نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.13732.2844

به‌کارگیری تکنیک‌های نوین آبیاری گیاه چمن برای استفاده بهینه آب در بخش فضای سبز شهری

مرضیه رشیدی جوشقان[۱]، *حسینعلی بهرامی[۲] و حجت قربانی واقعی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]استادیار گروه علوم جنگل، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: ایران به‌دلیل واقع‌شدن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان همواره با مشکل کم‌آبی و خشکسالی‌های متناوب مواجه بوده است. در سال‌های اخیر در زمینه حفاظت منابع آب شهری، به‌ویژه آبیاری فضای سبز توجه زیادی شده است. به‌دلیل نقش کلیدی چمن در طراحی و احداث فضای سبز و اهمیت بالای آن در امنیت روانی جامعه، حفظ کیفیت مطلوب چمن در تمام سال ضروری است. آزمایش حاضر با هدف بررسی میزان تامین رطوبت زیرسطحی مورد نیاز و تحریک رشد طولی ریشه در مقایسه با روش‌های مرسوم انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش حاضر در سال ۹۳-۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به‌صورت آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار انجام شد. فاکتورهای اصلی شامل روش آبیاری بارانی (شاهد)، آبیاری زیرسطحی به روش کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی، آبیاری تلفیقی و فاکتورهای فرعی شامل بدون کاربرد سوپرجاذب، سوپرجاذب A200 و سوپرجاذب آکریل‌آمید بودند. آبیاری بر اساس رطوبت خاک انجام شد. در طول آزمایش تغییرات رطوبت خاک، حجم آب مصرفی، رنگ و تراکم چمن و طول ریشه اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد نمودار تغییرات رطوبت در همه تیمارها دارای یک روند مشابه و میزان رطوبت همواره بین ظرفیت زراعی و حداکثر تخلیه مجاز قرار داشت و گیاه تحت تنش آبی نبوده است. میزان حجم آب مصرفی در تیمارهای آبیاری بارانی، تلفیقی و زیرسطحی به‌ترتیب ۷۱۵۸/٤، ٤۹۷۲/٦ و ٤۲٤۳/۸ مترمکعب بر هکتار بوده است. در تیمار آبیاری زیرسطحی و تلفیقی نسبت به آبیاری بارانی به‌ترتیب ٤۱ و ۳۱ درصد حجم آب مصرفی کاهش نشان داد. این روند کاهش در اثر کاربرد سوپرجاذب‌ها نیز مشاهده شد. به‌طوری‌که تیمار آبیاری زیرسطحی با سوپرجاذب سوپرآب با ۵۱/٦۸ درصد کاهش، کم‌ترین حجم آب مصرفی در آبیاری بوده است. بیش‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار آبیاری زیرسطحی (۲۳/۵٦ سانتی‌متر) و کم‌ترین مربوط به تیمار آبیاری بارانی (۲۰/۵۰ سانتی‌متر) بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. افزایش سوپرجاذب‌ها منجر به افزایش عمق ریشه شد که در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد تراکم و رنگ در بین تیمارها معنی‌دار نبوده است.

* مسئول مکاتبه: bahramih@modares.ac.ir

نتیجه‌گیری: با توجه به تامین نیاز آبی چمن با سیستم آبیاری زیرسطحی به روش کپسول‌های رسی متخلخل می‌توان این روش را به‌عنوان یک روش جدید آبیاری برای بهینه‌سازی مصرف آب فضای سبز شهری توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری زیرسطحی، چمن (Turf grass)، کم‌آبیاری، سوپرجاذب

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه به‌ویژه ایران، همگام با گسترش همه‌جانبه کشور، میل و رغبت عمومی به ایجاد و توسعه فضای سبز به‌ویژه چمن‌کاری و استفاده از آن‌ها برای رفاه عمومی جامعه در اماکن شهری امری مشهود و ملموس است. چمن در زندگی روزمره انسان‌ها از نقطه نظر بهبود شرایط زیست محیطی، نقش تزئینی، تفریحی و نیز ورزشی دارد (۱٤). از جمله مشکلات در حال حاضر استفاده از چمن، محدودیت منابع آب، هزینه‌های گزاف استحضال آب (آب‌بهاء، هزینه برق، استهلاک تاسیسات و ...) و هزینه‌های پرسنلی برای آبیاری مستمر روزانه است. علاوه بر این درجه حرارت بالا، بارندگی سالیانه کم و توزیع ناهمگون آن در بسیاری از نقاط جهان، باعث محدودیت رشد چمن و کاهش کیفیت آن می‌شود. با توجه به آبیاری سطحی و عدم توسعه عمق ریشه‌ها در این نوع آبیاری برای حفظ کیفیت چمن، آبیاری مکرر و فراوان انجام می‌شود. مطالعات بیانگر آن است که آبیاری چمن در بسیاری از مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی به‌عنوان یک عامل اصلی مصرف‌کننده آب شهری به‌ویژه در ماه‌های تابستان شناخته شده است. طبق بررسی‌های صورت گرفته حداقل نیمی از آب مصرفی در بخش شهری در اکثر شهرهای استرالیا مربوط به آبیاری چمن گزارش شده است (۷). مطالعات در منطقه غرب آمریکا نشان داد که بیش از ۵۰٪ آب شهری در آبیاری چمن استفاده می‌شود (۲۰). بنابراین در سال‌های اخیر برای حفاظت منابع آب، نسبت به آبیاری چمن توجه زیادی شده است (۱٦). با علم بر نیاز آبی بالای چمن و واقع شدن کشور در کمربند خشک و نیمه‌خشک و با عنایت به میل و رغبت عمومی به ایجاد و توسعه فضای سبز شهری لازم است میزان آبیاری چمن‌ها با به‌کارگیری فناوری‌های نوین بهینه شود. در صورت عدم ارایه راهکارهای جدید برای آبیاری استفاده از کشت جایگزین به‌جای چمن در دستور کار شهرداری قرار گیرد. بنابراین باید به دنبال استراتژی‌های جدید برای کاهش مصرف آب در بخش آبیاری چمن بود. امروزه استفاده از پساب‌ها و یا استفاده از منابع آب غیرآشامیدنی برای آبیاری چمن در کنار تکنیک کم آبیاری مورد توجه قرار گرفته است (۱۷) است. طی پژوهش انجام‌شده توسط لیکاتو و همکارن (۲۰۱۷) در ایتالیا نتایج نشان داد استفاده از آب فاضلاب تصفیه‌شده یکی از راهکارهای پایدار برای به‌دست آوردن منابع آب جایگزین برای آبیاری چمن در فضای سبز شهری است. آبیاری چمن با آب تصفیه‌شده فاضلاب علاوه بر صرفه‌جویی مصرف آب شرب، استفاده از کودهای معدنی نیز کاهش خواهد یافت (۱۸).

بر اساس مطالعات انجام‌شده توسط ایدین ساکیرد و همکاران (۲۰۱٦) مطالعه‌ای در زمینه کاهش مصرف آب در بخش آبیاری چمن در زمینه کم‌آبیاری انجام شد. در این مطالعه سه سطح آبیاری به‌صورت ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۷۵ درصد نیاز آبی و ۵۰ درصد نیاز آبی انجام شد. نتایج نشان داد که در تیمار با ۵۰ درصد نیاز آبی علاوه بر کاهش مصرف آب، کیفیت

قابل‌قبول چمن نیز حفظ می‌شود (۳). استفاده از مواد حاصلخیزکننده در کاهش مصرف آب در بخش چمنکاری نیز می‌تواند مؤثر باشد. نتایج پژوهش گاووس (۲۰۱۷) نشان داد استفاده مناسب از کود می‌تواند رشد گیاه و رشد تاج پوشش را برای کاهش تبخیر خاک افزایش دهد و همچنین توان گیاه برای تحمل تنش خشکی افزایش یابد. به‌طوری‌که در طول آزمایش بسته به رقم چمن برای حفظ ۱۰۰ درصد پوشش گیاهی در سال دوم بسته به گونه گیاهی آبیاری با ٦٥ درصد تبخیر و تعرق تا ۱۱ درصد تبخیر و تعرق کیفیت چمن حفظ می‌گردد (۱۲).

نتایج پژوهنش‌های چاپون و همکاران (۲۰۱۷) به‌منظور کاهش مصرف آب در بخش فضای سبز چمن‌کاری‌شده نشان داد، آبیاری بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک نسبت به آبیاری مکرر و روزانه، ۳۱ تا ۷۰ درصد آب مصرفی کاهش یافته، همچنین در صورت چیدن چمن در ارتفاع ۵/۱ سانتی‌متری، آب مصرفی ۳۳ درصد کاهش می‌یابد (۹).

استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری در فضای سبز شهری یکی دیگر از روش‌های مؤثر کاهش مصرف آب است (۱۷). در بسیاری از روش‌های تامین رطوبت خاک، سرعت آبدهی نازل‌ها آنقدر بالاست که خاک به سرعت به حد اشباع نزدیک می‌گردد و کم‌تر گیاهانی هستند که در این حد مورد تنش تنفسی قرار نگیرند. روش تامین رطوبت خاک با قطعات سفالی یکی از روش‌هایی است که آب را با سرعت پایین در جوار ریشه رها می‌سازد و در آن خطر اشباع خاک وجود ندارد (۵). بهرامی و همکاران (۲۰۱۰) مطالعه توزیع رطوبت خاک از کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی استوانه‌ای‌شکل در خاک لوم رسی پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد نسبت شعاع خیسیدگی به عمق خیسیدگی نزدیک یک است و شکل خیسیدگی خاک تقریباً کروی است (٤). عمق رایج کارگذاری لوله‌های متخلخل زیرسطحی در ایالات متحده برای گیاه پنبه ۳۰ سانتی‌متر گزارش شده است (۸). قربانی و همکاران (۲۰۱٤) به بررسی عملکرد محصول انگور و کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری زیرسطحی به روش کپسول‌های رسی متخلخل و سطحی با قطره‌چکان پرداختند، نتایج نشان داد مقدار متوسط آب و عملکرد میوه در دو روش آبیاری زیرسطحی و سطحی به‌ترتیب ٤۰٥۰ و ٦٦٦۸ مترمکعب بر هکتار و ۱٤/۲ و ۱٤/۸ تن در هکتار بوده است (۱۱). نتایج مستندات مکتوب و غیرمکتوبی از پژوهشگران ایرانی (جواهری، حجازی، مجدزاده، بهنیا و باستانی) در خصوص کارایی روش تامین رطوبت مورد نیاز گیاهان زراعی خیار، گوجه‌فرنگی، خربزه، هندوانه و محصولات باغی شامل پسته، زردآلو با قطعات سفالی بجا مانده است (۵، ٦ و ۲۱).

بررسی مطالعات در زمینه آبیاری زیرسطحی برای آبیاری چمن از جمله هدایت‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰)، اسکیاون و همکاران (۲۰۱۳) و سرینا و همکاران (۲۰۱٤) صورت گرفته نشان داد که روش‌های آبیاری زیرسطحی به‌کار رفته در توسعه چمن‌کاری به‌طور عمده در عمق کم و در محدوده ۲۰-۱۰ سانتی‌متری رخ داده است (۱۳، ۲۷ و ۲۸). این امر از نظر زیباسازی فضای شهری خوب است اما استفاده مستقیم شهروندان از چنین فضاهایی به‌علت صدمه دیدن سیستم آبیاری ممکن نیست. در این پژوهش تلاش می‌شود تا به کمک سیستم نوین آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های رسی متخلخل و استفاده از سوپرجاذب‌های تولیدی در ایران، علاوه بر افزایش عمق کارگذاری نازل آبیاری، میزان آب مصرفی در آبیاری چمن بهینه شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس از بهار ۱۳۹۲ تا تابستان ۱۳۹۳ برای یک دوره کشت چمن در زمینی به مساحت ۱۲٦ مترمربع انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ و ویژگی‌های شیمیایی آب منطقه در جدول ۲ و ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه در جدول ٤ آورده شده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. روش آبیاری شامل آبیاری زیرسطحی، آبیاری بارانی و آبیاری تلفیقی در سه سطح به‌عنوان کرت‌های اصلی و مصرف پلیمر سوپرجاذب شامل سوپرجاذب A200، آکریل آمید و بدون کاربرد سوپرجاذب در سه سطح و زمان اندازه‌گیری ویژگی‌های چمن در دو سطح (اواخر بهار و اواخر تابستان) به‌ترتیب به‌عنوان کرت‌های فرعی و فرعی- فرعی در سه تکرار به انجام رسید که در مجموع ٥٤ واحد آزمایشی تشکیل شد. تیمار آبیاری بارانی بدون کاربرد سوپرجاذب به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سوپرجاذب A200 و آکریل‌آمید (جدول ۳) در عمق ۱۵ سانتی‌متری از سطح خاک به‌میزان دو گرم در هزار گرم خاک استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه.

Table 1. Physical and chemical properties of the soil.

بافت خاک Soil texture -	فسفر قابل‌جذب Available phosphorus ($mg.l^{-1}$)	پتاسیم قابل‌جذب Available phosphorus ($mg.l^{-1}$)	مس قابل‌جذب Available copper ($mg.l^{-1}$)	روی قابل‌جذب Available Zinc ($mg.l^{-1}$)	آهن قابل‌جذب Available iron ($mg.l^{-1}$)	منگنز قابل‌جذب Available manganese ($mg.l^{-1}$)	کربنات‌کلسیم معادل خاک Calcium Carbonate Equilibrium (%)	اسیدیته pH -	قابلیت هدایت الکتریکی EC (dS/m)
Loam	27.1	132.3	1.382	3.2	6.15	7.05	13.75	7.27	5.62

* درصد آهک خنثی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی آب منطقه.

Table 2. Chemical properties of the water.

اسیدیته pH -	قابلیت هدایت الکتریکی EC ($\mu s.m^{-1}$)	نیترات NO_3^- ($mg.l^{-1}$)	فسفات PO_4^{---} ($mg.l^{-1}$)	سولفات SO_4^{--} ($mg.l^{-1}$)	کلسیم Ca^{++} ($mg.l^{-1}$)	منیزیم Mg^{++} ($mg.l^{-1}$)
7.99	660	24.48	0.37	1211.38	1282.56	4317.44

جدول ۳- برخی ویژگی پلیمرهای سوپرجاذب استفاده شده در آزمایش.

Table 3. Some characteristics of superabsorbent polymer, used in the test.

مشخصات Characteristics	پلیمر سوپرجاذب superabsorbent polymer	
	آکریل‌آمید Acrylamide	سوپرآب A200 Super water A200
تولیدکننده producer	گروه پلیمر، دانشگاه حکیم سبزواری Polymer group, Hakim Sabzevari University	شرکت رهاب زرین، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران Rahab Zarrin Co, Iran Polymer and Petrochemical Institute
فرمول شیمیایی chemical formula	آکریل‌آمید و کوپلیمرآکریلیک اسید Acrylamide and copolymeric acid	کوپلیمرآکریلیک اسید- پتاسیم آکریلات Copolymer Acrylic Acid - Potassium Acrylate
ظاهر form	پودری Powdery	گرانولار Granular
بار load	آنیونی Anionic	آنیونی Anionic
بو و سمیت Smell and toxicity	ندارد Non	ندارد non
حلالیّت در آب Solubility in water	ندارد Non	ندارد non
ظرفیت عملی جذب آب شهر (g/g) absorption capacity of urban	220	190

جدول ٤- اطلاعات متوسط ماهیانه هواشناسی منطقه مطالعاتی، سال ۱۳۹۳.

Table 4. Monthly average meteorological data in the case study, 2014.

ماه Month	حداکثر درجه حرارت Maximum temperature (^oC)	حداقل درجه حرارت Minimum temperature (^oC)	بارندگی Rainfall (mm)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)
اردیبهشت May	27.5	16.9	2.4	29
خرداد June	32.8	20.7	32	22
تیر July	36.7	23.5	0	25
مرداد August	37.5	25.6	0	15

راه‌اندازی سیستم آبیاری: پس از اجرای طرح و کرت‌بندی زمین، کرت‌های آبیاری زیرسطحی تا عمق ٤٠ سانتی‌متری از سطح زمین خاکبرداری شدند. در هر کرت نه قطعه کپسول رسی متخلخل زیرسطحی و به فواصل ۱۵ سانتی‌متری از یکدیگر و به‌صورت افقی کارگذاری شدند (شکل ۱). در این آزمایش از کپسول‌های رسی متخلخل مدل GB_1 به شماره ثبت اختراع ۷۹٤٦۲ استفاده شد. مشخصات این نوع قطعه در جدول ۵ آورده شده است. آبدهی این قطعات با افزایش فشار هیدروستاتیکی افزایش می‌یابد. در این آزمایش از فشار هیدروستاتیکی ۲۵ کیلوپاسکال استفاده شد.

عملیات کاشت چمن: به‌منظور کاشت چمن از بذر اسپرت هلندی چهار بذره (لولیوم پرنه رقم پاراگون ٤٠٪، پوآ پرنتسیس رقم پولمون ۲۰٪، فستوکا رقم روبرا ۵٪، لولیوم پرنه رقم پانزر ۳۰٪) به‌میزان ۳۰ گرم در مترمربع استفاده شد. برای جوانه‌زنی بذر، استقرار کامل چمن و جلوگیری از خطای آزمایش، آبیاری تا زمان استقرار به‌صورت بارانی انجام شد. بعد از استقرار کامل چمن و یک‌بار سربرداری، تیمارها اجرا شدند.

اندازه‌گیری رطوبت خاک: میزان رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه یکی از مهم‌ترین راه‌های تشخیص علائم نیاز آبی گیاه است. برای بررسی تغییرات رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه چندین مرتبه در طول آزمایش میزان رطوبت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت از روش انعکاس‌سنجی زمانی با دستگاه TDR (Model6050x_1,TRAZE) و سنسور دفنی ۳۰ سانتی‌متری استفاده شد.

برنامه‌ریزی آبیاری: به‌منظور تعیین حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری مقدار رطوبت قبل از آبیاری به کمک دستگاه TDR اندازه‌گیری شد و مقدار کمبود آب نسبت به ظرفیت زراعی در هر روش آبیاری محاسبه و اعمال شد (رابطه ۱).

$$SMD = (FC - \theta_C) \times D \times B_d \qquad (۱)$$

که در آن، SMD، FC، Θv، D و Bb به‌ترتیب کمبود رطوبت خاک بر حسب سانتی‌متر، درصد رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، درصد رطوبت موجود در خاک، عمق توسعه ریشه بر حسب سانتی‌متر و جرم ویژه ظاهری خاک گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است. جهت تعیین دبی خروجی سیستم آبیاری بارانی در فشار یک بار بر حسب لیتر در ساعت، دبی خروجی سیستم آبیاری به‌مدت ٦۰ ثانیه و با استفاده از یک تشت آب و استوانه ۲۰۰۰ میلی‌متری تعیین شد. با توجه به دبی کپسول‌های رسی متخلخل در فشار یک بار و تعداد آن‌ها در هر کرت، دبی خروجی سیستم آبیاری زیرسطحی در یک کرت طبق رابطه ۲ تعیین شد:

$$\Phi_s = 9 \times M_{\phi s} \qquad (۲)$$

که در آن، MQs و ϕs به‌ترتیب دبی کپسول‌های رسی متخلخل بر حسب لیتر در ساعت و دبی خروجی سیستم آبیاری بر حسب لیتر در ساعت بوده است. با توجه به عمق آبیاری و مساحت هر بلوک حجم آب مصرفی طبق رابطه ۳ در هر بار آبیاری محاسبه و اعمال شد.

$$WV = TAW \times N \times A \qquad (۳)$$

که در آن، WV، TAW، N و A به‌ترتیب حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب، عمق آبیاری بر حسب متر، تعداد کرت در هر بلوک، مساحت هر کرت بر حسب مترمربع است. برای تعیین مدت زمان آبیاری، حجم آب مورد نیاز در هر بلوک، تقسیم بر دبی ورودی به هر بلوک شد و در نهایت حجم آب مورد نیاز در هر بلوک با استفاده از کنتور حجمی با دقت ۰/۰۰۰۱ مترمکعب اعمال شد. به‌منظور آبیاری تلفیقی، آبیاری بارانی هفته‌ای یک‌بار و بر اساس میزان حجم آب مورد نیاز انجام گرفت.

شکل ۱- نحوه کارگذاری کپسول‌های رسی متخلخل در عمق ٤٠ سانتی‌متری و فواصل ۱۵ سانتی‌متری.

Figure 1. Installing and setting up the porous clay capsules in depth of 40 cm and 15 cm intervals.

جدول ۵- مشخصات قطعات کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی GB_1.

Table 5. Characteristics of porous clay capsules GB_1.

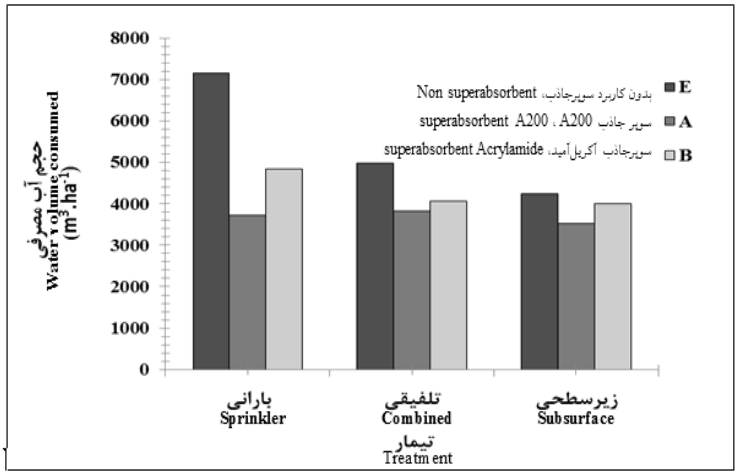
ریخت‌شناسی Morphology		ویژگی هیدرولیکی Hydraulic Feature			
قطر خارجی External diameter (cm)	طول length (cm)	فشار هیدروستاتیکی Hydrostatic pressure (K.pa)	عمق خیسیدگی Depth of wetting (cm)	آبدهی discharge (L/hr)	شعاع خیسیدگی Radius of wetting (cm)
3.5	12	25	46	0.8	20
		50	52	1.3	20
		80	59	2.5	20
		100	75	3.5	20

اندازه‌گیری ویژگی‌های کمی و کیفی چمن: طول ریشه و کیفیت ظاهری چمن در طول آزمایش دوبار (آخر بهار (خردادماه) و آخر تابستان (شهریورماه)) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری طول ریشه‌ها، نمونه‌گیری تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. پس از شست‌وشوی کامل مواد زاید و خاک همراه ریشه، با

خط‌کش دقت ۰/۰۱ میلی‌متر طول ریشه‌های هر نمونه قرائت و در نهایت متوسط طول ریشه‌ها محاسبه شد. در اندازه‌گیری کیفیت ظاهری چمن، از روش برنامه ملی ارزیابی چمن (۲۳) استفاده شد. این روش از طریق ارزیابی‌های مشاهده‌ای پژوهشگر صورت می‌گیرد. این ارزیابی شامل استقرار، رنگ، یکنواختی، تراکم و بافت برگ و کیفیت کلی می‌باشد. کیفیت چمن یک شاخص زیبایی به‌شمار می‌آید. این ارزیابی باید از ابتدا تا انتها توسط یک فرد انجام شود و در طول آزمایش نباید از اشخاص متفاوت و زاویه دید متفاوت انجام گیرد. بدین‌منظور دوبار (آخر بهار و آخر تابستان) بر اساس برنامه ملی ارزیابی چمن آمریکا، کیفیت ظاهری چمن‌ها در محدوده صفر تا ۹ عددگذاری شد. صفر برای چمن نازک قهوه‌ای و غیریکنواخت، ٦ برای حداقل کیفیت قابل‌قبول و ۹ برای کیفیت تراکم و یکنواختی ایده‌آل و عالی در نظر گرفته شده است). در نهایت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

میزان حجم آب مصرفی: نتایج نشان داد (شکل ۲) حجم آب مصرفی در روش آبیاری بارانی، تلفیقی و زیرسطحی به‌ترتیب ٧١٥٨/٤، ٤٩٧٢/٦ و ٤٢٤٣/٨ مترمکعب در هکتار بوده است. در آبیاری زیرسطحی و تلفیقی نسبت به آبیاری بارانی حجم آب مصرفی به‌ترتیب ٤١ و ٣١ درصد کاهش یافت. حجم آب صرفه‌جویی شده در آبیاری زیرسطحی نسبت به روش آبیاری بارانی از نظر اقتصادی ملموس و قابل‌توجه است. مقایسه مقدار کاهش حجم آب مصرفی ناشی از به‌کارگیری سوپرجاذب‌ها در روش آبیاری نشان داد که سوپرجاذب‌ها باعث کاهش حجم آب مصرفی شده‌اند. به‌طوری‌که بیش‌ترین کاهش حجم آب مصرفی مربوط به روش آبیاری زیرسطحی با ۵۱٪ کاهش نسبت به آبیاری بارانی بدون کاربرد سوپرجاذب بوده است. همچنین نتایج نشان داد در آبیاری بارانی در اثر کاربرد سوپرجاذب آکریل‌آمید و سوپرآب حجم آب مصرفی به‌ترتیب ٣٢/٤٣ و ٤٧/٨٥٪ کاهش یافته است. در حالی‌که سوپرجاذب آکریل‌آمید و سوپرآب در آبیاری زیرسطحی به‌ترتیب حدود ۲۱ و ۱۰ درصد و در آبیاری تلفیقی به‌ترتیب حدود ۲۳ و ۱۸ درصد باعث کاهش حجم مصرف آب شده‌اند. منتظری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب باعث بهبود وضعیت نفوذپذیری آب در خاک می‌گردد و در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری آب به‌ویژه در آبیاری سطحی می‌شود (۲۲). هدف از آبیاری زیرسطحی ترغیب ریشه به رشد طولی و کاهش تبخیر از سطح خاک است که در آبیاری بارانی و یا سطحی پدیده تبخیر سطحی آب باعث افزایش حجم آب مصرفی در این روش شده است. مقایسه حجم آب مصرفی در دو نوع سوپرجاذب A200 و سوپرجاذب آکریل‌آمید نشان داد که قدرت جذب و نگهداری رطوبت خاک در دو نوع سوپرجاذب یکسان بوده است.



شکل ۲- اثر روش‌های آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر حجم آب مصرفی.

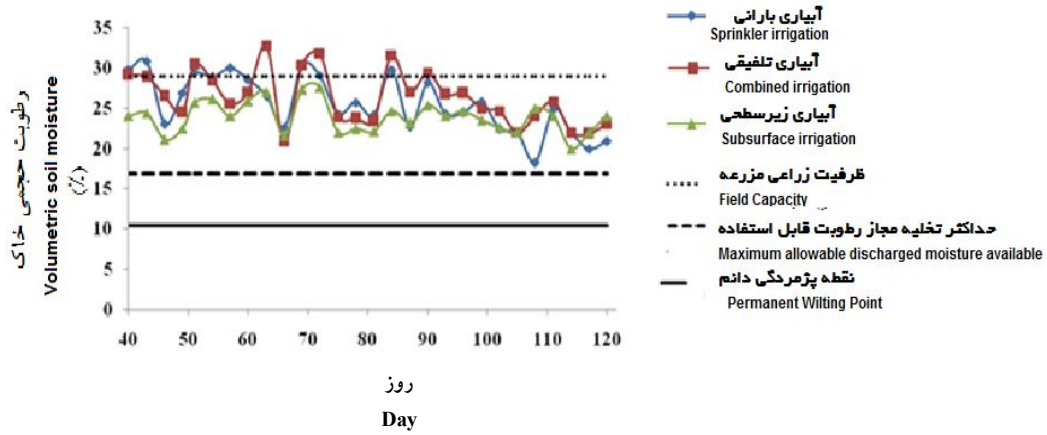
Figure 2. Irrigation methods and superabsorbent polymer effects on volume of water consumption.

تغییرات رطوبت خاک: حداکثر تخلیه مجاز برای گیاه چمن ٦٥٪ ظرفیت نگهداشت آب در خاک در نظر گرفته شد (۲ و ۵). تغییرات رطوبت خاک در تمامی تیمارها دارای یک روند مشابه بوده همچنین رطوبت خاک در همه تیمارها در طول انجام آزمایش در محدوده بین ظرفیت زراعی و درصد تخلیه مجاز قرار داشت و گیاه تحت تنش آبی نبوده است. مقایسه نتایج حاصل از سه روش آبیاری بدون کاربرد سوپرجاذب (شکل ۳) نشان داد در آبیاری بارانی تغییرات رطوبت خاک در طول انجام آزمایش بین ۲۲ تا ۳۱٪ نوسان داشته است (جدول ٦). در این بازه زمانی ۳۳ بار آبیاری انجام شد و نوسان‌های رطوبت در نمودار ناشی از آبیاری بوده و تنها ۳۲ میلی‌متر بارندگی جوی در این بازه زمانی اتفاق افتاده است (جدول ۳). در آبیاری تلفیقی دامنه تغییرات رطوبت بین ۲۰ تا ۳۱٪ نوسان داشته است. در طول این آزمایش ۲۳ بار آبیاری (۱۱ بار آبیاری بارانی و ۱۲ بار آبیاری زیرسطحی) انجام شده است (جدول ٦). در این نمودار بیش‌ترین نوسان تغییرات رطوبت خاک در زمان آبیاری بارانی رخ داده است. با توجه به این‌که در آبیاری بارانی محل انتشار آب در سطح خاک است، انجام آبیاری باعث افزایش قابل‌توجه درصد رطوبت خاک شد. این در حالی بود که بعد از گذشت چند روز از زمان آبیاری به‌شدت کاهش یافت. شاید یکی از دلایل آن افزایش تبخیر از سطح خاک در روش آبیاری بارانی باشد. در تیمار آبیاری زیرسطحی درصد رطوبت خاک در محدوده بین ۲۱ تا ۲۷٪ نوسان داشت و ۲۳ بار آبیاری انجام شد (جدول ٦). دامنه تغییرات رطوبت کم و نوسان آن نیز کم بوده است و نمودار با یک شیب ملایم تغییر کرد که یکی از دلایل آن مرطوب شدن فضای داخلی خاک و خشک باقی ماندن سطح خاک باشد، که مانع تبخیر آب از سطح خاک و توزیع بهتر رطوبت در نزدیکی ریشه است. این نتایج با پژوهش مارتینز و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد (۱۹). در تیمارهای با کاربرد سوپرجاذب در هر سه روش آبیاری نتایج نشان داد (شکل‌های ٤ و ۵) با کاربرد سوپرجاذب سوپرآب A200 و آکریل‌آمید درصد تغییرات رطوبت خاک تقریباً بین ۲۲ تا ۳۳٪ نوسان داشته است. روند کاهش رطوبت با کاربرد سوپرجاذب با شیب ملایم به‌سمت حداکثر تخلیه مجاز (MAD) مشاهده شد. در حالی‌که در تیمار بدون کاربرد سوپرجاذب آبیاری بارانی با شیب تند تغییریافته است. نکته قابل تأمل دیگر آن که روند ملایم کاهش رطوبت در آبیاری زیرسطحی بدون سوپرجاذب مشابه با تیمارهای با کاربرد سوپرجاذب بوده است با این تفاوت که میزان رطوبت کم‌تر از آن بوده است.

جدول ٦- اثر تیمارها بر تغییرات رطوبت خاک.

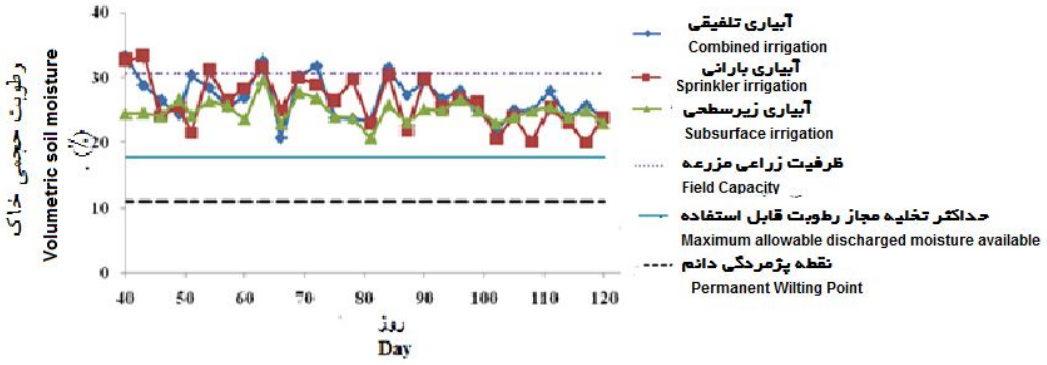
Table 6. Treatments effect on soil moisture changes.

	زیرسطحی Subsurface			تلفیقی Combined			بارانی Sprinkler		
	شاهد Control	سوپرآب A200 Super water A200	آکریل‌آمید Acrylamide	شاهد Control	سوپرآب A200 Super water A200	آکریل‌آمید Acrylamide	شاهد Control	سوپرآب A200 Super water A200	آکریل‌آمید Acrylamide
دفعات آبیاری (تعداد) Irrigation frequencies (Number)	26	16	16	23	16	16	33	16	17
حجم مصرفی آب آبیاری Water volume consumed (m^3/ha)	2147.2	1268.8	1460.8	2227.2	1348.8	1444.8	3876	1451.2	2178.4
دامنه تغییرات رطوبت حجمی خاک The range of soil moisture changes (%)	21-27	22-31	22-33	20-31	22-33	22-34	22-31	22-34	22-32



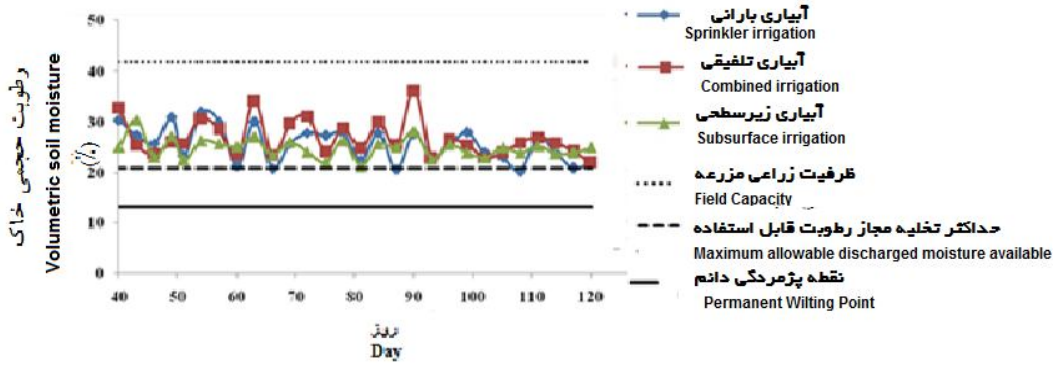
شکل ۳- مقایسه روند تغییرات رطوبت خاک در روش‌های آبیاری بدون تیمار پلیمر.

Figure 3. The comparison of soil moisture changes trend in irrigation methods without superabsorbent polymer treatment.



شکل ٤- مقایسه روند تغییرات رطوبت خاک در سه روش آبیاری در کاربرد سوپرجاذب **A200**.

Figure 4. The comparison of soil moisture changes trend in irrigation methods using superabsorbent polymer A200.



شکل ۵- مقایسه روند تغییرات رطوبت خاک در سه روش آبیاری در کاربرد سوپرجاذب آکریل‌آمید.

Figure 5. The comparison of soil moisture changes trend in irrigation methods using superabsorbent polymer Acrylamide.

تراکم و رنگ: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) نشان داد، در هیچ‌یک از تیمارها رنگ و تراکم اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. که با نتایج هدایت‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) اسکیاون و همکاران (۲۰۱۳) و سرینا و همکاران (۲۰۱٤) مشابه است (۱۳، ۲۷ و ۲۸). اثر اصلی سوپرجاذب باعث افزایش کیفیت چمن شد. اما اثر معنی‌دار بر کیفیت چمن نداشته است. اعلامی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند با کاربرد ۳، ٤ و ٦ گرم سوپرجاذب به خاک زیر کشت چمن رنگ و تراکم افزایش یافته است (۱). شاید یکی از دلایل عدم تأثیر معنی‌دار سوپرجاذب‌ها، غلظت پایین مقدار مصرف آن باشد. نتایج اثر برهمکنش روش آبیاری و سوپرجاذب نشان داد با کاربرد سوپرجاذب میانگین رنگ و تراکم در هر سه روش آبیاری افزایش یافته است، اما آن‌قدر نبود که اختلاف آماری معنی‌داری از خود نشان دهد.

طول ریشه: نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای آبیاری در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند. بیش‌ترین ارتفاع ریشه مربوط به تیمار آبیاری زیرسطحی با میانگین ۲۳/٥٦ سانتی‌متر بوده است (شکل ٦). به‌نظر می‌رسد با کارگذاری قطعات در عمق ٤۰ سانتی‌متری و ایجاد رطوبت در عمق بیش‌تر منجر به تحریک ریشه و افزایش عمق آن شده است. Cote و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در خاک‌های درشت بافت عمق خیسیدگی بیش‌تر از عرض آن بوده است که باعث افزایش عمق توسعه ریشه شده است که با نتایج این پژوهش مشابه است (۱۰) اما در این پژوهش رشد طولی ریشه نسبت به سایر روش‌های مرسوم افزایش چشمگیری داشته است. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سوپرجاذب نشان داد افزودن سوپرجاذب باعث افزایش عمق ریشه شده و اختلاف در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده است (شکل ۷). به‌نظر می‌رسد سوپرجاذب با افزایش آب قابل استفاه گیاه، بهبود ساختمان و تخلخل در خاک، بهبود وضعیت نفوذپذیری و کاهش جرم ویژه ظاهری خاک باعث افزایش عمق توسعه ریشه شده است. در این آزمایش مشخص شد گرانول‌های سوپرجاذب A200 با جذب آب و تورم در خاک باعث افزایش تخلخل شده است. این پلیمر در اطراف نمونه‌های ریشه مشخص بود. سوپرجاذب آکریل‌آمید که حالت پودری دارد، بعد از برداشت نمونه مشخص شد با ایجاد کلوخه‌های ریز در اطراف ریشه باعث افزایش تخلخل شده است. پانویوتس و همکاران (۲۰۰٤) و موسوی‌نیا (۲۰۰۵) تأثیر پلیمر بر انبوهی و رشد ریشه در چمن را تأکید کردند که با نتایج این پژوهش مشابه است (۲٤ و ۲۵). نتایج اثر متقابل روش آبیاری و سوپرجاذب نشان داد (شکل ۸)، در حالی‌که افزودن دو نوع سوپرجاذب در هر سه روش آبیاری باعث افزایش عمق ریشه شده است ولی در تیمار آبیاری بارانی با کاربرد سوپرجاذب‌ها نسبت به شاهد (آبیاری بارانی بدون کاربرد سوپرجاذب) عمق ریشه به‌طور معنی‌دار در سطح ۵٪ افزایش یافته است. همچنین میانگین عمق توسعه ریشه در تیمار آبیاری تلفیقی و تیمار آبیاری بارانی و زیر سطحی معنی‌دار نشد (شکل‌های ٦ و ۸) و حد واسط بین این دو نوع روش آبیاری بود. به‌نظر می‌رسد کاربرد آبیاری بارانی هفته‌ای یک‌بار در آبیاری تلفیقی اثر گذاشته و با فراهم کردن رطوبت در سطح خاک باعث کاهش رشد ریشه شده است. در آبیاری بارانی به‌دلیل این‌که محل انتشار آب در سطح خاک است باعث ایجاد رطوبت بالا در سطح خاک شده که به‌میزان زیادی نیاز رشد طولی ریشه برای به‌دست آوردن آب را کاهش داده است. در حالی‌که در تیمار آبیاری زیرسطحی به‌دلیل این‌که محل انتشار آب در زیر لایه سطحی خاک است، درصد رطوبت در لایه سطحی کم‌تر بوده، باعث تحریک ریشه به‌سمت منبع آب شده است و رشد طولی ریشه افزایش یافت.

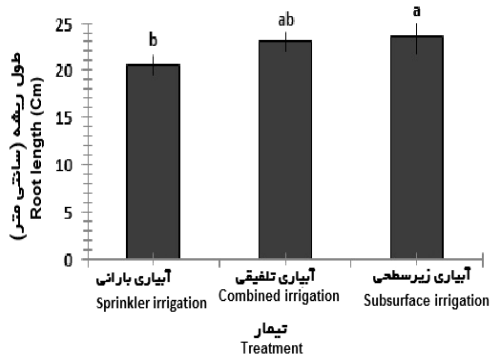
جدول ۷- تجزیه واریانس صفات رنگ و تراکم و طول ریشه چمن.

Table 7. The variance analysis of turf grass color and density and root length.

میانگین مربعات mean of squares		درجه آزادی DF	منبع تغییرات Sources of variations
رنگ و تراکم Color and density(1-9)	طول ریشه Root length (cm)		
0.059^{ns}	0.722^{ns}	2	تکرار Repeat
1.85^{ns}	49.05*	2	روش آبیاری Irrigation method
1.04^{ns}	6.94^{ns}	4	خطای کرت اصلی main plot error
0.46^{ns}	84.5**	2	سوپرجاذب superabsorbent
0.074^{ns}	9.05^{ns}	4	سوپرجاذب × روش آبیاری superabsorbent × Irrigation method
0.48^{ns}	4.48^{ns}	12	خطای کرت فرعی Sub plots error
11.57**	298.68**	1	زمان Time
5.63**	10.68^{ns}	2	زمان × روش آبیاری Time × Irrigation method
0.241^{ns}	0.97^{ns}	2	زمان × سوپرجاذب Time × superabsorbent
0.13^{ns}	8.07^{ns}	4	زمان × سوپرجاذب × روش آبیاری Time × superabsorbent × Irrigation method
0.53^{ns}	7.296^{ns}	18	خطای آزمایش error
9.72	12.06	-	درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)

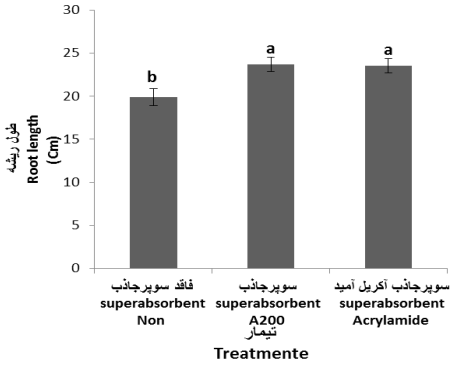
^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ** Non-significant, significant at 5 and 1 percent probability level, respectively.



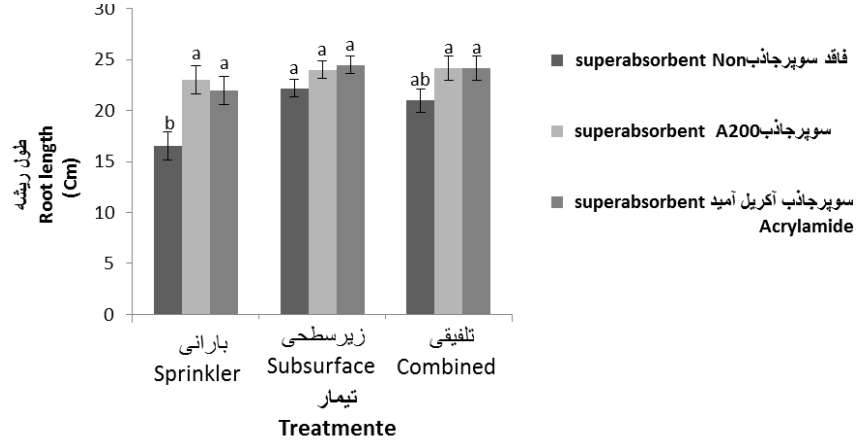
شکل ٦- اثر روش‌های آبیاری بر طول ریشه.

Figure 6. Irrigation methods effect on root length.



شکل ۷- اثر سوپرجاذب بر طول ریشه.

Figure 7. The superabsorbent effect on root length.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری و پلیمرهای سوپرجاذب بر طول ریشه.

Figure 8. Comparison of the interactions between irrigation and superabsorbent polymers on root length.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کپسول‌های رسی متخلخل تأثیر قابل‌توجهی در کاهش آب مصرفی نسبت به آبیاری بارانی دارد. علاوه بر آن، این کاهش مصرف آب روی تراکم و رنگ چمن تأثیر معنی‌داری نداشته است. ضمن آن‌که استفاده از این کپسول‌ها روی افزایش عمق ریشه تأثیر معنی‌داری داشته است. بنابراین با استفاده از نتایج این پژوهش و بررسی‌های تکمیلی می‌توان از این روش به‌عنوان یک روش کاربردی در آبیاری چمن استفاده نمود. همچنین مصرف سوپرجاذب به‌خصوص در روش آبیاری بارانی موجب کاهش مصرف آب می‌شود و در عین‌حال خصوصیات کمی و کیفی چمن افزایش یافت.

منابع

1.Aalami, M., Theranifar, A., Davari Nejat, Gh., and Sallah Varzi, Y. 2012. Study of the effect of paclobutrazol superabsorbent and irrigation interval on quality characteristics and turf grass in Mashhad weather conditions. J. Hort. Sci. 25: 3. 288-295. (In Persian)

2.Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage paper. 56: 209p.

3.Aydinsakir, K., Buyuktas, D., and Serpil Yilmaz, R.B. 2016. Evapotranspiration and quality characteristics of some bermudagrass turf cultivars under deficit irrigation. Grassland Science. 62: 224-232.

4.Bahrami, H.A., Ghorbani Vaghei, H., Alizadeh, P., Nasiri, F., and Mahallati, Z. 2010. Fuzzy modeling of soil water distribution using buried porous clay capsule irrigation from asubsurface point source. J. Sensorletters. 8: 75-80.

5.Bastani, Sh. 2003. Groundwater irrigation scheme with clay pipes. Proceeding of the Seventh Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 26: 1-22. (In Persian)

6.Behnia, A., and Arab Fard, M. 2005. Determination of Discharge-Pressure Relationi of Pitches using in pitcher Irrigation. Agriculture Sciences and Technology Mashhad. 19: 1. 1-12. (In Persian)

7.Brennan, D., Tapsuwan, S., and Ingram, G. 2007. The welfare costs of urban outdoor water restrictions. Austr. J. Agric. Resour. Econ. 51: 243-261.

8.Camp, C.R., Lamm, F.R., Evans, R.G., and Phene, C.J. 2000. Subsurface drip irrigation - Past, Present and Future. Proceeding of the 4th Decennial National Irrigation Symposium. Phoenix. Arizona. Pp: 363-372.

9.Chabon, J., Bremer, D.J., Fry, J.D., and Lavis, C. 2017. Effects of Soil Moisture–Based Irrigation Controllers, Mowing Height and Trinexapac-Ethyl on Tall Fescue Irrigation Amounts and Mowing Requirements. Inter. Turfgrass Soc. Res. J. 13: 1. 755-760.

10.Cote, C.M., Bristow, K.L., Charlesworth, P.B., Cook, F.J., and. Thorburn, P.J. 2003. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. Irrigation Science. 22: 143-156.

11.Ghorbani Vaghei, H., Bahrami, H.A., and Rashidi, M. 2014. Porous clay capsules and their application in supplying the water requirement of arid and semi-arid regions. International Bulletin of Water Resources and Development. 14: 2. 20-26. (In Persian)

12.Goss, M. 2017. Quality-Based Field Research Indicates Fertilization Reduces Irrigation Requirements of Four Turfgrass Species. Inter. Turfgrass Soc. Res. J. 13: 1. 761-767.

13.Hedayatnejat, R.M., Kafi, M., Fatahi Moghadam, R., and Parcynejat, M. 2010. Effect of bed heat on some quantitative and qualitative characteristics of Sport turfgrass. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 11: 4. 321-336. (In Persian)

14.Kafi, M., and Kaviani, Sh. 2002. Managing the construction and maintenance of turf grass. Cultural Institute of Shaghayegh Village. Press, 230p. (In Persian)

15.Kheirabi, J. 1998. Principles and methods of irrigation and water measurement. Academic Publishing Center. Press, 112p. (In Persian)

16.Kjelgren, R., Rupp, L., and Kilgren, D. 2000. Water conservation inurban landscapes. HortScience. 35: 1037-1040.

17.Leinauer, B., Sevostianova, E., Serena, M., Schiavon, M., and Macolino, S. 2010. Conservation of irrigation water for urban lawn areas. Acta Hortic. 881: 487-492.

18.Licata, M., Tuttolomondo, T., Leto, C., La Bella, S., and Virga, G. 2017. The use of constructed wetlands for the treatment and reuse of urban wastewater for the irrigation of two warm-season turfgrass species under Mediterranean climatic conditions, water science and technology, 76: 2. 459-470.

19.Martinez, J., and Reca, J. 2014. Water Use Efficiency of Surface Drip Irrigation versus an Alternative Subsurface Drip Irrigation Method. J. Irrig. Drain. 04014030: 1-9.

20.Mayer, P.W., D'Oreo, W.B., Opitz, E.M., Kiefer, J.C., Davis, W.Y., Dziegielewski, B., and Nelson, J.O. 1999. Residential End Uses of Water. AWWA Research Foundation, Denver, CO.
21.Mojedzadeh, B., Necoamal, M., and Rahnama, M.B. 2008. Investigating the performance of permeable irrigation in greenhouse cucumber. Second National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management. (In Persian)
22.Montazeri, A.A. 2008. Effect of Stracuzorb super absorbent polymer on progression time and soil penetration parameters soil in Furrow irrigation method. Water Soil J. 2: 2. 341-356. (In Persian)
23.Morris, K.N. 2002. National bentgrass (fairway/tee) tests 1999-2002 data. National Turfgrss Evaluation Program, Beltsvill, Maryland. Yield. Comm. Soil Plant Analysis. 38: 921-933.
24.Mousavinia, M., and Atarpour, A. 2005. Investigation of the effect of A-200 superabsorbent polymer on reducing the irrigation interval and irrigation rate in some characteristics of cold sport turfgrass. Third of Specialized training courses and seminars for agricultural use super absorbent hydrogels. (In Persian)
25.Panayiotis, A., Nektarios, K., Nikolopoulou, A.E., and Chronopulos, I. 2004. Sod establishment and turf grass growth as affected by urea-formaldehyde resin foam soil amendment. Scientia Hort. 100: 203-213.
26.Peng, C., and De-Rong, S. 2008. Effects of Subsurface Drip Irrigation on Soil Moisture and Underground Root Distribution of Turfgrass. Modern Agricultural Sciences.
27.Schiavon, M., Leinauer, B., Serena, M., Sallenave, R., and Maier, B. 2013. Establishing Tall Fescue and Kentucky Blue grass Using Subsurface Irrigation and Saline Water. Agron. J. 105: 183-190.
28.Serena, M., Leinauer, B., Schiavon, M., Maier, B., and Sallenave, R. 2014. Establishment and Rooting Responseof Bermudagrass Propagated with Saline Water and Subsurface Irrigation. Crop Science Society of America. 54: 827-836.
29.Zohurian-Mehr, M.J., and Kabiri, K. 2008. Superabsorbent polymer materials: A review. Iran. Polymer J. 17: 6. 451-477.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(2), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.13732.2844

The use of new techniques in turf grass irrigation for optimum water usage in urban green spaces

M. Rashidi Josheghan[1], *H.A. Bahrami[2] and H. Ghorbani Vaghei[3]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Tarbiat Modares,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, University of Tarbiat Modares,
[3]Assistant Prof., Dept. of Forest Science, University of Gonbad Kavous
Received: 07.29.2017; Accepted: 04.15.2018

Abstract
Background and Objectives: Iran is always encountered with water deficiency and frequent droughts because of locating in the arid and semi-arid regions of the world. In recent years, attention has been paid to the protection of urban water resources, especially green space irrigation. Due to the key role of grass in designing and constructing green space and its high importance in community psychological safety, maintaining the optimal quality of turf grass is essential throughout the year. The current experiment is conducted to provide the amount of subsoil moisture requirement and to stimulate root length growth compared to conventional methods.
Materials and Methods: The research was conducted in 2013-2014 in Agriculture Faculty of Tarbiat Modares University, as split plots based on randomized complete block design with nine treatments and three replications. The main factors included sprinkler irrigation (control), subsurface irrigation using buried porous clay capsule and consolidated irrigation and secondary factors included the lack of using superabsorbent, using A200 superabsorbent and acrylamide superabsorbent. Irrigation was carried out on the basis of soil moisture. During the experiment, the changes of soil moisture content, volume of water consumed, turf color, density and root length were measured.
Results: The results showed that the changes of soil moisture content was constant and had the same trend in all treatments. In addition, the soil moisture was always between the field capacity (FC) and the management allowed depletion (MAD) and the plant was not under water tension. The results of this experiment showed that the volume of consumed water in sprinkler, consolidated and subsurface irrigation treatments were 7158.4, 4972.6 and 4243.8m^3, respectively. In the subsurface and consolidated irrigation treatment, the volume of consumed water decreased 41 and 31% respectively, compared to sprinkler irrigation. This reduction trend was observed in the use of superabsorbent, in such a way that the subsurface irrigation treatment along with superabsorbent (with 51% reduction) has shown the least water consumption in irrigation. Irrigation method treatments had a significant effect on the root length. The highest root length was observed for subsurface irrigation (23.56 cm) and the lowest observed for sprinkler irrigation treatment (20.50 cm) that was significant at 5% level. In addition, increasing superabsorbent increased the root depth which was significant at 1% level. Also, the results showed that the density and color of the treatments were not significant.
Conclusion: According to providing water requirement of lawns with buried porous clay capsules irrigation system, this method is recommended as a novel irrigation method to optimize water consumption in urban green space.

Keywords: Subsurface irrigation, Turf grass, Deficit-irrigation, Superabsorbent

* Corresponding Author; Email: bahramih@modares.ac.ir