نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 7، شماره 4، زمستان 1394، ص. 527-513

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 4, Winter 2016, p. 513-527

ارزیابی توان جذب آب سوپرجاذب در پاسخ به تغییرات دما، شوری و تناوب آب‌گیری و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در شرایط کم‌آبیاری

حمیدرضا فلاحی[1*]، مهسا اقحوانی شجری[2]، رضا طاهرپور کلانتری[3] و محمد قاسم سلطان‌زاده[4]

تاریخ دریافت: 1394/02/12
تاریخ پذیرش: 1394/07/14

فلاحی، ح.ر.، اقحوانی شجری، م.، طاهرپور کلانتری، ر.، و سلطان‌زاده، م.ق. 1394. ارزیابی توان جذب آب سوپرجاذب در پاسخ به تغییرات دما، شوری و تناوب آب‌گیری و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در شرایط کم‌آبیاری. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 7(4): 527-513.

چکیده

در این پژوهش ابتدا اثر عوامل دما (چهار، 10، 20، 30 و 40 درجه سانتی‌گراد)، شوری (صفر، 0/25، 0/5، 0/75 و یک درصد به ترتیب معادل با صفر، 3/9، 7/8، 11/7 و 15/6 دسی‌زیمنس بر متر شوری ناشی از کلرید سدیم در دو دمای 10 و 25 درجه سانتی‌گراد) و تناوب آب‌گیری (از یک تا پنج مرحله آب‌دهی و آب‌گیری متناوب) بر توان جذب آب توسط پلی‌مر سوپرجاذب (پلی‌اکریلات پتاسیم + پلی‌اکریل آمید) در شرایط آزمایشگاهی شبیه‌سازی شد. سپس میزان تأثیرگذاری سطوح مختلف سوپرجاذب (صفر، 30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) در شرایط کم‌آبیاری (آبیاری با مدار 12، 15 و 18 روز) بر عملکرد و کیفیت الیاف تولیدی گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در دانشکده کشاورزی سرایان (دانشگاه بیرجند) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال 1393 بررسی شد. نتایج نشان داد که شوری آب آبیاری در هر دو دمای 10 و 25 درجه سانتی‌گراد تأثیر کاهشی شدیدی بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب داشت، به طوری‌که با افزایش شدت تنش شوری از صفر به 0/25 و یک درصد، مقدار آب جذب شده توسط این ماده به ترتیب حدود 73 و 85 درصد کاهش یافت. در بین تیمارهای دمایی مورد بررسی، بیشترین توان جذب آب توسط سوپرجاذب در دمای 20 درجه سانتی‌گراد به دست آمد. مقدار آب جذب شده توسط این ماده در دمای 20 درجه سانتی‌گراد به ترتیب هشت و 13 درصد بیشتر از دماهای چهار و 40 درجه سانتی‌گراد بود. افزون بر این، قدرت جذب آب توسط هر گرم پلی‌مر سوپرجاذب در طی دوره‌های اول تا پنجم آب‌گیری به ترتیب 266، 311، 334، 340 و 355 گرم بود. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که بیشترین عملکرد پنبه در شرایط مصرف 60 کیلوگرم سوپرجاذب و انجام آبیاری با مدار 15 روز (معادل 155 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر)، به مقدار 5027 کیلوگرم وش در هر هکتار به دست آمد. افزایش مدار آبیاری پنبه از 15 به 18 روز با وجود این‌که موجب کاهش حدود 20 درصدی عملکرد شد، اما بر هیچ‌کدام از شاخص‌های کیفی الیاف پنبه شامل طول الیاف، شاخص یکنواختی، استحکام، کشش، ظرافت، درخشندگی، زردی، نسبت رسیدگی و میزان الیاف کوتاه تأثیر منفی بر جا نگذاشت.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، شاخص یکنواختی الیاف، ظرافت الیاف، غوزه، نسبت رسیدگی الیاف

مقدمه

کاهش میزان دسترسی به منابع آب در بسیاری از کشورهای کم-باران جهان از جمله ایران به خصوص در پاسخ به برداشت بی‌رویه از مخازن آب و نیز وقوع پدیده تغییر اقلیم، نگرانی‌هایی را ایجاد کرده است. این موضوع در سال‌های اخیر به خوبی خود را نشان داده است، به طوری‌که اکثر دشت‌های ایران با روند نزولی سطح آب زیرزمینی مواجه شده‌اند. با در نظر گرفتن رشد جمعیت در کشور پیش‌بینی می-شود که در صورت عدم انجام تمهیدات پیش‌گیرانه لازم جهت استفاده کارآمد از منابع موجود آبی، در آینده نه چندان دور سبد آبی کشور

1، 2، 3 و 4- به ترتیب عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، دانشجوی دکتری بوم‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، کارشناس ارشد و دانشجوی دوره کارشناسی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)

پاسخ‌گوی نیازهای موجود نخواهد بود (Razavi & Davary, 2014). بنابراین، ضرورت دارد تا استفاده پایدار از منابع آب به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد توجه قرار گیرد. از راه‌کارهای تأثیرگذار در این خصوص می‌توان به روش‌های کم-آبیاری و نیز استفاده از مواد آلی و شیمیایی ابَرجاذب اشاره کرد.

کم‌آبیاری یکی از روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در زمین‌های زراعی است که در آن گیاه زراعی به مقداری کمتر از نیاز آبی آبیاری می‌شود (Akbari Nodehi, 2011). در این روش گیاه در مرحله‌ای خاص از رشد و یا در تمام فصل رشد تحت تنش کم‌آبی قرار می‌گیرد (Jahan et al., 2015). کم‌آبیاری از طریق روش‌هایی مانند کاهش حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری، افزایش فواصل آبیاری، قطع آبیاری در زمان مشخصی از رشد و حذف آبیاری‌هایی که کمترین بازدهی را دارند، قابل اجرا می‌باشد. این شیوه آبیاری در صورتی‌که به خوبی اجرا شود، می‌تواند بدون ایجاد کاهش قابل توجهی در عملکرد، موجب افزایش کارایی مصرف آب گردد (Fereres & Soriano, 2007; Ghorbani Nasrabad & Hezarjaribi, 2010). تاکنون اثرات مثبت کم‌آبیاری بر افزایش کارایی مصرف آب، افزایش سطح زیرکشت و کسب درآمد بیشتر در گیاهان مختلفی مانند آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus* L.) (Karimi Kakhaki & Sepehri, 2010)، گندم (*Triticum aestivum* L.) (Shayannejad, 2010)، ذرت (*Zea mays* L.) (Karimi et al., 2010) و جو (*Hordeum vulgare* L.) (Ramezani Etedali et al., 2009) گزارش شده است.

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) نیز گیاهی است که به زمان و مقدار آب مورد استفاده در مراحل مختلف رشد واکنش زیادی نشان می‌دهد، به طوری‌که در مراحل گل‌دهی و اوج گل‌دهی به کم‌آبیاری حساس بوده و در برخی از مراحل حساسیت چندانی به کم‌آبیاری ندارد (Ghorbani Nasrabad1 & Hezarjaribi, 2010). گزارش شده است که در شرایط اقلیمی شمال ایران به آبیاری کامل گیاه پنبه نیاز نبوده و تأمین 75 درصد نیاز آبی گیاه کافی می‌باشد (Akbari Nodehi, 2011). در تحقیق مشابهی گزارش شد که تأمین 66 درصد نیاز آبی پنبه از نظر کسب بهترین کیفیت الیاف در این گیاه مناسب است (Fathi et al., 2011). در پژوهش دیگری نیز تیمار دور آبیاری 13 روزه همراه با تأمین 50 درصد نیاز آبی گیاه جهت حصول عملکرد و کیفیت مناسب الیاف پنبه توصیه شد (Ghorbani Nasrabad & Hezarjaribi, 2006).

مصرف سوپرجاذب‌ها نیز به دلایلی مانند توان بالای جذب و نگهداری آب، ماندگاری به مدت حدود چهار تا هفت سال، عدم تأثیر منفی بر خصوصیات شیمیایی خاک و نیز عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی، جهت تولید محصولات کشاورزی در مناطق تحت تنش خشکی سودمند است (Fazeli Rostampour & Mohebbian, 2012). این ترکیبات ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی برای مدت طولانی، مزایای دیگری مانند تسریع جوانه‌زنی گیاه، کاهش تعداد دفعات آبیاری، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، افزایش کارایی مصرف کودها، هوادهی بهتر خاک، افزایش فعالیت و جمعیت ریزجاندارن مفید خاک و نیز افزایش تخلخل و ثبات ساختمان خاک را نیز به همراه دارند (Karimi et al., 2009; Jahan et al., 2015). در پژوهش‌های متعددی که در خصوص مصرف سوپرجاذب در بوم‌نظام‌های زراعی صورت گرفته است، اثرات مثبت این ترکیبات بر بهبود رشد و عملکرد گیاهانی مانند ذرت (Fazeli Rostampour & Mohebbian, 2012)، سویا (*Glycine max* L.) (Tohidi Moghaddam & Mazaheri, 2012)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) (Ziaeidoustan et al., 2013)، گندم (Taherkhani et al., 2013) آفتابگردان (Karimi et al., 2009) و ذرت علوفه‌ای (Karimi & Naderi, 2007) گزارش شده است. با وجود اثرات مثبتی که مصرف سوپرجاذب بر رشد و عملکرد گیاهان دارد، اما میزان کارایی این ترکیبات به عواملی مانند میزان املاح موجود در آب آبیاری (Rahbar & Banedjschafie, 2009; Fazeli Rostampour & Mohebbian, 2012) و دمای محیط بستگی دارد. افزون بر این، توان جذب این ترکیبات ممکن است در طی دوره‌های مختلف آب‌گیری و آب‌دهی در سطح مزرعه تغییر نماید، به طوری‌که در پژوهشی گزارش شد که میزان رطوبت سوپرجاذب ایگیتا در تناوب ششم آبیاری در مقایسه با تناوب اول حدود 36 درصد کاهش یافت (Karimi et al., 2009).

با توجه به ضرورت استفاده کارآمد از منابع محدود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید گیاه پنبه با روش کم‌آبیاری در شرایط مصرف سطوح مختلف سوپرجاذب پلی‌اکریلات پتاسیم بود. افزون بر این، شبیه‌سازی میزان کارایی سوپرجاذب در سطوح مختلف شوری آب آبیاری، دمای محیط و دفعات آب‌گیری و آب‌دهی نیز از دیگر اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو بخش آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در سال‌های 1393 و 1394 در دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند اجرا شد. در تحقیقات آزمایشگاهی اثرات شوری و دمای محیط بر توان جذب آب توسط پلی‌مر سوپرجاذب پلی‌اکریلات پتاسیم بررسی شد. افزون بر این، قدرت جذب آب توسط این ماده در طی دوره‌های مختلف آب‌گیری و آب‌دهی اندازه‌گیری شد. در تحقیق مزرعه‌ای اثر متقابل سطوح مختلف سوپرجاذب و کم‌آبیاری بر عملکرد و کیفیت الیاف تولیدی پنبه مورد بررسی قرار گرفت.

1- اثر متقابل دما و شوری بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب

این تحقیق در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی دانشکده کشاورزی سرایان، صورت پذیرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر (آب مقطر)، 0/25، 0/5، 0/75 و یک درصد شوری ناشی از کلرید سدیم (ساخت شرکت مرک) بودند. با توجه به این‌که هر یک دسی زیمنس بر متر برابر با 640 قسمت در میلیون[1] یعنی 640 میلی‌گرم نمک در یک لیتر آب است، بنابراین تیمارهای تنش شوری به ترتیب معادل با صفر، 3/9، 7/8، 11/7 و 15/6 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند. میزان جذب هر یک از این محلول‌ها توسط سوپرجاذب در دو دمای 10 و 25 درجه سانتی‌گراد و در طی دوره زمانی یک ساعت پس از تأمین رطوبت، مورد بررسی قرار گرفت.

2- اثر دمای محیط بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب

به منظور شبیه‌سازی توان جذب آب توسط سوپرجاذب در فصول مختلف سال و نیز مناطق جغرافیایی دارای شرایط اقلیمی متفاوت، آزمایشی در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی دانشکده کشاورزی سرایان صورت گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل دماهای چهار، 10، 20، 30 و 40 درجه سانتی‌گراد بودند که میزان جذب آب مقطر توسط سوپرجاذب در هر یک از دماهای ذکر شده و در طی بازه زمانی یک ساعت اندازه‌گیری شد.

3- ارزیابی توان جذب آب توسط سوپرجاذب در طی دوره‌های آبیاری

این آزمایش در آزمایشگاه فیزیولوژی تنش‌های محیطی دانشکده کشاورزی سرایان و به منظور شبیه‌سازی میزان تغییر احتمالی در قدرت جذب آب توسط پلی‌مر سوپرجاذب در طی دوره‌های مختلف آبیاری انجام شد. جهت شبیه‌سازی چرخه‌های آب‌گیری و آب‌دهی سوپرجاذب در شرایط مزرعه که در فاصله بین دو آبیاری متوالی صورت می‌گیرد، در این آزمایش ابتدا سوپرجاذب در معرض رطوبت قرار گرفته و سپس در محیط آون عمل تخلیه رطوبتی این ترکیب صورت گرفت و هر چرخه آب‌گیری و آب‌دهی متوالی به عنوان یک تناوب در نظر گرفته شد. برای اجرای آزمایش ابتدا مقدار آب مقطر جذب شده توسط یک گرم سوپرجاذب در طی بازه زمانی 20 دقیقه و در دمای 25 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد، سپس سوپرجاذب در دمای 90 درجه سانتی‌گراد به مدت 12 ساعت جهت تخلیه نسبی رطوبت قرار گرفت. در مرحله بعدی مجدداً آب‌دهی به سوپرجاذب صورت گرفته و قدرت جذب آب توسط این ترکیب اندازه‌گیری شد و این روند تا پنج دوره آب‌دهی و آب‌گیری متوالی (پنج تناوب) ادامه یافت. جهت شبیه‌سازی شرایط رطوبتی خاک یعنی عدم تخلیه کامل رطوبت خاک در فاصله بین دو آبیاری متوالی، در این آزمایش از خشک شدن کامل رطوبت اطراف سوپرجاذب در فاصله بین دو تناوب آب‌گیری ممانعت شد و حدوداً 30 درصد آب از هر تناوب به تناوب بعد منتقل می‌شد.

4- اثرات مصرف سوپرجاذب و کم‌آبیاری بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه

این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند در سال 1393 اجرا شد. برخی از پارامترهای آب و هوایی محل اجرای آزمایش در جدول 1 ارایه شده است.

عامل کرت اصلی مدار آبیاری (شامل 12، 15 و 18 روز به ترتیب معادل حدود 120، 155 و 190 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و عامل کرت فرعی شامل سطوح مختلف سوپرجاذب (شامل صفر، 30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد.

1- ppm: parts per million

جدول 1- شرایط اقلیمی سرایان طی دوره آزمایش

Table 1- The main climatic indices of Sarayan during experiment

ماه Months	میزان بارندگی ماهیانه (میلی‌متر) Monthly precipitation (mm)	میزان تبخیر ماهیانه (میلی‌متر) Monthly evaporation (mm)	رطوبت نسبی ماهیانه (درصد) Monthly average humidity (%)	مجموع ساعات آفتابی ماهانه Monthly sunshine hours	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد) Average of minimum temperatures (°C)	میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد) Average of maximum temperatures (°C)
خرداد June	0	381.4	18	336.5	20.5	34.8
تیر July	0	461.7	14	381.9	22.8	36.9
مرداد August	0	425.2	13	369.9	22.3	37.3
شهریور September	0	329.0	15	350.6	18.4	36.2
مهر October	0	238.0	23	288.6	15.0	29.8
آبان November	26	94.2	45	265.8	05.2	18.3
آذر December	11	25.1	48	220.2	02.5	14.9

خصوصیات سوپرجاذب مورد استفاده در جدول 2 آورده شده است. مدارهای آبیاری بر اساس عرف رایج منطقه (12 روز) و نیز دو مدار آبیاری با فواصل بیشتر از مدار آبیاری رایج (15 و 18 روز) به عنوان تیمارهای کم‌آبیاری انتخاب گردید تا تأثیر کم‌آبیاری در سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بررسی شود. با توجه به تأثیر کیفیت آب آبیاری بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب، خصوصیات آب آبیاری مورد استفاده در جدول 2 ارایه شده است.

جدول 2- مهم‌ترین ویژگی‌های آب آبیاری و سوپرجاذب مورد استفاده در آزمایش

Table 2- The main properties of irrigation water and superabsorbent polymer

شاخص‌های کیفی آب آبیاری

Qualitative indices of irrigation water

هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) EC ($\mu S.cm^{-1}$)	شاخص واکنش pH	کل املاح محلول (قسمت در میلیون) TDS (ppm)	یون کلسیم (قسمت در میلیون) Ca^{2+}(ppm)	منیزیوم (قسمت در میلیون) Mg^{2+}(ppm)	سدیم (قسمت در میلیون) Na^{+}(ppm)	پتاسیم (قسمت در میلیون) K^{+} (ppm)	کلر (قسمت در میلیون) Cl^{-} (ppm)
1300	7.81	8510	48	51.5	156.4	0.45	170.4

ویژگی‌های سوپر جاذب

Superabsorbent properties

خصوصیات ظاهری Appearance	چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Density ($gr.cm^{-3}$)	اندازه ذرات (میلی‌متر) Grain size (mm)	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) EC ($\mu m.cm^{-1}$)	میزان رطوبت (درصد) Moisture (%)	بیشترین میزان دوام (سال) Maximum durability (Year)	میزان نگهداری آب مقطر (گرم بر گرم) Water holding capacity ($g.g^{-1}$)
گرانوله سفید White granule	1.1-1.5	0.5-1	7.4	1754	11.6	7	330

افزون بر این، توان جذب آب آبیاری توسط سوپرجاذب مورد استفاده، در دمای اتاق و در طی بازه زمانی یک ساعت پس از آب-دهی اندازه‌گیری شد.

برای اجرای آزمایش، عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. جهت اعمال سطوح مختلف سوپرجاذب، میزان مورد نیاز از این ماده در سطح هر کرت پخش گردید و برای مخلوط شدن مناسب این ماده با خاک لایه 30 سانتی‌متری خاک به طور مناسبی شخم اعمال گردید. در 20 خرداد ماه کاشت پنبه با استفاده از بذور گواهی شده رقم خرداد صورت گرفت. کاشت گیاه با فواصل بین و روی ردیفی به ترتیب 60 و 25 سانتی‌متر به صورت دستی و به شکل کپه‌ای در کرت‌های به ابعاد 3x4 متر انجام شد. پس از کاشت، تمامی تیمارها دو بار به طور هم‌زمان آبیاری شده و پس از آن تیمار آبیاری مورد نظر در هر کرت به طور جداگانه اعمال گردید. پس از سبز شدن تا مرحله برداشت محصول عملیات تنک کردن و وجین دستی علف‌های هرز صورت پذیرفت. برای تأمین نیازهای غذایی گیاه در تمامی تیمارها به طور یکسان، مقدار 30 تن در هکتار کود دامی (قبل از کاشت)، 240 کیلوگرم در هکتار اوره (یک سوم در زمان کاشت و دو سوم در طی رشد رویشی گیاه) و 200 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (قبل از کاشت) مصرف شد. در پایان فصل رشد، محصول موجود در هر کرت در طی سه چین (پنج، 19 و 26 آبان ماه) برداشت شد و عملکرد نهایی گیاه مورد محاسبه قرار گرفت.

به منظور تعیین صفات کیفی الیاف پنبه، نمونه‌ای 200 گرمی از هر کرت به آزمایشگاه تکنولوژی الیاف پنبه وابسته به اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران ارسال گردید. در آزمایشگاه صفات طول الیاف (میلی‌متر)، شاخص یکنواختی (درصد)، استحکام (مقاومت الیاف در مقابل پارگی ناشی از عملیات مکانیکی بر حسب گرم بر تکس)، کشش (ازدیاد طول بر حسب درصد)، ظرافت (عدد میکرونری)، درخشندگی، زردی، نسبت رسیدگی، میزان الیاف کوتاه و میزان رطوبت نسبی (درصد) با استفاده از دستگاه HVI[1] مورد سنجش قرار گرفت. در پایان داده‌های آزمایشی توسط نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها نیز به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

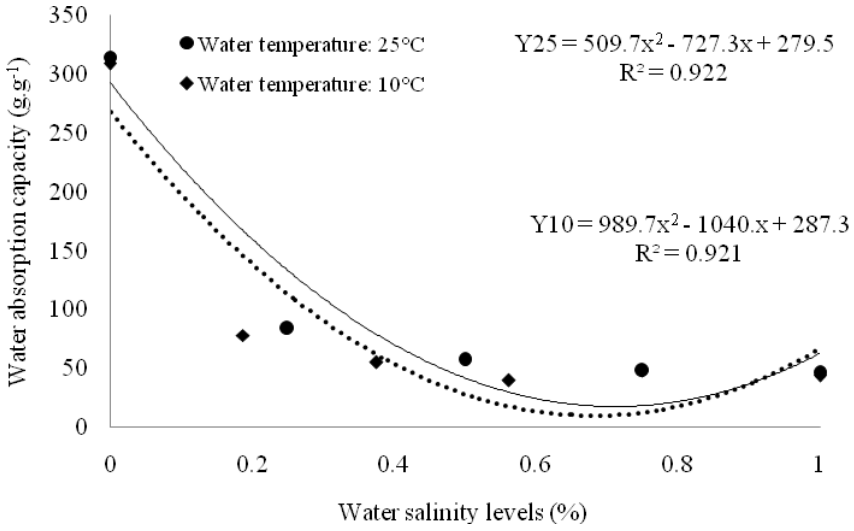
نتایج و بحث

1- اثر متقابل دما و شوری بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب

تنش شوری ناشی از کلرید سدیم تأثیر کاهشی شدیدی بر توان جذب آب توسط پلی‌مر سوپرجاذب در هر دو دمای 10 و 25 درجه سانتی‌گراد داشت. بیشترین کاهش توان جذب سوپرجاذب با افزایش شوری آب از سطح صفر به 0/25 درصد (3/9 دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد و پس از آن با افزایش میزان شوری، توان جذب سوپرجاذب روند کاهشی آهسته‌تری داشت. به عنوان مثال، در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، با افزایش میزان شوری آب از سطح صفر به 0/25 درصد، مقدار آب جذب شده توسط هر گرم سوپرجاذب با حدود 73 درصد کاهش از 315 به 84 گرم رسید، در حالی‌که کاهش توان جذب سوپرجاذب با افزایش سطح شوری از 0/25 درصد به یک درصد (15/6 دسی‌زیمنس بر متر) معادل 45 درصد بود. افزون بر این، مقدار آب جذب شده توسط سوپرجاذب در تمامی سطوح تنش شوری در دمای 25 درجه مقداری بیشتر از دمای 10 درجه سانتی‌گراد بود، هر چند که این تفاوت چندان قابل توجه نبود (شکل 1). بنابراین، در محیط‌های تحت تأثیر تنش شوری، کارایی سوپرجاذب‌های شیمیایی در جذب و نگهداری آب کاهش یافته و از طرفی میزان سودمندی این ترکیبات در دماهای سرد تا حدودی کم‌تر می‌باشد.

تأثیر منفی شوری بر توان جذب سوپرجاذب توسط امیدیان و همکاران (Omidian et al., 1999) نیز گزارش شده است. در تحقیق دیگری گزارش شد که میزان آب‌گیری سوپرجاذب پلی‌اکریل‌آمید در حضور نمک‌ها به خصوص نمک‌های دو ظرفیتی به شدت کاهش پیدا می‌کند. در این پژوهش مدت زمان لازم برای خشک شدن سوپرجاذب اشباع شده توسط آب مقطر و آب نمک به ترتیب شش و 2/3 روز در ماه‌های گرم سال برآورد شد (Rahbar & Banedjschafie, 2009). در مطالعه‌ای بر روی سوپرجاذب پلی-آسپارتیک اسید نیز با افزایش شدت شوری از صفر به 0/5 درصد، مقدار آب‌گیری این ترکیب از 400 به حدود 120 گرم کاهش یافت و سپس تا سطح چهار درصد شوری، میزان جذب آب توسط این پلی‌مر کاهش قابل توجهی پیدا نکرد (Zhao et al., 2005). در شرایط تنش شوری، رقابت کاتیون‌ها با مولکول‌های آب برای پیوند با گروه‌های عاملی آب‌دوست پلی‌مر منجر به کاهش گنجایش جذب آب در سوپرجاذب می‌گردد (Seyed Dorraji et al., 2010).

1- High volume instrument



شکل 1- اثر میزان شوری آب آبیاری بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب در دو دمای مختلف

Fig. 1- Influence of water salinity on the water absorption capacity of superabsorbent at two different temperatures

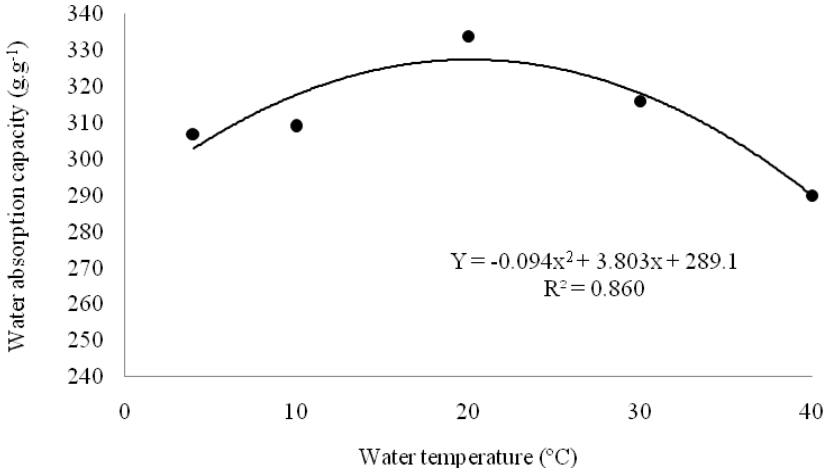
2- اثر دمای محیط بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب

دمای آب تأثیر نسبتاً قابل توجهی بر توان جذب سوپرجاذب داشت، به طوری‌که با افزایش دمای آب از چهار به 20 درجه سانتی-گراد مقدار آب جذب شده توسط هر گرم سوپرجاذب حدود هشت درصد افزایش یافت، ولی افزایش بیشتر دما به حدود 40 درجه سانتی‌گراد، مقدار جذب آب را در مقایسه با دمای مطلوب حدود 13 درصد کاهش داد. مقدار آب جذب شده توسط هر گرم سوپرجاذب در دمای 40 درجه 5/5 درصد کمتر از دمای چهار درجه سانتی‌گراد بود. بنابراین، دمای بالا در مقایسه با دمای پایین تأثیر بازدارندگی بیشتری بر قدرت جذب آب توسط سوپرجاذب داشت (شکل 2) هر چند که این میزان تفاوت ممکن است در شرایط مزرعه قابل مشاهده نباشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که تغییرات فصلی و روزانه دمای یک منطقه و نیز تفاوت‌های دمایی مناطق جغرافیایی مختلف می‌تواند تا حدودی توان جذب آب توسط سوپرجاذب را تحت تأثیر قرار دهد. در پژوهش مشابهی نیز گزارش شد که بیشترین توان جذب آب توسط سوپرجاذب پلی‌آسپارتیک اسید در دمای 25 تا 35 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و دماهای بالاتر از 35 درجه به شدت توان آب‌گیری این ترکیب را کاهش داد (Zhao et al., 2005).

3- ارزیابی توان جذب آب توسط سوپرجاذب در طی دوره-های آبیاری

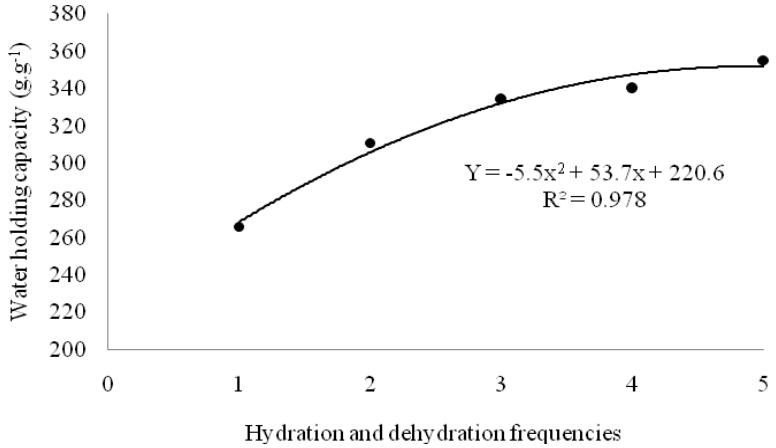
نتایج نشان داد که توان جذب آب توسط پلی‌مر سوپرجاذب در طی پنج دوره متناوب آب‌دهی و آب‌گیری نسبی، روندی افزایشی داشت. میزان آب جذب شده توسط این ترکیب در تناوب پنجم، 25 درصد بیشتر از تناوب اول بود (شکل 3). نتایج پژوهش مشابهی حاکی از آن است که توان جذب سوپرجاذب پلی‌اکریل‌آمید پس از نه مرتبه آب‌گیری و خشک شدن متوالی به میزان 22 درصد کاهش یافت (Rahbar & Banedjschafie, 2009). نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که در دمای 105 درجه و در تناوب ششم، درصد کاهش جذب آب مقطر توسط سوپرجاذب وینیل الکل آکریلیک اسید، 36 درصد مقادیر اولیه بود (Karimi et al., 2009). در آزمایش کنونی جهت شبیه‌سازی شرایط مزرعه‌ای یعنی عدم خالی شدن صد در صد خاک از رطوبت، از خشک شدن کامل سوپرجاذب در فاصله بین دو تناوب جلوگیری شد و مقداری از آب تناوب قبل به تناوب بعدی منتقل می‌شد. احتمالاً قرارگیری همیشگی سوپرجاذب در معرض مقادیر کم تا زیاد رطوبت (مشابه شرایط خاک در فاصله بین دو آبیاری) باعث بروز این تفاوت شده و موجب شده که مقدار آب جذب شده توسط این ترکیب در طی زمان روندی نسبتاً افزایشی داشته باشد. به هر حال نتایج این آزمایش نشان داد در صورت عدم تخلیه کامل رطوبت اطراف سوپرجاذب، این ماده می‌تواند توان جذب آب

خود را حداقل تا پنج دوره آبیاری حفظ نماید.



شکل 2- ارتباط دمای آب و توان جذب آب توسط سوپرجاذب

Fig. 2- The relationship between water temperature and water absorption capacity by superabsorbent



شکل 3- اثر تناوب آب‌دهی و آب‌گیری بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب

Fig. 3- Effect of dehydration frequencies on water absorption capacity of superabsorbent polymer

4- اثرات مصرف سوپرجاذب و کم‌آبیاری بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه

4-1- عملکرد پنبه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عملکرد وش در گیاه پنبه به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب و کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول 3). اثرات ساده فاکتورهای آزمایشی نشان داد که بیشترین عملکرد وش در تیمار آبیاری با مدار 15 روز (155 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) به دست آمد؛ به طوری‌که میزان افزایش عملکرد در این تیمار در مقایسه با تیمارهای آبیاری با مدار 12 و 18 روز به ترتیب نه و 21 درصد برآورد شد. بالاتر بودن عملکرد در تیمار آبیاری با فواصل 15 روز در مقایسه با تیمار شاهد (مدار آبیاری 12 روز) احتمالاً بیانگر تأثیر منفی فراهمی بیش از حد رطوبت و در نتیجه وقوع دوره‌های بی‌هوازی، بر رشد گیاه پنبه می‌باشد. مصرف سوپرجاذب نیز به مقدار بیش از 30 کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد وش در گیاه پنبه شد، ولی بین تیمار مصرف 30 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. میزان افزایش عملکرد وش در تیمارهای مصرف 60 و 90 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب برابر با 10

و شش درصد بود. نتایج اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی نیز نشان داد که در تمامی سطوح کم‌آبیاری پنبه، بیشترین عملکرد وش در شرایط مصرف 60 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار به دست آمـد و در ایـن میان دور آبیاری 15 روز در مقایسه با سایر تیمارهـای آبیـاری دارای برتری نسبی بود (شکل 4).

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس (مجموع مربعات) اثر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه

Table 3- Analysis of variance (sum of squares) for effects of irrigation management and superabsorbent polymer on yield and quality of cotton.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد وش Cotton yield	طول الیاف Fiber length	یکنواختی Uniformity index	استحکام Strength	کشش Elasticity
تکرار Replication	2	23812^{ns}	1.63^{ns}	0.88^{ns}	9.02^{ns}	0.01^{ns}
مدیریت آبیاری Irrigation management	2	6179494^{**}	4.95^{*}	4.48^{ns}	22.02^{*}	0.06^{*}
تکرار × مدیریت آبیاری Replication×Irrigation	4	2657922^{**}	6.27^{ns}	2.70^{ns}	16.92^{ns}	0.09^{*}
سوپرجاذب Superabsorbent	3	2422049^{**}	2.88^{ns}	5.57^{ns}	2.41^{ns}	0.01^{ns}
مدیریت آبیاری×سوپرجاذب Irrigation× Superabsorbent	6	2813158^{**}	4.86^{ns}	7.22^{ns}	36.63^{ns}	0.03^{ns}
خطا Error	18	2065264	13.09	29.95	47.69	0.14
کل Total	35	16161702	33.70	50.81	134.73	0.36
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-		2.96	1.55	5.22	1.29

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ظرافت Micronaire	درخشندگی Brightness	زردی Yellowish	نسبت رسیدگی Ripening ratio	الیاف کوتاه Short fibers percentages	درصد رطوبت Humidity
تکرار Replication	2	0.37^{ns}	9.35^{*}	0.64^{ns}	0.0003^{ns}	1.74^{ns}	0.33^{ns}
مدیریت آبیاری Irrigation management	2	0.05^{ns}	4.38^{ns}	3.51^{ns}	0.0002^{ns}	6.82^{ns}	0.66^{ns}
تکرار × مدیریت آبیاری Replication×Irrigation	4	0.81^{ns}	7.84^{ns}	10.21^{ns}	0.0021^{ns}	9.71^{ns}	0.63^{ns}
سوپرجاذب Superabsorbent	3	0.28^{ns}	3.26^{ns}	0.51^{ns}	0.0008^{ns}	8.76^{ns}	1.86^{ns}
مدیریت آبیاری×سوپرجاذب Irrigation× Superabsorbent	6	0.19^{ns}	1.22^{ns}	11.74^{ns}	0.00002^{ns}	15.97^{ns}	1.64^{ns}
خطا Error	18	1.49	20.36	43.59	0.0035	49.13	7.08
کل Total	35	3.22	46.62	70.23	0.0072	92.15	12.22
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	6.39	1.36	14.98	1.57	25.69	8.96

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

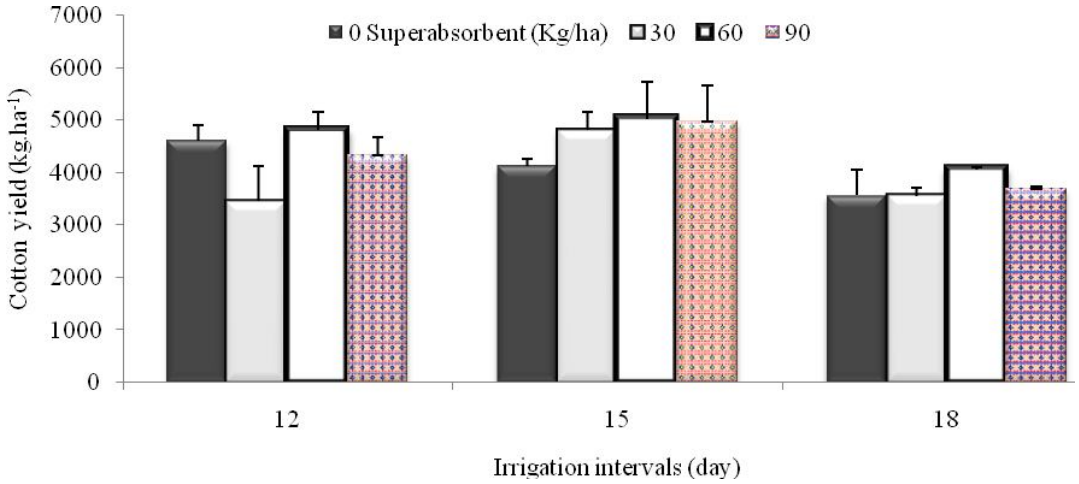
ns, * and ** non-significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری بدون این که عملکرد گیاه پنبه تأثیر قابل توجهی بپذیرد، در مصرف آب که به عنوان ارزشمندترین نهاده کشاورزی در مناطق نیمه‌خشک به شمار می‌آید نیز صرفه جویی نمود. این نتایج با یافته‌های قربانی‌نصرآباد و هزارجریبی (Ghorbani Nasrabad & Hezarjaribi, 2010) و اکبری‌نودهی (Akbari Nodehi, 2013) هم‌خوانی دارد که گزارش کردند که تأمین 70 تا 75 درصد نیاز آبی گیاه پنبه در مقایسه با آبیاری کامل می‌تواند کارایی مصرف آب را در این گیاه بدون کاهش عملکرد، افزایش دهد. در پژوهشی در خصوص بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت پنبه نیز بیان شد که در شرایط محدودیت آب با کاهش 50 درصد از آب مصرفی، سود حاصله از واحد حجم آب با سود حاصل از آبیاری کامل برابر خواهد شد (Fardad & Zeyghami Gol, 2005). گیاه پنبه از مرحله پیدایش جوانه‌های گل تا اواخر گل‌دهی به خشکی حساس است و حساس‌ترین مراحل رشدی گیاه به کم‌آبی مراحل گل‌دهی و اوج گل‌دهی (قبل از تشکیل غوزه) می‌باشد، با این وجود فراوانی رطوبت نیز موجب تحریک رشد رویشی و کاهش عملکرد می‌گردد (Khajeh Pour, 2005; Ghorbani Nasrabad and Hezarjaribi, 2010; Akbari Nodehi, 2013). بنابراین، به نظر می‌رسد اعمال کم‌آبیاری از طریق حذف آبیاری و یا کاهش حجم آبیاری به خصوص در دوره‌هایی که حساسیت گیاه به تنش خشکی کم‌تر است، بتواند تأثیر مثبتی در افزایش بهره‌وری از منابع آب در زراعت پنبه داشته باشد.

مصرف پلی‌مر سوپرجاذب نیز تا حدودی موجب افزایش عملکرد وش شد. نتایج این تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت سوپرجاذب بر عملکرد پنبه با نتایج مطالعات مشابه بر روی گیاهان سویا (Tohidi Moghaddam & Mazaheri, 2012)، گندم (Taherkhani et al., 2013) و چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) (Jahan et al., 2014) مطابقت دارد. این تأثیرات بیشتر ناشی از بهبود ذخیره رطوبتی خاک در اثر مصرف سوپرجاذب می‌باشد (Seyed Dorraji et al., 2010). با این وجود، میزان تأثیرگذاری این ترکیبات در پژوهش کنونی، تنها افزایش عملکرد الیاف به میزان حدود 10 درصد بود. به نظر می‌رسد که مصرف این ترکیبات در لایه 25 سانتی‌متری شخم در گیاهانی که دارای ریشه‌های افشان هستند، کارایی بیشتری داشته باشد و در گیاهانی مانند پنبه که به دلیل داشتن ریشه مستقیم توان جذب آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک را داشته (Khajeh Pour, 2005) و پراکنش سیستم ریشه‌ای آن در لایه سطحی مصرف سوپرجاذب زیاد نیست، میزان سودمندی سوپرجاذب‌ها کمتر باشد. موضوع دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد این است که حداکثر کارایی ترکیبات سوپرجاذب زمانی قابل دست‌یابی است که از منابع آب و خاک دارای کیفیت بالا استفاده شود (Rahbar & Banj Shafiei, 2009; Seyed Dorraji et al., 2010; Rousta et al., 2013). در پژوهش کنونی توان جذب آب مقطر توسط هر گرم سوپرجاذب مورد استفاده 335 گرم بود، در حالی‌که این میزان برای آب آبیاری مورد استفاده که در مقایسه با بسیاری از منابع آب مناطق نیمه‌خشک کیفیت نسبتاً مناسبی نیز داشت، به 120 گرم کاهش پیدا نمود. همچنین در پژوهش کنونی مصرف 90 کیلوگرم سوپرجاذب در مقایسه با مصرف 60 کیلوگرم از این ماده در هر هکتار، نه تنها تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد پنبه نداشت، بلکه در تیمارهای آبیاری با فواصل 12 و 18 روز موجب کاهش عملکرد این گیاه نیز شد (شکل 4). این موضوع می‌تواند ناشی از اثرات سمی احتمالی مصرف سطوح بالای این ترکیبات باشد، هر چند که برخی از محققان معتقدند سوپرجاذب‌ها فاقد اثرات بازدارنده می‌باشند (Jahan et al., 2014).

4-2- کیفیت الیاف پنبه

اثر متقابل سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب و تیمارهای کم-آبیاری بر هیچ‌کدام از شاخص‌های کیفی الیاف پنبه تأثیرگذار نبود (جدول 3). نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر تیمارهای آبیاری بر کیفیت الیاف نشان داد که تقریباً تمامی صفات کیفی پنبه به طور مشابهی تحت تأثیر مدیریت‌های متفاوت آبیاری قرار گرفتند (جدول 4). بر اساس طبقه‌بندی فتحی و همکاران (Fathi et al., 2011) طول الیاف در تیمارهای آبیاری 12 و 15 روز در گروه الیاف بلند و در تیمار آبیاری 18 روز در گروه الیاف متوسط قرار گرفت. افزون بر این، شاخص یکنواختی و میزان کشش الیاف در تمامی تیمارهای آبیاری در طبقه زیاد، میزان استحکام آن‌ها در طبقه خیلی قوی و میزان ظرافت آن‌ها در گروه متوسط قرار گرفت.



شکل 4- اثر متقابل تیمارهای مدیریت آبیاری و سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب بر عملکرد وش در گیاه پنبه

Fig. 4- Interaction effects of irrigation management and superabsorbent polymer on cotton yield

بنابراین، می‌توان با افزایش فواصل آبیاری گیاه پنبه در مناطق نیمه‌خشک بدون این‌که کاهش قابل توجهی در عملکرد گیاه رخ دهد (شکل 4)، الیافی با کیفیت مشابه با تیمار آبیاری کامل به دست آورد و در کنار آن کارایی مصرف آب را نیز بالا برد. در پژوهش مشابهی گزارش شد که بیشترین عملکرد و کیفیت مناسب الیاف پنبه در تیمار دور آبیاری 13 روزه همراه با تأمین 50 درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (Ghorbani nasrabad1 & Hezarjaribi, 2006). نتایج تحقیق دیگری نیز حاکی از آن است که روش آبیاری بارانی و سطح آبیاری تأمین 66 درصد نیاز آبی گیاه جهت رسیدن به بهترین کیفیت الیاف در پنبه مناسب می‌باشد (Fathi et al., 2011).

نتایج مقایسه میانگین‌های تأثیر سطوح مختلف سوپرجاذب بر کیفیت الیاف تولیدی نشان داد که مصرف این ترکیبات هیچ نوع تأثیر منفی یا مثبتی بر شاخص‌های کیفی الیاف پنبه نداشت (جدول 5). بر اساس طبقه‌بندی صورت گرفته توسط فتحی و همکاران (Fathi et al., 2011) فقط الیاف تولید شده در تیمار مصرف 90 کیلوگرم سوپرجاذب در گروه الیاف بلند قرار گرفتند.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر مدیریت آبیاری بر شاخص‌های کیفی پنبه

Table 4- Effect of irrigation management on cotton quality indices

فواصل آبیاری (روز) Irrigation intervals (day)	طول الیاف (میلی-متر) Fiber length (mm)	یکنواختی (درصد) Uniformity index (%)	استحکام (گرم بر تکس) (g.tex^{-1}) Strength	کشش (درصد) Elasticity (%)	ظرافت (میکرونر) Fineness (Micronaire)
12	29.2[a*]	82.8[a]	31.7[a]	6.8[a]	4.5[a]
15	28.8[a]	83.6[a]	31.6[a]	6.9[a]	4.5[a]
18	28.3[a]	83.0[a]	30.0[a]	6.8[a]	4.4[a]

فواصل آبیاری (روز) Irrigation intervals (day)	درخشندگی Brightness	زردی Yellowing	نسبت رسیدگی Ripening ratio	الیاف کوتاه (درصد) Short fibers (%)	رطوبت (درصد) Humidity (%)
12	77.2[a]	10.5[a]	0.89[a]	6.6[a]	7.1[a]
15	78.1[a]	09.9[a]	0.89[a]	5.8[a]	6.8[a]
18	77.8[a]	10.6[a]	0.89[a]	6.8[a]	7.0[a]

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* In each column means with the same letter(s) are not significantly different at 0.05 level of probability.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف مصرف سوپرجاذب بر شاخص‌های کیفی پنبه

Table 5- Effect of different levels of superabsorbent polymer on cotton quality indices

سطوح مصرف سوپرجاذب (کیلوگرم در هکتار) Super absorbent levels ($kg.ha^{-1}$)	طول الیاف (میلی-متر) Fiber length (mm)	یکنواختی (درصد) Uniformity index (%)	استحکام (گرم بر تکس) ($g.tex^{-1}$) Strength	کشش (درصد) Elasticity (%)	ظرافت (میکرونر) Fineness (Micronaire)
0	28.8[a]	82.6[a]	31.1[a]	6.83[a]	4.43[a]
30	28.7[a]	83.6[a]	31.5[a]	6.87[a]	4.66[a]
60	28.3[a]	82.9[a]	31.2[a]	6.83[a]	4.46[a]
90	29.1[a]	83.3[a]	30.8[a]	6.87[a]	4.47[a]

سطوح مصرف سوپرجاذب Superabsorbent levels ($kg.ha^{-1}$)	درخشندگی Brightness	زردی Yellowish	نسبت رسیدگی Ripening ratio	الیاف کوتاه (درصد) Short fibers (%)	رطوبت (درصد) Humidity (%)
0	77.3[a]	10.2[a]	0.89[a]	6.95[a]	6.70[a]
30	77.9[a]	10.5[a]	0.90[a]	5.88[a]	6.87[a]
60	78.1[a]	10.3[a]	0.89[a]	6.88[a]	7.11[a]
90	77.6[a]	10.3[a]	0.89[a]	5.98[a]	7.30[a]

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* In each column means with the same letter(s) are not significantly different at 0.05 level of probability.

سایر شاخص‌های کیفی پنبه در بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی نداشت و الیاف حاصله دارای یکنواختی زیاد، استحکام خیلی قوی، کشش زیاد و ظرافت متوسط بودند. از مجموع نتایج حاصل از تیمارهای فراهمی آب و مصرف سوپرجاذب چنین به نظر می‌رسد که میزان دسترسی به آب در زراعت پنبه عمدتاً بر شاخص‌های کمی این گیاه تأثیرگذار بوده (شکل 4) و کیفیت الیاف تولیدی چندان از این فاکتور تأثیر نمی‌پذیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف 60 کیلوگرم در هکتار پلی‌مر سوپرجاذب ضمن حفظ کیفیت الیاف پنبه می‌تواند به میزان 10 درصد موجب افزایش عملکرد وش شود. با این وجود، میزان کارایی این ترکیبات به شدت تحت تأثیر دما، شوری و تناوب آب‌گیری می‌باشد. افزایش مقدار نمک کلرید سدیم موجود در آب تأثیر منفی قابل توجهی بر توان جذب آب توسط سوپرجاذب گذاشت. بنابراین، احتمال می‌رود در مناطق تحت تأثیر تنش شوری، تأثیرگذاری سوپرجاذب‌ها بیشتر از حیث ممانعت از شستشوی عناصر غذایی و افزایش کارایی مصرف آن‌ها باشد. همچنین، بیشترین مقدار جذب آب توسط این ترکیبات در دامنه دمایی 20 تا 25 درجه سانتی‌گراد به دست آمد. افزون بر این، اعمال تیمارهای کم‌آبیاری نیز به مقدار اندکی موجب کاهش عملکرد وش در گیاه پنبه شد، ولی تأثیر سویی بر کیفیت الیاف تولیدی نداشت. بنابراین، استفاده از روش کم‌آبیاری در زراعت پنبه می‌تواند موجب بهره‌برداری پایدار از منابع محدود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور گردد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه بیرجند بابت تأمین هزینه اجرای این تحقیق تشکر می‌گردد (طرح پژوهشی مصوب 1393/9/5). اندازه-گیری صفات کیفی الیاف پنبه توسط آزمایشگاه تکنولوژی الیاف پنبه وابسته به اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران صورت گرفته است، لذا بدینوسیله از جناب آقای وجدانی‌فر مدیر کل پنبه، دانه‌های روغنی و نباتات صنعتی ایران و سرکار خانم رضاییان مسئول آزمایشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Akbari Nodehi, D. 2011. The effect of different water quantities on yield, water use efficiency and cotton yield

function in Mazandaran province. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21: 103-11. (In Persian with English Summary)

2- Fardad, H., and Zeyghami Gol, R. 2005. Optimization of water use for irrigation of cotton in Gorgan. Iranian Journal of Agriculture Science 36(5): 1197-1206. (In Persian)

3- Fathi, D., Sohrabi Moshkabadi, B., and Kouchakzadeh, M. 2011. Evaluation of the effect of irrigation methods, various levels of water and nitrogen fertilizer on quality of cotton. Journal of Plant Production 18(3): 1-15.

4- Fazeli Rostampour, M., and Mohebbian, S.M. 2012. Studying the effects of irrigation deficit and superabsorbent polymer on remobilization of assimilates in corn (*Zea mays* L.) Environmental Stresses in Crop Sciences 4(2): 127-138. (In Persian with English Summary)

5- Fereres, E., and Soriano, M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany 58(2): 147-159.

6- Jahan, M., Nassiri Mohallati, M., Ranjbar, F., Aryaee, M., and Kamayestani, N. 2015. The effects of super absorbent polymer application into soil and humic acid foliar application on some agrophysiological criteria and quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under Mashhad conditions. Journal of Agroecology 6(4): 753-766. (In Persian with English Summary)

7- Ghorbani Nasrabad, G., and Hezarjaribi, A. 2006. Evaluation of the effect of irrigation frequency and irrigation water quantity on yield and fiber quality properties of two cotton cultivars. Journal of Agricultural Science and Natural Resources 13(2): 1-7. (In Persian with English Summary)

8- Ghorbani Nasrabad, G., and Hezarjaribi, A. 2010. Cotton response to deficit irrigation during different growth stages. Journal of Plant Production 17: 129-141. (In Persian with English Summary)

9- Karimi, A., and Naderi, M. 2007. Yield and water use efficiency of forage corn as influenced by superabsorbent polymer application in soils with different textures. Agricultural Research 7(3): 187-198. (In Persian with English Summary)

10- Karimi, A., Noshadi, M., and Ahmadzadeh, M. 2009. Effects of super absorbent polymer (igeta) on crop, soil water and irrigation interval. Journal of Water and Soil Science 12(46): 403-414. (In Persian with English Summary)

11- Karimi Kakhaki, M., and Sepehri, A. 2010. Effect of deficit irrigation on water use efficiency and drought tolerance of new sunflower cultivars at reproductive stage. Journal of Water and Soil Science 13: 163-176. (In Persian with English Summary)

12- Karimi, M., Esfahani, M., Bigluei, M.H., Rabiee, B., and Kafi Ghasemi, A. 2010. Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht climate. Crop Production 2(2): 91-110. (In Persian with English Summary)

13- Khajeh Pour, M.R. 2005. Industrial Crops. Jihad Daneshgahi Publication, Isfahan. (In Persian)

14- Omidian, H., Hashemi, S.A., Sammes, P.G., and Meldrum, I. 1999. Modified acrylic-based superabsorbent polymers (dependence on particle size and salinity). Polymer 40: 1753-1761.

15- Rahbar, E., and Banedjschafie, S. 2009. Salinity effects on water uptake ability of superabsorbent polymer and manure. Iranian Journal of Range and Desert Research 16(2): 209-223. (In Persian with English Summary)

16- Ramezani Etedali, H., Nazari, B., Tavakoli, A., and Parsinejad, M. 2009. Evaluation of CROPWAT model in deficit irrigation management of wheat and barley in Karaj. Journal of Water and Soil 23(1): 119-129. (In Persian with English Summary)

17- Razavi, S.S., and Davary, K. 2014. The role of virtual water in water resource management. Journal of Water and Sustainable Development 1(1): 9-18. (In Persian with English Summary)

18- Rousta, M.J., Soltani, M., Besharat, N., Soltani, V., Salehi, M., and Rangbar, G.H. 2013. The effect of different levels of superabsorbent polymer and water salinity on soil moisture retention. Iranian Water Research Journal 12: 241-244. (In Persian with English Summary)

19- Seyed Dorraji, S., Golchin, A., and Ahmadi, S. 2010. The effects of different levels of a superabsorbent polymer and soil salinity on water holding capacity with three textures of sandy, loamy and clay. Journal of Water and Soil 24(2): 306-316. (In Persian with English Summary)

20- Shayannejad, M. 2010. Effect of deficit irrigation on quantitative properties of winter wheat and determination of its optimum applied water in Shahrekord. Irrigation and Water Engineering 1(2): 24-35. (In Persian with English Summary)

21- Taherkhani, S., Habibi, D., Khodarahmi, M., and Rezaei, M. 2013. Evaluation of application iron, zinc and selenium on yield and yield components and its content in durum wheat: role of super absorbent polymers. Journal of Agronomy and Plant Breeding 9(3): 67-80. (In Persian with English Summary)

22- Tohidi Moghaddam, H., and Mazaheri, A.H. 2012. Effect of manuring fertilizer and super absorbent polymers on qualitative and quantitative characteristics of soybean under water deficit stress conditions. Journal of Crop Production Research 3(4): 375-399. (In Persian with English Summary)

23- Ziaeidoustan, H., Azarpour, E., and Safiyar, S. 2013. Study the effects of different levels of irrigation interval, nitrogen and superabsorbent on yield and yield component of peanut. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(18): 2071-2078.

24- Zhao, Y., Su, H., Fang, L., and Tan, T. 2005. Superabsorbent hydrogels from poly (aspartic acid) with salt-temperature and pH responsiveness properties. Polymer 46: 5368-5376.

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 4, Winter 2016, p. 513-527

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 7، شماره 4، زمستان 1394، ص. 527-513

Evaluation of superabsorbent efficiency in response to dehydration frequencies, salinity and temperature and its effect on yield and quality of cotton under deficit irrigation

H.R. Fallahi[1*], M. Aghhavani Shajari[2], R. Taherpour Kalantari[3] and M.G. Soltanzadeh[4]

Submitted: 02-05-2015
Accepted: 06-10-2015

Fallahi, H.R., Aghhavani Shajari, M., Taherpour Kalantari, R., and Soltanzadeh, M.G. 2016. Evaluation of superabsorbent efficiency in response to dehydration frequencies, salinity and temperature and its effect on yield and quality of cotton under deficit irrigation. Journal of Agroecology 7(4):513-527.

Introduction

Reduced availability of water resources in many arid countries including Iran, particularly in response to the indiscriminate harvesting of water reservoirs and climate change, has created concerns. Therefore, the sustainable use of water resources especially in agriculture is a necessity for these countries. Strategies such as deficit irrigation and superabsorbent application are two important ways for improving water use efficiency in agricultural lands. In deficit irrigation the crop must be irrigated less than its required water. Therefore, some reduction may occur in crop yield, but the savings in water will improve the water use efficiency (Akbari Nodehi, 2011). Superabsorbent polymers also increase the nutrients and water holding capacity of soil for a long time and thereby reduce crop water requirement. However, the effectiveness of these materials could be affected by dehydration frequencies, temperature and irrigation water quality (Karimi et al., 2009). Due to the limitation of water resources in many parts of Iran, the aim of this study was to investigate the possibility of cotton production under deficit irrigation along with application of different rates of superabsorbent. In addition, simulation of superabsorbent efficiency at different levels of salinity, temperature and dehydration frequencies (swelling and de-swelling) were the other objectives in this study.

Materials and methods

1. Laboratory experiments

In these experiments the effects of temperature (4, 10, 20, 30 and 40 °C), salinity (0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1% NaCl solutions at two temperatures of 10 and 25°C) and frequency of partial dehydration (from 1 to 5 stages watering and 70% dewatering) were simulated on water absorption capacity of superabsorbent polymer at laboratory of environmental stresses, Sarayan Faculty of Agriculture, Birjand University.

2- Field experiment

This experiment was designed at Research Station of Sarayan Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran, during 2014. The experiment was carried out as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications. Study factors were consisted of different levels of superabsorbent (0, 30, 60 and 90 $kg.ha^{-1}$) and deficit irrigation [irrigation intervals of 12 (control), 15 and 18 days equal to ~120, 155 and 190 mm evaporation from pan, respectively]. Seeds of cotton (Khordad cultivar) were sown in 20 June, with 60×25 cm distances in 3×4 m plots. The harvesting of cotton was performed at three times on 27 Oct, 10 Nov and 17 Nov. At the end of experimental period the yield and quality indices of produced fibers including fiber length, uniformity index, strength, elasticity, fineness (micronaire), brightness, yellowing, ripening ratio and short fibers percentages were measured. Finally, statistical analysis was employed by using the Duncan's multiple range test at the 5% level of probability.

1, 2, 3 and 4- Assistant Professor of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Birjand, PhD Student in Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, MSc of Agronomy and BSc Student of Agronomy and Plant Breeding, Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)

Results and discussion

Results of laboratory experiments showed that salinity had considerable negative effects on water absorption capacity of superabsorbent in both 10 and 25°C temperatures. The amount of water absorbed by superabsorbent reduced by 73% and 85% by increasing salinity from 0 to 0.25% and to 1%, respectively. In addition, the effect of temperature changes was significant on the water absorption capacity of superabsorbent. The highest value of water absorbed by the superabsorbent was obtained at 20 °C treatment. The amounts of water absorbed at 20 °C, were 8% and 13% higher than 4 °C and 40 °C, respectively. In similar study it has been concluded that swelling of polyaspartic acid hydrogels decreased when the temperature of the aqueous media increased from 25 °C to 60°C (Zhao et al., 2005). The amounts of water absorption ability of superabsorbent during 1 to 5 watering and dewatering cycles were 266, 311, 334, 340 and 355 g g^{-1}, respectively. Results of field experiment showed that cotton yield was significantly affected by irrigation management and superabsorbent application. Application of 60 kg ha^{-1} superabsorbent along with irrigation intervals of 15 days was the best combined treatment in terms of fiber production. Moreover, experimental factors had no negative effect on the quality indices of produced fibers.

Conclusion

Results of this experiment showed that superabsorbent application and deficit irrigation are the two potential strategies for cotton production in semi-arid regions, especially if low saline water sources are used.

Acknowledgments

We wish to thank Vice President for Research and Technology, University of Birjand, Iran for the financial support of the project (Approved on November 26, 2014).

Keywords: Boll, Fiber fineness, Ripening ratio, Salinity stress, Uniformity

References

Akbari Nodehi, D. 2011. The effect of different water quantities on yield, water use efficiency and cotton yield function in Mazandaran province. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21: 103-11. (In Persian with English Summary)

Karimi, A., Noshadi, M., and Ahmadzadeh, M. 2009. Effects of super absorbent polymer (igeta) on crop, soil water and irrigation interval. Journal of Water and Soil Science 12(46): 403-414. (In Persian with English Summary)

Zhao, Y., Su, H., Fang, L., and Tan, T. 2005. Superabsorbent hydrogels from poly (aspartic acid) with salt-temperature- and pH-responsiveness properties. Polymer 46: 5368-5376.