نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره4، جلد 11، مهر - آبان 1396، ص. 666-658

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 11, Oct.-Nov. 2017, p. 658-666

برهم‌کنش پلیمر سوپرجاذب و تکنیک آبیاری تکمیلی در افزایش عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری در کشت گندم دیم

معین هادی[1*]، سعید جلیلی[2]، ابوالفضل مجنونی هریس[3]، رضا دلیرحسن‌نیا[4]

تاریخ دریافت: 1395/12/24 تاریخ پذیرش: 1396/2/13

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تاثیر آبیاری تکمیلی و سوپرجاذب استاکوزورب[4] بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم، در سال زراعی 95-1394 در اراضی کشاورزی دانشگاه تبریز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری تکمیلی در سه سطح بدون آبیاری (I_0)، تک‌آبیاری در خرداد (I_1) و دو نوبت آبیاری در اردیبهشت و خرداد (I_2) و مصرف سوپرجاذب استاکوزورب در سه سطح 0، 50 و 100 کیلوگرم بر هکتار (S_0، S_1 و S_2) بود. نتایج نشان داد آبیاری تکمیلی بر روی تمام صفات مورد مطالعه در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. اما اثر مصرف سوپرجاذب بر روی زیست‌توده غیرمعنی‌دار حاصل شد. اثرات متقابل نیز بر دانه در خوشه، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در سطح 1 درصد و وزن هزار دانه و بهره‌وری اقتصادی در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین مقدار عملکرد و بهره‌وری مصرف آب به ترتیب به میزان 4/35 تن در هکتار و 1/20 کیلوگرم بر مترمکعب از تیمار S_2I_1 به دست آمد که عملکرد و بهره‌وری مصرف آب را نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب به‌میزان 2/74 تن در هکتار و 0/66 کیلوگرم بر مترمکعب افزایش داد. نتایج تحلیل اقتصادی نشان داد در کشت گندم به‌صورت دیم، مصرف سوپرجاذب بدون انجام آبیاری تکمیلی توجیه اقتصادی ندارد. با در نظر گرفتن تحلیل‌های اقتصادی، تیمار S_0I_1 با افزایش 134/8 درصدی عملکرد و 94/4 درصدی بهره‌وری مصرف آب نسبت به تیمار شاهد بهترین شرایط را دارد. بیش‌ترین مقدار بهره‌وری آب آبیاری (3/51 کیلوگرم بر مترمکعب) از تیمار S_1I_1 حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: استاکوزورب، بهره‌وری مصرف آب، تحلیل اقتصادی، عملکرد دانه

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آبی مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی در شرایط کنونی تولید بیش‌تر موادغذایی با مصرف آب کم‌تر است. یکی از راهکارها آبیاری اراضی دیم می‌باشد و زمانی توصیه می‌شود که میزان بارندگی با توجه به نیاز آبی محصول از یک حد معینی کم‌تر باشد. روش آبیاری تکمیلی با هدف تامین حداقل یک‌بار کمبود رطوبت خاک و جلوگیری از افت شدید عملکرد، می‌تواند جایگاه ویژه‌ای را در زراعت دیم داشته باشد (Oweis and Hachum., 2009). تامین آب برای آبیاری محدود در زراعت دیم مهم‌ترین محدودیت در این بخش است که یکی از راهکارها برای مقابله با این موضوع، صرفه‌جویی آب در زراعت آبی با کم‌آبیاری و تخصیص آن به اراضی دیم است. در آزمایشی بر روی محصول گندم در شهرستان سلسله استان لرستان، کارآیی این تکنیک را گزارش کرده است (توکلی، 1392). گندم از مهم‌ترین غلات در تغذیه انسان به شمار می‌رود که در سرتاسر جهان کشت می‌شود و با تولید سالانه بیش از 600 میلیون‌تن، بعد از ذرت و برنج بیش‌ترین تولید را در دنیا به خود اختصاص داده است (Asseng et al., 2011). در ایران نیز گندم از نظر سطح زیرکشت و تولید مهم‌ترین محصول زراعی است و به‌عنوان یک محصول استراتژیک با سطح زیر کشت بیش از 6/6 میلیون هکتار حدود نیمی از مساحت زمین‌های زراعی را به خود اختصاص داده است و این امر اهمیت تحقیق در مورد بهینه‌سازی آبیاری گندم را می‌رساند (نخجوانی‌مقدم و همکاران، 1389). برآوردهای موجود نشان می‌دهد که نیاز کشور ایران به گندم تا سال 1400 از مرز 20 میلیون‌تن در سال خواهد گذشت که حدود 65 تا 70 درصد آن باید از

1و2- دانشجویان کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز
3- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز
4- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: (Email: Moeinhadi70@gmail.com
5- Stockosorb

اراضی آبی و بقیه از اراضی دیم تامین شود (زارع فیض‌آبادی و همکاران، 1385). این در حالی است که تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد یکی از عوامل کاهنده عملکرد است. ژانگ و همکاران گزارش کردند کمبود شدید آب خاک، عملکرد دانه گندم زمستانه را کاهش داد؛ در حالی که کارآیی مصرف آب در شرایط کم‌آبیاری به میزان قابل‌توجهی افزایش یافت (Zhang et al.,2006) .

کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در کشاورزی به دلیل نقش این مواد در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک به منظور مقابله با شرایط کم‌آبی و کاهش اثرات سو خشک‌سالی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. تحقیقات انجام‌شده روی تاثیر پلیمرهای سوپرجاذب در خاک و تحت شرایط کم‌آبی روی برخی گیاهان موفقیت‌آمیز بوده است (De Herralde et al., 1998). لی و همکاران به بررسی اثر پلمیرهای سوپرجاذب بر روی گیاه گندم در بافت خاک لومی پرداختند و مشاهده نمودند که کاربرد سوپرجاذب‌ها باعث بهبود خواص فیزیکی خاک و همچنین افزایش باکتری‌های خاک، حجم آب خاک و رطوبت هیگروسکوپی[1] خاک می‌شود (Li et al., 2013). در تحقیقی تاثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب را بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم در شرایط دیم بررسی نمودند. براساس نتایج ایشان کاربرد سوپرجاذب باعث افزایش جذب آب توسط گیاه، افزایش محتوای نسبی آب و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شامل دانه در خوشه و وزن هزار دانه گردید (مرتضوی و همکاران، 1394).

با توجه به اهمیت مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی و نیز لزوم خودکفایی در تولید گندم به‌عنوان یک محصول استراتژیک، در این تحقیق نقش استفاده از سوپرجاذب استاکوزورب و انجام آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم در شرایط دیم آزمایش شد. عملکرد، بهره‌وری مصرف آب آبیاری و توجیه اقتصادی به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های تصمیم‌گیری در مورد کاربرد سوپرجاذب و انجام آبیاری تکمیلی در مقایسه با شرایط استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

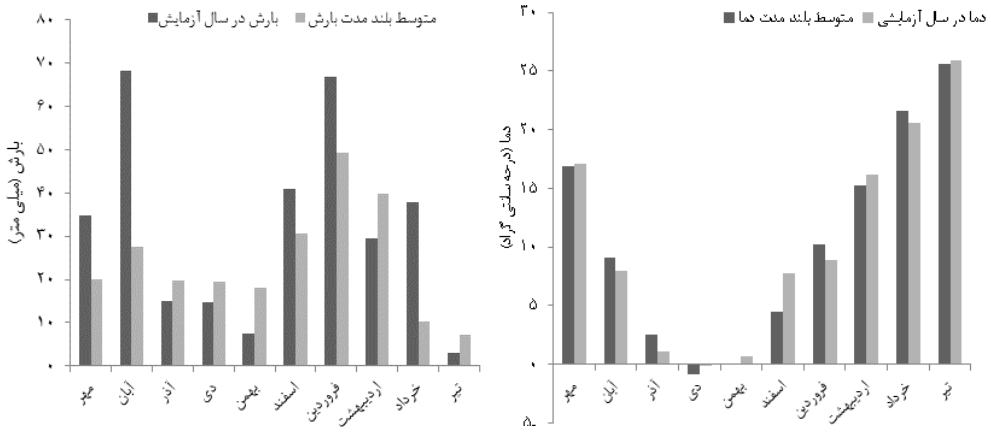
این آزمایش در سال زراعی 95-1394 در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در منطقه کرکج به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی '37 °46 شرقی، '03 °37 شمالی و ارتفاع 1567/3 متر از سطح دریای آزاد انجام شد. از نظر شرایط اقلیمی شهرستان تبریز با متوسط بارندگی حدود 250 میلی‌متر و دمای متوسط 13/2 درجه سانتی‌گراد، جزو مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌شود (هادی و همکاران، 1394). در شکل 1 مقایسه متوسط بلندمدت بارش و دما با مقادیر سال آزمایش ارایه شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری تکمیلی در سه سطح بدون آبیاری (I_0)، یک نوبت آبیاری تکمیلی در خرداد (I_1) و دو نوبت آبیاری تکمیلی در اردیبهشت و خرداد (I_2) و مصرف سوپرجاذب استاکوزورب در سه سطح 0، 50 و 100 کیلوگرم بر هکتار (S_0، S_1 و S_2) است. زمان انجام آبیاری تکمیلی با توجه به مقادیر بارش فصلی و حداقل نیاز رطوبتی گندم در مراحل حساس نسبت به تنش آبی تعیین شد (هادی، 1395). در ابتدا عملیات شخم اراضی و آماده‌سازی زمین صورت گرفت. قبل از انجام عملیات کاشت، به منظور بهبود کیفیت خاک کود سوپرفسفات‌تریپل به میزان 100 کیلوگرم بر هکتار و کود اوره به میزان 50 کیلوگرم بر هکتار استفاده شد. به منظور اجرای طرح آزمایشی کرت‌هایی با طول و عرض به ترتیب 3 و 2 متر ایجاد گردید و عملیات تسطیح کرت‌ها صورت گرفت. برای تسهیل انجام عملیات آبیاری و سایر اقدامات لازم در طول فصل رشد فاصله‌ای در حدود 1 متر بین بلوک‌ها و 0/3 متر بین کرت‌های هر بلوک به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. بذر مورد استفاده برای کشت، گندم دیم رقم سرداری 39 بود که به‌صورت ردیفی در امتداد عرض کرت و در عمق حدود 4 سانتی‌متری از سطح خاک و با تراکم بذر 110 کیلوگرم بر هکتار در روز 30 مهرماه کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها نیز 20 سانتی‌متر منظور شد. البته در مورد تیمارهای دارای سوپرجاذب، ابتدا شیارهایی به عمق حدود 8 تا 10 سانتی‌متر در امتداد عرض کرت‌ها ایجاد شد و سوپرجاذب داخل شیار ریخته شد. پس از اختلاط سوپرجاذب با خاک، بذرها در عمق حدود 4 سانتی‌متری از سطح خاک کشت شدند. خاک مزرعه با داشتن مقادیر 63/6 درصد شن، 24/2 درصد سیلت و 12/2 درصد رس، جزو خاک‌های لومی‌شنی محسوب می‌شود. متوسط رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دایم نیز به‌ترتیب 28 و 8 درصد حجمی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی خاک مزرعه در جدول 1 ارایه شده است. آب، آبیاری مورد استفاده از چاه موجود در محل تامین گردید، دارای pH=7/7 بود و با EC= 0/72 dS/m و SAR= 1/28 بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس در کلاس C_2S_1 است. آبیاری اردیبهشت برای جبران کمبود رطوبت تا حد ظرفیت زراعی و با اندازه‌گیری رطوبت در ناحیه توسعه ریشه صورت گرفت و عمق آبیاری خرداد نیز با هدف جبران کمبود بارش مرحله پُر شدن دانه‌ها تعیین گردید (هادی، 1395).

اقدامات لازم در طول فصل رشد مانند مبارزه با علف‌های هرز و مصرف کود اوره در فصل بهار به میزان 50 کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. پس از تکمیل چرخه رشد گندم عملیات برداشت در تاریخ 22 تیرماه صورت گرفت. البته برداشت محصول تیمارهای بدون آبیاری با توجه به این‌که سریع‌تر مرحله رسیدگی را پشت سر می‌گذارند، در تاریخ 10 تیرماه انجام پذیرفت.

1- Hygroscopic moisture

جدول 1- نتایج آنالیز شیمیایی خاک مزرعه.

عمق خاک (سانتی‌متر)	EC	pH	N	P	K	Fe	Mn	Zn	OC
	dSm^{-1}			ppm				%	
0-30	0/76	7/7	0/26	15/89	483/1	8/316/08	0/15	0/1145/785/1	0/97
30-60	/69	7/61	0/11	11/06	266/7			0/15	0/4



شکل1 - مقایسه متوسط دما و بارش بلندمدت با دما و بارش سال مورد آزمایش

پس از حذف ردیف‌های کناری به‌منظور حذف اثرات حاشیه، 1 مترمربع از وسط هر کرت برداشت شد. عملیات برداشت با استفاده از داس و از نزدیک‌ترین قسمت بوته‌ها به سطح زمین انجام گرفت و پس از بسته‌بندی به منظور انجام اقدامات لازم برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد به آزمایشگاه منتقل گردید.

شاخص‌های بهره‌وری آب، آبیاری و بهره‌وری کل آب کاربردی به‌ترتیب با استفاده از روابط 1 و 2 محاسبه شدند (Howell et al., 1990):

$$IWUE = \frac{Y-Y_0}{IW} \quad (1)$$

$$TWUE = \frac{Y}{IW+R} \quad (2)$$

در این روابط Y میزان عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، Y_0 عملکرد دانه در تیمار بدون آبیاری (کیلوگرم در هکتار)، R میزان بارش (مترمکعب در هکتار) و IW میزان آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) می‌باشند.

به‌منظور برآورد بهره‌وری اقتصادی نیز از رابطه 3 استفاده شد:

$$EWP = \frac{(P_W \times Y)-(W \times P_S)}{D} \quad (3)$$

که در آن EWP بهره‌وری اقتصادی بر حسب ریال بر میلی‌متر، P_w قیمت گندم در سال آزمایش (معادل 12705 ریال)، Y میزان عملکرد گندم (کیلوگرم بر هکتار)، W میزان سوپرجاذب کاربردی (کیلوگرم بر هکتار)، P_s قیمت سوپرجاذب در سال آزمایش (معادل 250000 ریال) و D عمق آب دریافتی (بارندگی و آبیاری) برای هر تیمار مورد مطالعه می‌باشد.

به منظور بررسی اثرات اصلی و متقابل آبیاری تکمیلی و کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد و تجزیه واریانس نتایج به دست آمده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics 20 استفاده شد. مقایسات میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول 2 ارایه شده است. بر این اساس اثر متقابل کاربرد سوپرجاذب و انجام آبیاری تکمیلی بر روی تمام صفات مورد مطالعه به جز زیست توده و شاخص برداشت معنی‌دار بود؛ در حالی‌که بر روی تعداد دانه در خوشه، عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال 1 درصد و بر روی وزن هزار دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار است. نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها برای اثرات اصلی آبیاری تکمیلی و کاربرد

سوپرجاذب در شکل 2 و برای اثرات متقابل این دو فاکتور بر روی صفات مورد بررسی در جدول 3 ارایه شده است. مطالعات متعددی کارآیی تکنیک آبیاری تکمیلی را در بهبود عملکرد گندم دیم و بهره‌وری مصرف آب آبیاری نشان داد (بابازاده و همکاران، 1390؛ توکلی، 1392). نتایج پژوهش فعلی نیز نشان داد انجام آبیاری تکمیلی و مصرف سوپرجاذب عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب را بهبود بخشید.

زیست‌توده

مقایسات میانگین اثرات اصلی شامل انجام آبیاری تکمیلی و مصرف سوپرجاذب حاکی از تاثیر معنی‌دار آبیاری تکمیلی در افزایش این صفت است که در شکل 2 ارایه شده است. انجام آبیاری تکمیلی در سطوح I_1 و I_2، زیست‌توده را در مقایسه با حالت شاهد به ترتیب به میزان 50/2 و 32/9 درصد افزایش داد؛ در حالی‌که بین سطوح I_1و I_2 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در شرایط کاربرد سوپرجاذب نیز بیش‌ترین و کم‌ترین زیست توده به‌ترتیب با مصرف سوپرجاذب در سطوح S_0 و S_2 حاصل شد که هیچ‌کدام اختلاف معنی‌داری با کاربرد سوپرجاذب در سطح S_1 نداشت. مصرف سوپرجاذب در سطوح S_1 و S_2 زیست‌توده را در مقایسه با حالت شاهد (S_0) به ترتیب 3/1 و 9 درصد افزایش داد.

تعداد دانه در خوشه

تعداد دانه در خوشه از مهم‌ترین اجزای عملکرد است که بیش‌ترین تاثیر را بر تعداد دانه در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه دارد (کافی و همکاران، 1388). نتایج به‌دست آمده نشان داد انجام آبیاری تکمیلی تعداد دانه در خوشه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. فرمهینی‌فراهانی و همکاران (1392) اذعان داشتند که در شرایط کم‌آبی، میزان رشد رویشی و مقدار مواد فتوسنتزی گیاه کاهش خواهد یافت. این شرایط باعث کاهش گرده‌افشانی گل‌ها می‌شود و ممکن است گل‌ها به دانه تبدیل نشوند و یا به‌دلیل شرایط تنش آبی برخی از گل‌های تلقیح شده موفق به دریافت کربوهیدرات کافی برای پرشدن دانه نخواهند شد و در نتیجه تعداد دانه‌ها کم می‌شود.

جدول2 - نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت کاربرد سوپرجاذب و آبیاری تکمیلی

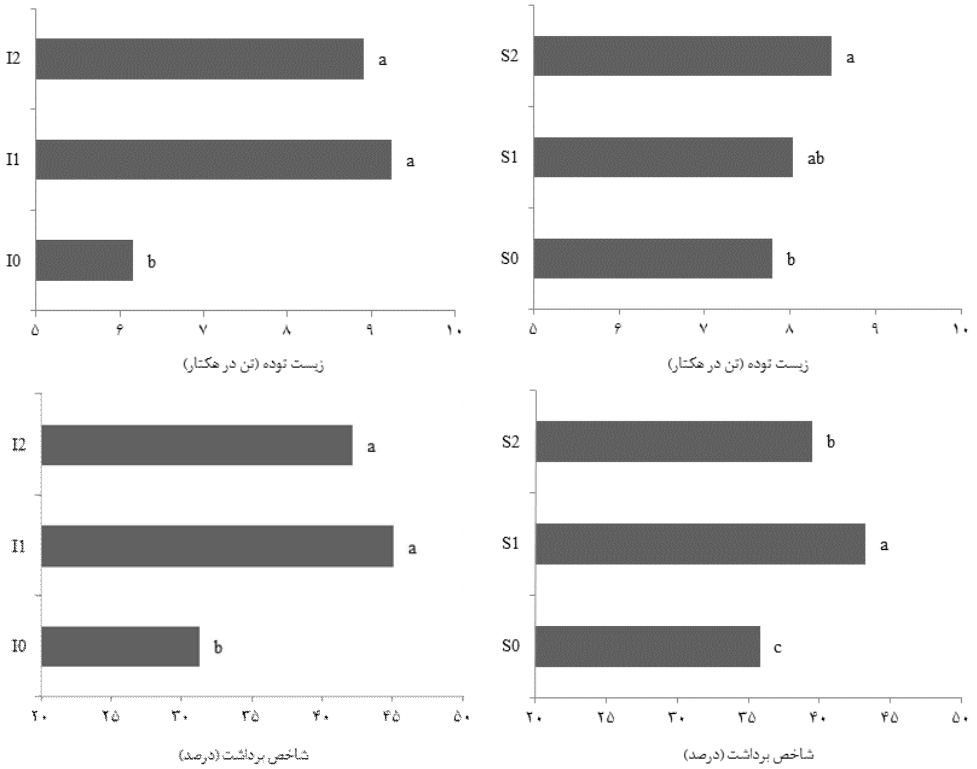
منابع تغییرات	درجه-آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	زیست‌توده	عملکرد دانه	بهره‌وری مصرف آب	بهره‌وری اقتصادی	شاخص برداشت
تکرار	2	0/243 ns	0/127 ns	0/266 ns	0/008 ns	0/001 n.s	269206558*	16/940 ns
آبیاری تکمیلی	2	27/975**	507/757**	25/860**	12/769**	0/563**	10997037162**	476/265**
سوپرجاذب	2	4/049**	11/936**	1/165 n.s	1/195**	0/090**	7038752672**	125/231**
آبیاری تکمیلی× سوپرجاذب	4	3/528**	2/761*	0/575 ns	0/133**	0/007**	159398565*	6/532 ns
خطای آزمایش	16	0/463	0/835	0/402	0/014	0/001	46327625	9/028

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول3 - مقایسه میانگین اثرات متقابل بر صفات مورد ارزیابی

تیمار	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری اقتصادی (ریال بر میلی‌متر)
S_0I_0	12/33 f	21/93 d	1/61 e	0/54 f	69437/96e
S_0I_1	16/13 bc	36/67 a	3/78 b	1/05 b	132637/19a
S_0I_2	17/35 b	33/23 b	3/20 c	0/77 d	97268/52c
S_1I_0	14/79 de	22/57 d	2/03 d	0/69 e	49084/85f
S_1I_1	15/97 cd	37/63 a	4/31 a	1/19 a	117007/21b
S_1I_2	18/79 a	32/67 b	4/32 a	1/04 b	101122/66c
S_2I_0	14/63 e	24/40 c	2/12 d	0/72 de	6397/06g
S_2I_1	15/60 cde	37/53 a	4/35 a	1/20 a	83770/51d
S_2I_2	16/16 bc	36/33 a	3/78 b	0/91 c	50486/05f

تیمارهای دارای یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.



شکل2 - مقایسه اثرات اصلی صفات مورد آزمایش

مصرف سوپرجاذب نیز موجب افزایش تعداد دانه در خوشه گردید که با نتایج تحقیقات گذشته مطابقت دارد (مرتضوی و همکاران، 1394). ایشان گزارش کردند کاربرد پلیمر سوپرجاذب با در اختیار گذاشتن آب باعث بهبود وضعیت باروری گلچه‌ها شده و در نتیجه تعداد دانه در خوشه را افزایش می‌دهد. اثر متقابل نیز در افزایش تعداد دانه در خوشه معنی‌دار بود. بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه به تعداد 18/79 عدد از تیمار S_1I_2 حاصل شد که در مقایسه با کم‌ترین مقدار (تیمار شاهد) افزایش 52/4 درصدی داشت.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه نیز به‌عنوان یکی از اجزای اصلی و تعیین‌کننده عملکرد دانه می‌باشد. بیش‌ترین وزن هزار دانه به میزان 37/63 گرم از تیمار S_1I_1 حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با وزن هزار دانه تیمارهای S_0I_1، S_2I_1 و S_2I_2 نداشت (جدول 3). بنابراین وزن هزار دانه در تیمار S_1I_1 در مقایسه با تیمار شاهد به میزان 15/7 گرم معادل 71/6 درصد افزایش داشت. نتایج نشان داد آبیاری تکمیلی در خردادماه که مقارن با مرحله پرشدن دانه‌ها می‌باشد، بیش‌ترین تاثیر را در افزایش وزن هزار دانه دارد. بنابراین به‌منظور افزایش عملکرد گندم دیم انجام آبیاری تکمیلی در خردادماه ضروری است. یانگ و همکاران نیز گزارش کردند که تنش در مرحله پرشدن دانه از طریق کاهش وزن دانه، بیش از تعداد خوشه در واحد سطح و یا تعداد دانه در خوشه بر عملکرد تاثیر دارد (Yang et al., 2001).

عملکرد دانه

بررسی اثرات متقابل آبیاری تکمیلی و کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد دانه نشان داد که بیش‌ترین عملکرد از تیمار S_1I_2 معادل 4/35 تن در هکتار به‌دست آمد که با تیمارهای S_1I_1 و S_2I_1 اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان عملکرد دانه نیز از تیمار شاهد (S_0I_0) به میزان 1/61 تن در هکتار به‌دست آمد. بنابراین عملکرد دانه در تیمار S_1I_2 نسبت به شاهد، 170/2 درصد افزایش داشته است. نتایج به‌دست آمده نشان داد آبیاری تکمیلی اردیبهشت‌ماه در مقایسه با تک‌آبیاری خرداد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته و موجب کاهش عملکرد نیز می‌گردد. در حالی‌که طبق نتایج به دست آمده، تیمارهای آبیاری تکمیلی در سطح I_2 زیست توده بیش‌تری داشتند. بنابراین آبیاری اردیبهشت به‌دلیل افزایش ماده خشک و شاخ و برگ گیاه، موجب افزایش تبخیر و تعرق شده و آبیاری تکمیلی خردادماه که برای تمام تیمارها یکسان بوده و مقدار آن با هدف تامین کمبود بارش مرحله پرشدن دانه‌ها برای گندم دیم تعیین شده است، در تیمارهای

آبیاری در سطح I_2 پاسخ‌گوی نیاز مرحله پرشدن دانه‌ها نبوده و با توجه به کاهش وزن هزار دانه در مقایسه با تیمارهای آبیاری تکمیلی در سطح I_1، عملکرد دانه کم‌تری به‌دست آمده است.

شاخص برداشت

هر دو عامل آبیاری تکمیلی و مصرف سوپرجاذب تاثیر معنی‌داری بر روی این صفت داشتند. انجام آبیاری تکمیلی شاخص برداشت را در سطح 5 درصد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل 2). بیش‌ترین میزان شاخص برداشت به اندازه 45/09 درصد مربوط به آبیاری تکمیلی در سطح I_1 گزارش گردید که با آبیاری در سطح I_2 اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین مقدار آن نیز به میزان 31/29 درصد از تیمارهای بدون آبیاری تکمیلی حاصل شد. آبیاری تکمیلی در سطوح I_1 و I_2 شاخص برداشت را نسبت به I_0 (عدم آبیاری) به ترتیب معادل 44/1 و 34/9 درصد افزایش داد. در کاربرد سوپرجاذب نیز بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت معادل 43/28 و 35/82 درصد به‌ترتیب در تیمارهای با کاربرد سوپرجاذب در سطوح S_1 و S_0 به‌دست آمد. کاربرد سوپرجاذب در سطوح S_1 و S_2، شاخص برداشت را نسبت به حالت شاهد به‌ترتیب معادل 20/8 و 10/2 درصد افزایش داد.

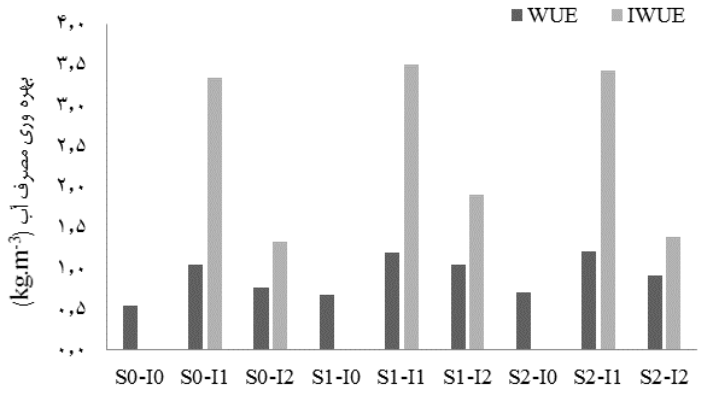
بهره‌وری مصرف آب

با توجه به کاهش کمی و کیفی منابع آبی، افزایش تولید در بخش کشاورزی به ازای واحد آب مصرفی حایز اهمیت است. در این پژوهش اثر متقابل آبیاری تکمیلی و کاربرد سوپرجاذب استاکوزورب بر افزایش بهره‌وری مصرف آب معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان بهره‌وری کل آب به میزان 1/20 کیلوگرم بر مترمکعب از تیمار S_2I_1 حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار S_1I_1 نداشت. این تیمار بهره‌وری کل آب را در مقایسه با تیمار شاهد به میزان 122/2 درصد افزایش داد. کم‌ترین مقدار بهره‌وری کل آب کاربردی نیز به میزان 0/54 کیلوگرم بر مترمکعب از تیمار شاهد حاصل گردید. میزان افزایش بهره‌وری مصرف آب در شرایط مصرف سوپرجاذب در سطح S_1 بیش‌تر از S_2 بود. دلیل این امر می‌تواند پتانسیل ذخیره آب باران باشد؛ چرا که به‌نظر می‌رسد در شرایط مصرف بیش‌تر سوپرجاذب آب کافی برای ذخیره وجود نداشته باشد. بهره‌وری مصرف آب آبیاری نیز در شرایط آبیاری تکمیلی در سطح I_1 بیش‌تر از I_2 حاصل گردید.

در شکل 3 میزان بهره‌وری کل آب کاربردی و نیز بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای مختلف ارایه شده است. بر این اساس انجام آبیاری تکمیلی در تمام تیمارها بهره‌وری مصرف آب را در مقایسه با تیمارهای بدون آبیاری افزایش داد. در حالی‌که بیش‌ترین افزایش در تمام سطوح مصرف سوپرجاذب از آبیاری تکمیلی در سطح I_1 حاصل گردید. مصرف سوپرجاذب نیز در مقایسه با تیمارهای بدون سوپرجاذب بهره‌وری مصرف آب را افزایش داد.

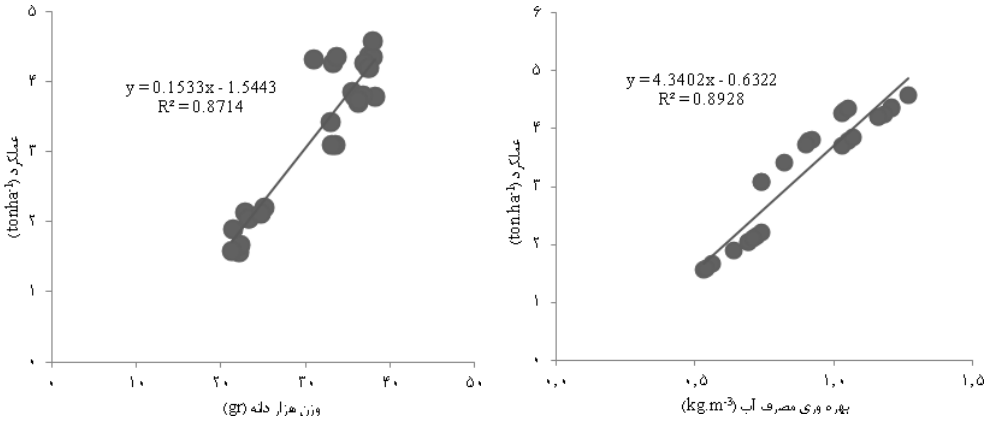
بهره‌وری اقتصادی

در این مطالعه اثر متقابل کاربرد سوپرجاذب استاکوزورب و آبیاری تکمیلی تاثیر معنی‌داری بر میزان بهره‌وری اقتصادی داشت. بیش‌ترین میزان بهره‌وری اقتصادی مربوط به تیمار S_0I_1 بود که نسبت به تیمار شاهد به میزان 91 درصد افزایش داشت. همچنین کم‌ترین مقدار آن از تیمار S_2I_0 حاصل شد که به میزان 90/8 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت. نتایج نشان داد که استفاده از سوپرجاذب در تیمارهای بدون آبیاری کم‌ترین مقدار بهره‌وری اقتصادی را حاصل کرد. بنابراین استفاده از سوپرجاذب در کشت گندم دیم بدون انجام آبیاری تکمیلی توصیه نمی‌گردد.



شکل3- مقایسه میزان بهره‌وری آب کاربردی و آب آبیاری بین تیمارهای مورد آزمایش

روابط بین وزن هزار دانه و نیز بهره‌وری مصرف آب با عملکرد دانه به‌صورت روابط رگرسیون خطی در شکل 4 نشان داده شده است. همبستگی این دو صفت با عملکرد دانه در سطح 1 درصد معنی‌دار به‌دست آمد. مطابق انتظار افزایش وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد، عملکرد دانه را افزایش داده است. همچنین بهره‌وری مصرف آب نیز هم‌سو با افزایش عملکرد، افزایش یافته است.



شکل4- روابط بین وزن هزار دانه و بهره‌وری مصرف آب با عملکرد دانه

تحلیل اقتصادی

مسایل اقتصادی یکی از ارکان اصلی تصمیم‌گیری است. در پژوهش حاضر، میزان مصرف آب و سوپرجاذب استاکوزورب عوامل متغیر در تیمارها بودند. با توجه به قیمت ناچیز آب در ایران، در این پژوهش از تاثیر قیمت آب در تحلیل اقتصادی صرف‌نظر شده است. مصرف سوپرجاذب زمانی قابل توصیه خواهد بود که افزایش درآمد حاصل از افزایش عملکرد در نتیجه مصرف سوپرجاذب، بیش‌تر از افزایش هزینه تولید ناشی از مصرف سوپرجاذب باشد. با توجه به قیمت سوپرجاذب استاکوزورب و نیز قیمت خرید تضمینی گندم در سال مورد آزمایش، کاربرد سوپرجاذب زمانی توجیه اقتصادی خواهد داشت که به ازای مصرف هر کیلوگرم سوپرجاذب عملکرد دانه حداقل به اندازه 20 کیلوگرم افزایش یابد. مقایسه عملکرد تیمارها با تیمار شاهد نشان داد این امر تنها در صورت انجام آبیاری تکمیلی امکان‌پذیر است. اما باید توجه داشت تاثیر آبیاری تکمیلی در افزایش عملکرد به مراتب بیش‌تر از تاثیر مصرف سوپرجاذب است. به طوری‌که مقایسه نتایج عملکرد تیمارها نشان داد تنها تیمار S_1I_2 در مقایسه با تیمار S_0I_1 توجیه اقتصادی دارد. این در شرایطی است که با توجه به نتایج به‌دست آمده انجام آبیاری تکمیلی در سطح I_2 توصیه نمی‌گردد. این امر این گونه قابل توجیه است که آبیاری در سطح I_2 در اردیبهشت ماه موجب افزایش ماده خشک تولیدی شده و به دلیل افزایش شاخ و برگ گیاه، میزان تعرق و در نتیجه مصرف آب در این تیمارها افزایش پیدا کرده است. بنابراین مصرف آب و نیاز آبی تیمار I_2 بیش‌تر شده و مقدار آبیاری در خرداد پاسخ‌گوی نیاز گیاه برای مرحله پرشدن دانه‌ها نبوده است. نخجوانی مقدم و همکاران (1395) سناریوهای مختلف مدیریت تک‌آبیاری بهاره گندم دیم با عمق 60 میلی‌متر را بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد تک‌آبیاری بهاره بهره‌وری آب آبیاری را در مقایسه با بهره‌وری کل به میزان قابل توجهی افزایش داد. بیش‌ترین بهره‌وری آب آبیاری به میزان 3/45 کیلوگرم بر مترمکعب با تک‌آبیاری در میانه دوره گل‌دهی به‌دست آمد. بنابراین با توجه به قیمت فعلی، مصرف سوپرجاذب استاکوزورب در کشت گندم دیم که یک گیاه یک‌ساله است توجیه اقتصادی ندارد. البته باید در نظر داشت تاثیر سوپرجاذب در خاک تنها یک سال نیست و ممکن است در کشت سال بعد و یا در مورد گیاهان چندساله نتایج مطلوبی داشته باشد. همچنین مصرف مقادیر کم‌تر سوپرجاذب در کنار آبیاری تکمیلی نیز ممکن است توجیه اقتصادی داشته باشد که نیاز به بررسی‌های بیش‌تری دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد انجام آبیاری تکمیلی، مصرف سوپرجاذب و نیز اثر متقابل آن‌ها باعث افزایش عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب گردید. البته تأثیر آبیاری تکمیلی در بهبود صفات مورد مطالعه بیش‌تر از تاثیر مصرف سوپرجاذب بود. با توجه به اهمیت بارش خردادماه (مرحله پرشدن دانه‌ها) در تعیین وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه، تک‌آبیاری تکمیلی در خرداد بیش‌ترین تاثیر را در

افزایش عملکرد داشت. اگرچه تیمار S_2I_1 بیش‌ترین مقدار عملکرد و بهره‌وری کل آب کاربردی را داشت؛ اما با توجه به عدم توجیه اقتصادی مصرف سوپرجاذب در کشت گندم دیم، تیمار S_0I_1 با عملکردی معادل 3/78 تن در هکتار و بهره‌وری کل آب کاربردی 1/05 کیلوگرم بر مترمکعب به‌عنوان بهترین تیمار معرفی شد. بهره‌وری مصرف آب آبیاری نیز در این تیمار معادل 3/34 کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد.

منابع

بابازاده،ح.، شاهرخی،ف.، منشوری،م و داوودی،ف.1390. بررسی تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم منطقه ابهر، استان زنجان. مجله مهندسی منابع آب. 4. 10: 75 - 84.

توکلی،ع.ر. 1392. کم‌آبیاری و مدیریت آبیاری تکمیلی گندم آبی و دیم در شهرستان سلسله. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. 4.27: 589 - 600.

زارع فیض‌آبادی،ا.، کوچکی،ع.ر و نصیری محلاتی،م. 1385. بررسی روند 50 ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات در کشور و پیش‌بینی وضعیت آینده. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. 4. 1: 49 - 69.

فرمهینی فراهانی،م.، میرزاخانی،م و ساجدی،ن.ع. 1392. اثر تنش کم‌آبی و کاربرد مواد جاذب رطوبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه در اراک. یافته‌های نوین کشاورزی. 27. 3: 263 - 274.

کافی،م.، برزویی،ا.، صالحی،م.، کمندی،ع.، معصومی،ع و نباتی،ج. 1388. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 502 صفحه.

مرتضوی،س.م.، توکلی،ا.، محمدی،م.ح. و افصحی،ک. 1394. تاثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم آذر 2 در شرایط دیم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). شماره 106: 118 - 125.

نخجوانی مقدم،م.م.، صدر قاین،س.ح و اکبری،م. 1389. اثرات تنش آبی بر عملکرد و کارایی مصرف آب گندم. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران، اهواز.

نخجوانی مقدم،م.م.، قهرمان،ب.، داوری،ک.، علیزاده،ا.، دهقانی سانیج،ح و توکلی،ع.ر. 1395. افزایش بهره‌وری بارش برای گندم دیم در شرایط مدیریت برتر زراعی و آبیاری محدود در بالا دست حوضه کرخه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. 30. 3: 301 - 315.

هادی،م. 1395. مطالعه تاثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد سطوح مختلف پلیمر استاکوزورب بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

هادی،م.، خالدی،م و مجنونی هریس،ا. 1394. بررسی تغییرات و تحلیل حساسیت تبخیر - تعرق مرجع در منطقه شمال‌غرب ایران. سومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

Asseng,S., Foster,I and Turner,N. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. Global Change Biology. 17: 997-1012.

De Herralde,F., Biel,C., Save,R., Morales,M.A., Torreciallas,A., Alarcon,J.J and Sanchez-Blanco,M.J. 1998. Effect of water and stress on the growth, gas exchange and water relation in Agryanthemum coronopifolium plants. Plan Science. 139: 9-17.

Howell,T.A., Cuenca,R.H and Solomon,K.H. 1990. Crop Yield Response. In: Hoffman, G.J., Howell,T.A., Solomon,K.H. (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. An ASAE Monograph, St. Joseph,M.I. Chapter 5pp. 93–116.

Oweis,T and Hachum,A. 2009. Optimizing supplemental irrigation: Tradeoffs between profitability and sustainability. Agricultural Water Management. 96: 511-516.

Yang,J., Zhang,J., Wang,Z., Zhu,Q and Liu,L. 2001. Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agronomy Journal. 93: 196-206.

Zhang,B., Li,F.M., Huang,G., Cheng,Z.Y and Zhang,Y. 2006. Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area. Agricultural Water Management. 79: 28-42.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 11, Oct.-Nov. 2017, p. 658-666

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره4، جلد 11، مهر - آبان 1396، ص. 666-658

Interaction of Superabsorbent Polymer and Supplemental Irrigation Technique to Increase Yield and Irrigation Water use Efficiency in Rainfed Wheat Cultivation

M. Hadi[1]*, S. Jalili[2], A. Majnooni Heris[3], R. Delirhasannia[4]
Recived: Mar.14, 2017 Accepted: May.03, 2017

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of supplemental irrigation and Stockosorb superabsorbent on yield, yield components and water use efficiency in irrigated wheat during 2015-2016 crop years in agricultural faculty of Tabriz University as factorial in randomized complete block design with three replications. Experimental treatments consisted of supplemental irrigation at three levels of without irrigation (I_0), irrigation once in June (I_1) and irrigation twice in May and June (I_2), and the use of Stockosorb superabsorbent at three levels of 0, 50 and 100 kg.ha^{-1}. (S_0, S_1 and S_2). The results showed that supplemental irrigation was significant on all traits at the level of 1%, but no significant effect of superabsorbent was obtained on biological yield. Interactions in the number of grains per panicle, yield and water use efficiency were significant at the level of 1% and in thousand kernel weight and economical productivity at the level of 5%. The highest yield and water use efficiency was obtained from treatment S_2I_1, respectively, 4.35 ton.ha^{-1} and 1.20 kg.m^{-3}. The highest yield and water use efficiency were increased respectively by the amount of 2.74 ton.ha^{-1} and 0.66 kg.m^{-3} compared to control. The results of the economic analysis showed that superabsorbent consumption without supplemental irrigation has no economic justification in dry land farming of wheat. Considering the economic analysis, treatment S_0I_1 with 134.8% increase in yield and 94.4% increase in water use efficiency has the best conditions compared to control. The highest irrigation water use efficiency (3.51 kg.m^{-3}) was obtained from treatment S_1I_1.

Keywords: Economic Analysis, Grain Yield, Stockosorb, Water Use Efficiency

1,2- Graduated MSc Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3- Assistant Professor of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
4- Associate Professor of water engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
(*-Corresponding Author Email: Moeinhadi70@gmail.com)