ایستابی 40 تا 150 سانتی‌متر همراه با بارندگی می‌تواند بیش از 65 درصد نیاز آبی گیاه را برطرف نماید (Khandker et al., 1994).

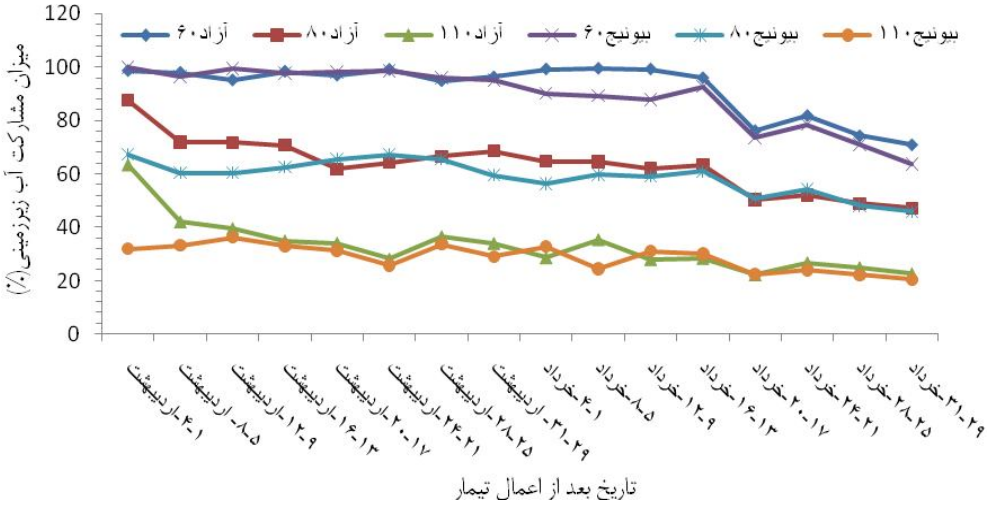
در سال اول اجرای آزمایش، تیمارهای عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر برای هر دو رقم آزاد و بیونیج در اکثر روزهای وجود آب زیرزمینی بیش از 90 درصد از مقدار نیاز آبی خود را تامین کردند. همچنین، تیمارهای عمق سطح ایستابی 80 سانتی‌متر بیش از 60 درصد و تیمارهای عمق سطح ایستابی110 سانتی‌متر بیش از 30 درصد نیاز آبی خود را تامین کردند. در سال دوم اجرای آزمایش، تیمارهای عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر برای هر دو رقم آزاد و بیونیج در اکثر روزهای وجود آب زیرزمینی تقریبا 100 درصد از مقدار نیاز آبی خود را تامین کردند. همچنین، تیمارهای عمق سطح ایستابی 80 سانتی‌متر بیش از 70 درصد و تیمارهای عمق سطح ایستابی110 سانتی‌متر تقریبا 40 درصد نیاز آبی خود را تامین کردند. به طورکلی عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر بیش‌ترین درصد مشارکت و عمق 110 سانتی‌متر کم‌ترین درصد مشارکت آب زیرزمینی را داشته است. هر چه عمق سطح ایستابی بیش‌تر شده است، گیاه کم‌تر توانسته است از آب زیرزمینی استفاده کند.



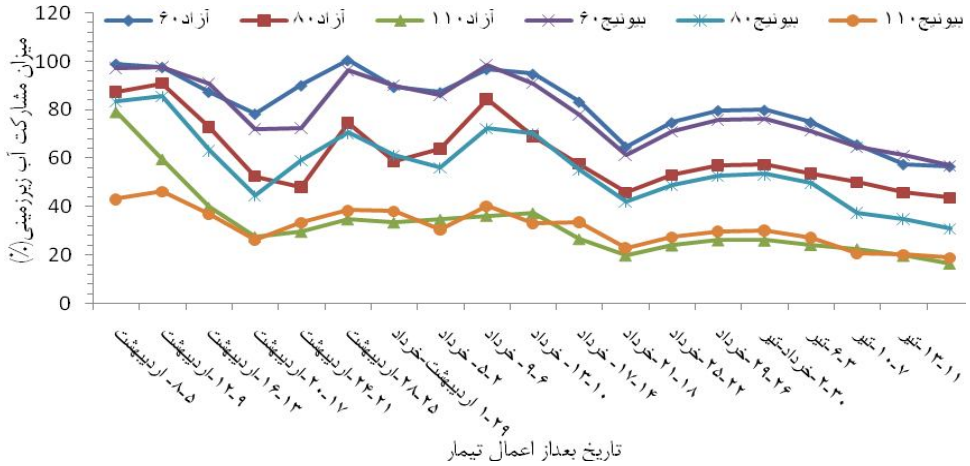
شکل1- نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی در سال زراعی 1392-1391



شکل2- نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی در سال زراعی 1393-1392



شکل3- نمودار پیوسته درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال زراعی1392-1391



شکل4- نمودار پیوسته درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال زراعی1393-1392

کارایی مصرف آب

جدول 6 میزان عملکرد دانه و درصد پروتئین موجود در دانه، کارایی مصرف آب زیرزمینی براساس عملکرد دانه، کل ماده خشک، شاخص برداشت، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه در دو سال 1392 و 1393 اجرای آزمایش را نشان می‌دهد. مطابق این جدول به طور متوسط در سال اول بیش‌ترین عملکرد دانه محصول نخود برابر با 304 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی 80 سانتی‌متر و کم‌ترین عملکرد دانه برابر با 110/1 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر است. در سال دوم اجرای آزمایش، نیز بیش‌ترین عملکرد دانه محصول نخود برابر با 360/2 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی 80 سانتی‌متر و کم‌ترین عملکرد دانه برابر با 119/6 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی60 سانتی‌متر است.

مطابق نتایج مندرج در جدول در سال اول بیش‌ترین عملکرد دانه برای اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر به ترتیب برابر با 144 گرم بر مترمربع مربوط به رقم بیونیج و 304 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد و 221 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد بدست آمده است. همچنین برای سال دوم اجرای طرح، بیش‌ترین عملکرد دانه برای اعماق 60، 80 و 110 سانتی‌متر به ترتیب برابر با 157/7 گرم بر مترمربع مربوط به رقم بیونیج و 360/2 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد و 256/9 گرم بر مترمربع مربوط به رقم آزاد بدست آمد.

علاوه بر این مشخص شد که اختلاف بین میانگین تعداد دانه در غلاف در سال اول و دوم اجرای طرح، برای اعماق 60، 80 و110 سانتی‌متر در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن معنی‌دار نشد. همچنین اختلاف بین وزن صد دانه برای سال اول اجرای طرح، به‌جز عمق 80 سانتی‌متر در دو عمق 60 و110 سانتی‌متر بین دو رقم آزاد و بیونیج در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین در سال دوم اجرای طرح، بین دو رقم آزاد و بیونیج اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

به طور متوسط در سال اول بیش‌ترین درصد پروتئین دانه محصول نخود برای هر دو رقم آزاد و بیونیج در عمق سطح ایستابی 110 سانتی‌متر و کم‌ترین درصد پروتئین دانه مربوط به رقم بیونیج در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر است. بالا بودن درصد پروتئین در عمق 110 سانتی‌متری، به دو دلیل می‌تواند باشد. اول: در شرایطی که محدودیت آب وجود دارد طول دوره‌ی پر شدن دانه کوتاه‌تر می‌شود. هنگام پرشدن دانه ابتدا ترکیبات نیتروژن‌دار به دانه انتقال و سپس کربوهیدرات‌ها انتقال می‌یابند. بنابراین با کوتاه شدن طول دوره، پر شدن دانه در شرایط محدودیت رطوبت فرصت کم‌تری برای انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه به وجود می‌آید. بنابراین نسبت پروتئین به کربوهیدرات‌ها افزایش می‌یابد. دوم: در شرایط محدودیت رطوبت نقش ذخایر مواد فتوسنتزی در اندام‌های ذخیره‌ای مثل ساقه در پر کردن دانه افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه قسمت عمده‌ی ترکیبات نیتروژن‌دار قبل از پرشدن دانه، جذب شده و در اندام‌های ذخیره‌ای انباشته می‌شوند. حال با افزایش تاثیر این ذخایر در پر کردن دانه، ترکیبات نیتروژن‌دار بیش‌تری به دانه‌ها انتقال می‌یابند، که همین امر باعث افزایش درصد پروتئین می‌گردد (امام و نیک نژاد،1383). در سال دوم اجرای طرح، نیز بیش‌ترین درصد پروتئین دانه محصول نخود به‌جز عمق 80 سانتی‌متر در دو عمق 60 و 110 سانتی‌متر بین دو رقم آزاد و بیونیج در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کارایی مصرف آب زیرزمینی و براساس عملکرد دانه در سال اول مربوط به رقم آزاد عمق 110 سانتی‌متری و رقم آزاد عمق 60 سانتی‌متری به ترتیب برابر با 2/42 و 0/44گرم بر مترمربع بر میلی‌متر و در سال دوم اجرای طرح، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کارایی مصرف آب براساس عملکرد دانه مربوط به رقم آزاد در اعماق 110 و 60 سانتی‌متری به ترتیب برابر با 2/22 و

0/39 گرم بر مترمربع بر میلی‌متر است.

جدول 6-مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب وعملکرد و اجزای عملکرد در دو سال آزمایش

سال	عمق سطح ایستابی (m)	رقم نخود	کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه ($g/mm/m^2$)	ماده خشک کل (g/m^2)	عملکرد دانه (g/m^2)	شاخص برداشت (%)	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (%)
۱۳۹۱-۱۳۹۲	0/6	آزاد	0/44d	289/8d	110/1e	38/05c	1/01a	284/7a	21/37bc
	0/6	بیونیج	0/59d	408/9b	144/0d	35/04cd	1/00a	388/0a	20/91c
	0/8	آزاد	1/67b	365/6c	304/0a	35/12a	1/00a	387/0a	22/36ab
	0/8	بیونیج	0/92c	612/0a	155/9c	25/54d	1/04a	253/3a	21/56b
	1/1	آزاد	2/42a	671/0bc	221/0b	32/94c	1/00a	433/0a	22/69a
	1/1	بیونیج	1/54b	407/4e	124/0de	30/7b	1/00a	279/0a	22/59a
۱۳۹۲-۱۳۹۳	0/6	آزاد	0/39c	551/1c	119/6d	21/74c	1/04a	286/5a	20/57b
	0/6	بیونیج	0/53c	631/7b	157/7c	24/91bc	1/01a	337/3a	22/74b
	0/8	آزاد	1/57b	838/7a	360/2a	43/06a	1/02a	492/5a	22/57b
	0/8	بیونیج	0/73c	567/2c	150/0cd	26/44bc	1/02a	259/8a	25/82a
	1/1	آزاد	2/22a	655/9b	256/9b	39/17a	1/06a	755/9a	22/35b
	1/1	بیونیج	1/54b	639/8b	177/6c	27/66b	1/02a	345/1a	21/98b

حروف مختلف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵%

مقایسه میانگین بین سطح ایستابی کم عمق و بدون سطح ایستابی (دیم)

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف براساس آزمون دانکن در جدول 7 برای هر دو سال آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با مقایسه بین حالتی که سطح ایستابی کم عمق وجود داشته با حالتی که هیچ‌گونه سطح ایستابی وجود نداشته، کم‌ترین عملکرد برای هر دو رقم در هر دو سال مربوط به رقم بیونیج و حالت بدون حضور سطح ایستابی بوده، و بیش‌ترین عملکرد در هر دو سال مربوط به رقم آزاد در عمق 80 سانتی‌متری بوده است. در واقع وجود سطح ایستابی کم‌عمق باعث افزایش عملکرد شده، عملکرد پروتئین دانه در مقایسه نظیر به نظیر ارقام سه‌گانه تیمارهای آبیاری تکمیلی بهره‌مند از آب زیرزمینی با حالت دیم مطلق نشان دهنده آن است که در سال اول مربوط به رقم آزاد و حالت دیم مطلق بود و در سال دوم مربوط به رقم بیونیج در عمق 80 سانتی‌متر بوده است.

جدول7- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد برای حالت دیم و سطح ایستابی کم عمق در دو سال آزمایش

سال	عمق سطح ایستابی (m)	رقم نخود	ماده خشک کل (g/m^2)	عملکرد دانه (g/m2)	شاخص برداشت (%)	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	پروتئین دانه (%)
۱۳۹۱-۱۳۹۲	0/6	آزاد	289/8cd	110/1e	38/05c	1/014a	284/7a	21/27d
	0/8	آزاد	865/6bc	304/0a	83/32a	1/000a	387/0a	22/36bc
	1/1	آزاد	671/0bc	221/0b	60/03b	1/000a	433/0a	22/69ab
	-	آزاد	262/3d	69/1f	26/49de	1/028a	372/0a	23/64a
	0/6	بیونیج	408/9b	144/0cd	35/04cd	1/000a	388/0a	20/91de
	0/8	بیونیج	612/0a	155/9c	25/54e	1/036a	235/3a	21/56cd
	1/1	بیونیج	407/4de	124/0de	59/87b	1/000a	279/0a	22/59abc
	-	بیونیج	155/9e	44/5f	19/41e	1/000a	436/0a	20/16e
۱۳۹۲-۱۳۹۳	0/6	آزاد	551/1c	119/6de	21/74b	1/043ab	286/5a	20/57c
	0/8	آزاد	838/7a	360/2a	43/06a	1/020ab	492/5a	22/75bc
	1/1	آزاد	655/9b	256/9b	39/17a	1/064a	755/9a	22/35bc
	-	آزاد	411/3d	88/66e	21/71b	1/021ab	395/0a	22/24bc
	0/6	بیونیج	631/7b	157/7c	24/91b	1/007ab	337/3a	22/74bc
	0/8	بیونیج	567/2c	150/0cd	26/44b	1/021ab	259/8a	25/82a
	1/1	بیونیج	639/8b	177/6c	27/66b	1/019ab	345/1a	21/98bc
	-	بیونیج	267/6e	31/51f	12/11c	1/000b	274/0a	23/19b

نتیجه‌گیری

می‌توان گفت که با افزایش عمق سطح ایستابی، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان افزایش فاصله بین ریشه گیاه و سطح ایستابی دانست که در نتیجه این موضوع دسترسی ریشه گیاه به آب با استفاده از خاصیت مویینگی جهت رفع نیاز آبی کم‌تر شده و در نهایت میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه کاهش می‌یابد. اگر چه تحقیقات معدودی در مورد مشارکت آب زیرزمینی بر تامین نیاز آبی گیاهان زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی در اقلیم نیمه‌خشک انجام گرفته است، اما درصد مشارکت سطح ایستابی کم‌عمق بدست آمده از این تحقیق جهت گیاهان خانواده بقولات (مطالعه موردی دو رقم نخود) با نتایج گزارش شده توسط محققین دیگر در سایر شرایط اقلیمی، هم‌خوانی و موافقت نشان می‌دهد. نتایج بررسی تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی بر روی دو رقم نخود در این تحقیق نشان داد که در هر دو سال اجرای آزمایش، بیش‌ترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق 60 سانتی‌متر با حدود 65 درصد از نیاز آبی و کم‌ترین مربوط به عمق 110 سانتی‌متر با حدود 22 درصد نیاز آبی بوده است. همچنین می‌توان استنباط کرد که با افزایش عمق سطح ایستابی میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه کاهش یافته است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کارایی مصرف آب زیرزمینی و براساس عملکرد دانه در هر دو سال اجرای طرح، مربوط به رقم آزاد در اعماق 110 و 60 سانتی‌متری بوده است. در سال اول و دوم اجرای طرح، بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی80 سانتی‌متر و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم آزاد در عمق سطح ایستابی 60 سانتی‌متر بوده است.

منابع

قمرنیا،ه.، فرمانی‌فرد،م و ساسانی،ش. 1391. اثر سطح ایستابی کم-عمق بر تامین نیاز آبی،کارایی مصرف آب و عملکرد سه رقم گندم. مجله پژوهش آب در کشاورزی. 26. 3: 99.

امام،ی. ،نیک نژاد،م. 1383. مقدمه ای بر فیزولوژی عملکرد گیاهان زراعی. دانشگاه شیراز. 2. 85.

Allen,R.G., Pereira,L.S., Raes,D. Smith,M. 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis, 15th edition by Kenneth Helrich, protein. 70

Dhan,P and Pal,D. 1991. Deter mining critical water table depth for sub-surface drainage design and crop growth. Chinese National Committee ICID, Beiging, China.

Gupta,R., Yadav,R.L and Rajendra,G. 1993. Ground water contribution to evapo-transpiration of sugarcane during summer. Cooperative-Sugar. 25: 113-115.

Jensen,M.E., Harrison,D.S., Korven,H.C and Robinson,F.E. 1983. The role of irrigation in food and fibre production. In: Designe and operation of farm irrigation systems.

Kahlown,M.A., Iqbal,M., Skogerboe,G.V., Rehman,S. 1998. Waterlogging, salinity and crop yield relationships. IWMI

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.

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. AJCS (Australian Journal of Crop Science). 5.13: 1692-1697.

Nosetto,M.D., Jobbagy,E.G., Jackson,R.B and Sznaider,G.A. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the inland pampas. Field Crop Researches. 113: 138-148.

Pratharpar,S.A and Qureshi,A.S. 1998. Modeling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to water table and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. International Journal Water Resource. 15: 141-159.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 11, Agu.-Sept. 2017, p. 346-355

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره3، جلد 11، مرداد - شهریور 1396، ص. 355-346

Investigation on the Use of Shallow Groundwater by Legumes Plants (Evidence by Examining two Chickpea Cultivars) in Semi-Arid Climate

H. Ghamarnia[1*], B. Nazari[2], M. Eghbal Ghobadi[3]
Recived: Jul.07, 2016 Accepted: Des.13, 2016

Abstract

Shallow groundwater is a resource that provides and meets the high amounts of plant's needed water in the conditions of optimal management. In this research the effect of using different shallow water table (60, 80 and 110 cm) depths on production of two chickpea cultivars namely (Azad and Bivanij) in two years from 2013 to 2014 was investigated. During study, no surface irrigation was used and only water to the plant through different shallow groundwater levels was supplied using capillary rise. The research was carried out in the lysimeteric station located in Campus of Agriculture and Natural Resources at Razi University. All treatments were carried out in a complete randomized design based on the factorial manner experiment. Groundwater for all treatments was supplied by Marriott siphon, by daily recording. The results showed that, in both years of the study, the highest and lowest groundwater contribution was belonging to depths of 60with 65% and 110 cm depths with 22% groundwater contribution respectively. The results also showed that by increasing groundwater depth the percentage of groundwater contribution decreased. Additionally, the results showed that maximum and minimum water use efficiency, based on seed yield was belong to Azad cultivars for water table depths of 110 and 60 cm respectively. Moreover, during the first and second years of the study, the highest and lowest grain yield was belonging to Azad cultivar with water table depth 80 and 60 cm respectively.

Keywords: Groundwater, Water use efficiency, performance, Shallow groundwater levels, chickpea

1- Professor In Department of Water Resources Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2- Former M.Sc. Student, In Department of Water Resources Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
3- Assistant Professor, , In Department of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
(*-Corresponding Author Email: hghamarnia@razi.ac.ir)