اثر فناوری نگهداری آب زیر سطحی، خاکپوش و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد ذرت در خاک شنی در کرمان

مهدی امیرپور رباط [1] و مهدی شرفاء

دکتری تخصصی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران؛ **mehdi_amirpour@yahoo.com**

دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران؛ **m_shorafa@yahoo.co.uk**

دریافت: **95/7/11** و پذیرش: **96/3/3**

چکیده

کمبود ذخیره آب قابل استفاده برای گیاه در خاک‌های شنی، بزرگ‌ترین مانع غیر زنده رشد پایدار گیاه است. آبیاری تکمیلی بدون عملیات حفاظت آب در خاک، وقت گیر بوده و نیاز به آموزش‌های اضافی دارد. لذا استفاده از تکنولوژی-های جدید برای استفاده بهینه از آب ضروری می‌باشد. فناوری نگهداری آب زیر سطحی (SWRT) یک روش جدید است که باعث بهبود نگهداری آب در خاک‌های شنی می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی اثر عمق کارگذاری SWRT، مالچ سطحی و کیفیت آب آبیاری بر ارتفاع و عملکرد ذرت در منطقه کرمان انجام شد. این مطالعه به صورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تیمار شامل: (1) عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب (عدم کارگذاری، کارگذاری در عمق 40، 60 و متناوب 40 و 60 سانتی‌متری)، (2) مالچ سطحی کاه و کلش (عدم کاربرد مالچ و کاربرد 4 تن در هکتار مالچ) و (3) شوری آب آبیاری (قابلیت هدایت الکتریکی 1/5 و 3/5 دسی زیمنس بر متر) با سه تکرار بود. تمامی قطعات آزمایشی در خردادماه 1392 و 1394 تحت کشت ذرت قرار گرفتند. ارتفاع ذرت در پایان زمان رشد و وزن هزار دانه و عملکرد ذرت پس از برداشت محصول در آبان ماه هر سال اندازه-گیری شد. نتایج نشان داد که کارگذاری غشاءهای نگهدارنده آب در منطقه ریشه سبب افزایش معنی‌دار رشد و عملکرد ذرت در خاک شنی شد. بیشترین ارتفاع و عملکرد ذرت در تیمار کارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متر بدست آمد. همچنین براساس نتایج بدست آمده اضافه نمودن مالچ کاه و کلش نیز سبب افزایش تأثیر غشاءهای نگهدارنده آب بر عملکرد ذرت (33/89 درصد) شد و با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد 33/7%، وزن هزار دانه 29/13%و ارتفاع بوته ذرت 15/35 درصد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب، مالچ کاه و کلش، کیفیت آب آبیاری، آب شور

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان بخش تحقیقات خاک و آب، کد پستی 7617913739

مقدمه

توسعه تکنولوژی‌های غیر سنتی برای صرفه‌جویی در مصرف آب در حال تبدیل شدن به یک امر مهم برای رسیدن به رشد اقتصادی پایدار بخصوص در کشورهای دارای کشاورزی می‌باشد(اسمائیل و اوزاوا، 2006). بنابراین روش‌های بهبود بهره‌وری آب یک راه‌حل مناسب اقتصادی برای غلبه بر کمبود آب است. از طرف دیگر، اگر بتوان کشت در خاک‌های شنی را بصورت بهینه انجام داد می‌تواند به عنوان یک راه‌حل امیدبخش برای غلبه بر کمبود مواد غذایی به خصوص در کشورهای در حال توسعه باشد. فناوری نگهداری آب زیر سطحی[1] که با مدیریت دقیق آب و عناصر غذایی همراه است پتانسیل بالقوه‌ای برای اصلاح کشاورزی، کاهش فقر و بهبود تغذیه روستائیان فقیر در سطح جهانی دارد (اسموکر و همکاران، b 2014). جلب اعتماد و عمق مناسب کارگذاری غشاءهای نگهدارنده آب (SWRT) به صورت صحرایی در دو محل در میشیگان بررسی شد.

دو فاصله ردیف کشت 76 و 38 سانتی‌متر جهت کشت ذرت در نظر گرفته شد. در خاک‌های شنی آبیاری شده و بهبود یافته با غشاء SWRT عملکرد دانه ذرت کشت شده در ردیف‌های با فاصله 38 سانتی متر را تا 174 درصد نسبت به خاک‌های شنی بدون غشاء SWRT افزایش داد. افزایش عملکرد فلفل و خیار آبی در خاک شنی دارای غشاء SWRT به ترتیب تا 128 و 144 درصد گزارش شد (اسموکر و باسو، 2014). دمیرل و کودیر(2012) در تحقیقی اثرات سدهای نگهدارنده آب خاک (SWRB)[2] و سطوح آبیاری بر روی مقدار آب خاک، مصرف آب ری‌گراس، عملکرد برش تازه[3]، کیفیت بصری[4] و مقدار آب برگ در سال 2010 و 2011 را مورد بررسی قرار دادند. تیمارها شامل کاربرد SWRB در دو عمق مختلف خاک (30 و 40 سانتی‌متر) و سه سطح مختلف آبیاری (100، 66 و 33 درصد ظرفیت نگهداری آب قابل استفاده) در خاک شنی بودند. نتایج نشان داد که قرار دادن SWRB در عمق 40 سانتی‌متر (SWRB40) همراه با 34 درصد کمبود آب، 52 درصد آب آبیاری را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون SWRB) ذخیره کرد. از طرف دیگر اثرات کاربرد مالچ بر رطوبت و دمای خاک و کاهش اثرات مخرب شوری منابع آب و خاک در نقاط مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است که می‌توان به برخی از آنها اشاره کرد. آزمایش 5 ساله‌ای در دشت‌های شمالی چین جهت بررسی اثرات مالچ کاه روی دمای خاک، تبخیر و عملکرد گندم زمستانه انجام شد (چن و همکاران، 2007). مقادیر مالچ بکار رفته عبارت بودند از 3000 کیلوگرم در هکتار (مالچ کم) و 6000 کیلوگرم در هکتار (مالچ زیاد). این مقادیر معادل نیمی و همه پوشال گیاه قبلی(ذرت) می‌باشد. نتایج نشان داد که پوشال موجود در سطح خاک حداکثر دمای خاک را کاهش، اما حداقل دمای خاک را افزایش داد. همچنین، براساس اندازه‌گیری روزانه میکرولایسیمترها در تیمار مالچ، میزان تبخیر از سطح خاک تا 21 درصد برای تیمار مالچ کم و 40 درصد برای تیمار مالچ زیاد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. نتایج یک آزمایش سه ساله توسط جردن و همکاران (2010) نشان داد کاربرد مالچ بطور معنی داری خواص فیزیکی (جرم مخصوص ظاهری، تخلخل و پایداری خاکدانه) و شیمیایی خاک (نظیر ماده آلی) مورد مطالعه را نسبت به تیمار شاهد بهبود بخشید. همچنین تحقیقات انجام شده توسط برخی پژوهشگران نشان داد که کاربرد مالچ بر کنترل شوری و سدیمی شدن خاک نسبت به خاک لخت اثر بیشتری دارد (آرگوس و همکاران 2014، دشماخ و همکاران 2013، ال- دهلی و همکاران 2010 و بزبردو و همکاران 2010). تاکنون، تأثیر روش SWRT به همراه مالچ بر عملکرد و ارتفاع ذرت بویژه در خاک‌های سبک مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا این تحقیق به بررسی تأثیر غشاءهای نگهدارنده آب زیرسطحی نصب شده در عمق‌های مختلف خاک شنی و نیز اثر تلفیقی این غشاءها همراه با مالچ کاه و کلش برافزایش عملکرد ذرت در منطقه خشک کرمان پرداخت.

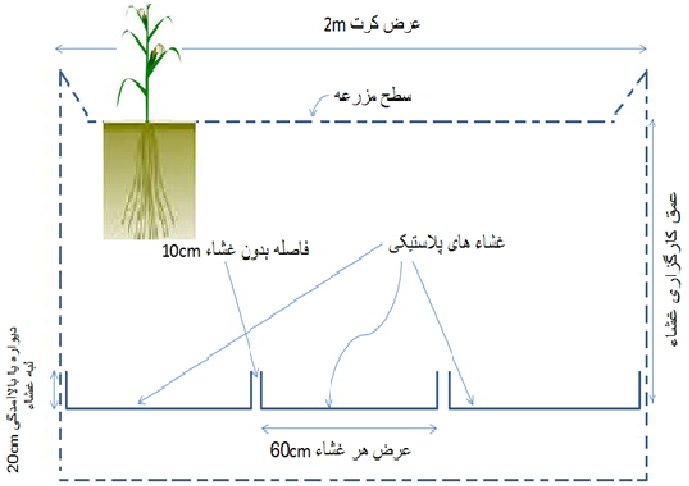
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه در ایستگاه شهید زنده روح مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان واقع در 20 کیلومتری جنوب شهر کرمان قرار گرفته است. این منطقه دارای آب و هوای خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه 136/1 میلی‌متر با متوسط دمای سالانه 15/9، حداکثر دمای مطلق سالانه 42 و حداقل دمای مطلق سالانه 30- درجه سانتی‌گراد است (بی‌نام 1392). بافت خاک مورد مطالعه شنی[5] و منشاء خاک آن شنزارهای منطقه کرمان است. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و بصورت فاکتوریل با سه تیمار

[1]. Subsurface Water Retention Technology (SWRT)
[2]. Subsurface Water Retention Barriers(SWRB)
[3]. Fresh clipping yield
[4]. Visual quality
[5]. Sandy

1) عمق جایگذاری غشاءهای پلی اتیلن (P40 : کارگذاری غشاء در عمق 40 سانتی‌متری، P60: کارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متری، P40-60: کارگذاری غشاء در عمق متناوب 40 و 60 سانتی‌متر، P0: عدم نصب غشاء)، 2) تیمار مالچ (M: کاربرد 4 تن در هکتار بقایای کاه و کلش گندم، NM: بدون بقایای کاه و کلش)، 3)تیمار آبیاری (I1.5 : آبیاری با شوری آب 1/5 دسی زیمنس بر متر در تمام طول فصل و I3.5 : آبیاری با شوری آب 3/5 دسی زیمنس بر متر در تمام طول فصل) در سه تکرار انجام شد. برای درک مفهوم بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک توسط غشاء نگهداری آب خاک، غشاءهای پلی‌استر با چگالی کم به شکل مقعر طراحی شده است، به طوری که حجم آب خاک در منطقه ریشه گیاه را دو برابر می‌کرد و آب قابل دسترس گیاه به مقدار کافی در خاک شنی برای دوره‌های نگهداری 4 روز را فراهم می‌نمود (اسموکر و همکاران 2014b). بازده سرمایه‌گذاری نصب غشاءهای SWRT برای غلات و سبزیجات در محدوده 1 تا 4 فصل تولید است. این بازگشت بسیار کوتاه سرمایه که برای نصب غشاءهای نگهدارنده آب و مواد غذایی SWRT مورد نیاز است، به طوری که این غشاءها ممکن است گاهی بیشتر از 200 سال کار کند توجه صاحبان خاک‌های شنی را به اتخاذ این فناوری جدید که با هدف تولید دانه و زیست توده گیاهی است را به خود جلب نموده است (یانگ و همکاران 2012).

جهت اعمال تیمارهای جایگذاری غشاء، ابتدا خاک محل آزمایش تا عمق مورد نظر برای هر تیمار برداشته شد و بعد از جایگذاری غشاءهای پلی اتیلن، خاک برداشته شده به محل خود برگردانده شد (شکل 1). همچنین در ابتدا قبل از اعمال تیمارها، نمونه‌های خاک از عمق‌های 30-0، 60-30، 90-60، 120-90 و 150-120 سانتی‌متر برداشت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها نظیر درصد اشباع SP ، بافت به روش هیدرومتر، قابلیت هدایت الکتریکی، اسیدیته گل اشباع اندازه‌گیری شد (پیج و همکاران، 1982) (جدول 1).



شکل 1- ابعاد غشاء های کارگذاری شده در عمق 60 سانتی‌متر

جدول 1- نتایج آنالیز خاک مزرعه مورد مطالعه قبل از شروع آزمایش

ردیف	مشخصات	عمق خاک (سانتی متر)				
		0-30	30-60	60-90	90-120	120-150
1	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	0/6	0/6	0/5	0/5	0/5
2	اسیدیته گل اشباع	8/1	8/2	8/1	8/0	8/1
3	درصد رطوبت اشباع (وزنی)	17/5	16/5	16/2	16/3	16/1
4	درصد شن	94	94	94	94	94
5	درصد سیلت	4	4	4	4	4
6	درصد رس	2	2	2	2	2
7	بافت	شنی	شنی	شنی	شنی	شنی

با توجه به قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری منطقه مورد مطالعه و متوسط قابلیت آب آبیاری منابع آب استان کرمان، دو حد شوری 1/5 و 3/5 دسی زیمنس بر متر انتخاب گردید. در نیمه دوم خردادماه 1392و 1394 زمین مورد نظر برای کاشت آماده و گیاه ذرت (سینگل کراس 704) با فاصله ردیف 70 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف 20 سانتی‌متر کشت گردید. بعد از رسیدن فیزیولوژیکی (تشکیل لایه سیاه در محل اتصال دانه به خوشه) اقدام به قطع آبیاری شد. سپس در زمانی که رطوبت دانه به میزان قابل قبول کاهش پیدا کرد (23-20 درصد) محصول ذرت برداشت گردید (بی‌نام 1391). با توجه به اینکه بافت خاک بسیار سبک بوده لذا پارامتر ارتفاع به عنوان شاخص رشد رویشی در کنار عملکرد و وزن هزار دانه گیاه ذرت به صورت زیر اندازه‌گیری شد:

ارتفاع بوته

10 بوته در مرحلهٔ شیری بودن دانه از خطوط وسط هر کرت به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته (فاصله از سطح خاک تا محل انشعاب گل تاجی) اندازه‌گیری شد.

وزن هزار دانه

دو نمونه 500 تایی از هر کرت توزین و بر اساس رطوبت 14درصد محاسبه گردید.

عملکرد دانه

عملکرد دانه بلال‌های برداشتی خط وسط هر کرت بر مبنای رطوبت 14درصد و بر مبنای کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (نجفی نژاد و حسام الدین، 1382). سپس روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارهای مختلف کارگذاری غشاء نگهدارنده آب، مالچ کاه و کلش و کیفیت آب آبیاری بر ارتفاع، وزن هزار دانـه و عملکـرد ذرت در زیر آورده شده است.

براساس داده‌های جدول (2)، عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب و شوری آب آبیاری اثر معنی-داری (در سطح یک درصد) بر ارتفاع، وزن هزار دانه و عملکرد ذرت در سال اول و دوم آزمایش داشتند. وجود مالچ نیز اثری مشابه با تیمارهای مذکور بر وزن هزار دانه، عملکرد و ارتفاع ذرت داشت. اثر متقابل شوری آب آبیاری و مالچ در عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب سبب تغییر ارتفاع، عملکرد و وزن هزار دانه ذرت در سطح 5 درصد شد.

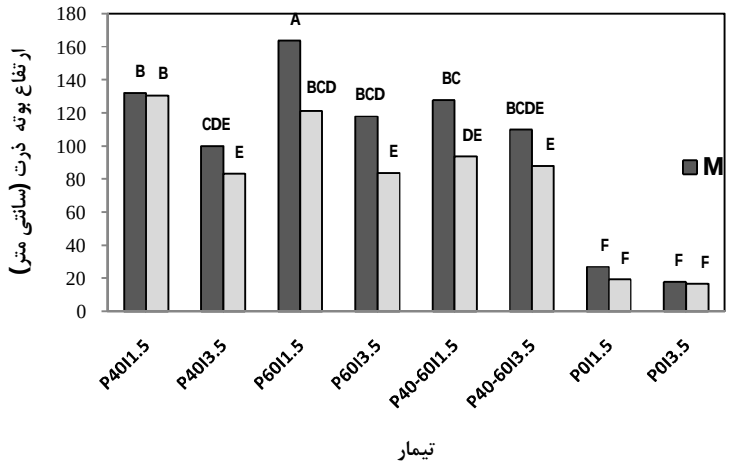
ارتفاع ذرت

کمترین ارتفاع ذرت در تیمار شاهد (بدون کارگذاری غشاء نگهدارنده آب) و بیشترین ارتفاع ذرت در تیمار کارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متری مشاهده شد (شکل 2).

جدول 2- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ارتفاع، وزن هزار دانه و عملکرد ذرت در سال 1392 و 1394

		1392			1394		
		میانگین مربعات			میانگین مربعات		
میانگین مربعات	درجه آزادی	عملکرد	وزن هزار دانه	ارتفاع	عملکرد	وزن هزار دانه	ارتفاع
تکرار	2	17072^{ns}	217/3^{ns}	140/1^{ns}	17072^{ns}	217/3^{ns}	140/1^{ns}
عمق کارگذاری غشاء	3	13559357**	217913**	27098**	13559357**	217913**	27098**
شوری آب آبیاری	1	16099675**	52206**	6816**	16099675**	52206**	6816**
شوری آب آبیاری * عمق کارگذاری غشاء	3	1840858**	6906**	993**	1840858**	6906**	993**
مالچ	1	2038988**	2310**	3570**	2038988**	2310**	3570**
مالچ* عمق کارگذاری غشاء	3	249066**	1714**	1710**	249066**	1714**	1710**
مالچ* شوری آب آبیاری	1	406456**	172**	320^{ns}	406456**	172**	320^{ns}
مالچ* شوری آب آبیاری* عمق کارگذاری غشاء	3	54317*	1818**	20^{ns}	54317*	1818**	20^{ns}
خطا	30	3940	93	190	3940	93	190
کل	47						

**و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال 1 و 5 درصد می‌باشند. ns نشان دهنده این است که ارتباط معنی‌داری بین متغیرهای مورد مطالعه وجود ندارد.



شکل 2- تأثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع ذرت (M: کاربرد مالچ، NM: عدم کاربرد مالچ، P0: عدم کارگذاری غشاء، P40: کارگذاری غشاء در عمق 40 سانتی‌متر، P60: کارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متر، P40-60: کارگذاری غشاء در عمق‌های متناوب 40 و 60 سانتی‌متر، I1.5: آبیاری با شوری آب 1/5 دسی زیمنس بر متر،I3.5 : آبیاری با شوری آب 3/5 دسی زیمنس بر متر)

نصب غشاء در عمق‌های مختلف خاک، ارتفاع بوته ذرت را از 312/4 تا 613/8 درصد نسبت به شرایط عدم کارگذاری غشاء افزایش داد. وجود مالچ در سطح خاک سبب افزایش ارتفاع ذرت از حداقل یک درصد در

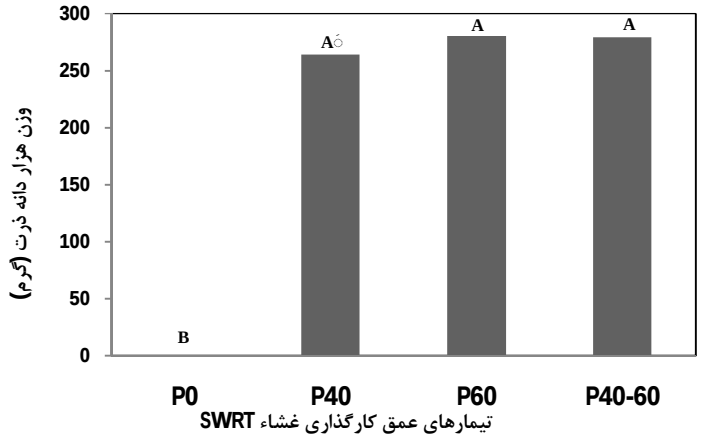
تیمارکارگذاری غشاء در عمق 40 سانتی‌متر تا حداکثر 41 درصد در تیمارکارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متر نسبت به شرایط عدم کاربرد مالچ شده است. بیشترین مقدار کاهش ارتفاع بوته در اثر آبیاری با آب با قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر در تیمار 60 سانتی متر عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب در شرایط عدم کاربرد مالچ مشاهده شده است (یعنی، کاهش ارتفاع بوته 55 سانتی‌متر). اثر افزایش قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری بر کاهش ارتفاع بوته ذرت تحت تاثیر وجود مالچ قرار گرفت. به طوری که ارتفاع بوته ذرت در تمامی شرایط کارگذاری غشاء در عمق‌های 40، 60 و متناوب 40 و 60 سانتی‌متر و آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 3/5 دسی زیمنس بر متر در هنگام کاربرد مالچ بیشتر از شرایط عدم کاربرد مالچ بود.

وزن هزار دانه

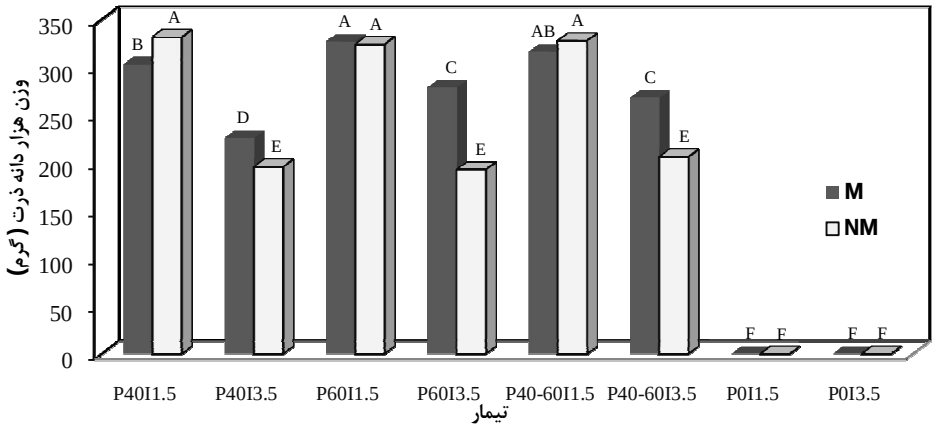
نتایج نشان داد که وجود غشاءهای نگهدارنده آب در زیر سطح خاک سبب ظهور گل تاجی و بلال و در نهایت تشکیل بلال و تولید ذرت شده است در صورتی که در تیمار بدون غشاء نگهدارنده آب در زیر سطح خاک (P0) اصلا بلالی ظاهر نشد و اصطلاحا بوته‌های ذرت فاقد محصول بودند (شکل 3). کمترین مقدار وزن هزار دانه در شرایط کاربرد مالچ در شرایط عمق کارگذاری 40 سانتی‌متر می‌باشد. همچنین میزان اختلاف در وزن هزار دانه در شرایط آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 3/5 دسی زیمنس بر متر در بین تیمارهای عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب ناچیز می‌باشد. کمترین مقدار وزن هزار دانه در شرایط عدم کاربرد مالچ و آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 3/5 دسی زیمنس بر متر در تیمار عمق کارگذاری 60 سانتی‌متر به دست آمده است (شکل 4). مقایسه نتایج تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که افزایش قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری سبب کاهش وزن هزار دانه می‌شود (شکل 4)، که این کاهش در تیمارهای بدون کاربرد مالچ بیشتر می‌باشد.

عملکرد ذرت

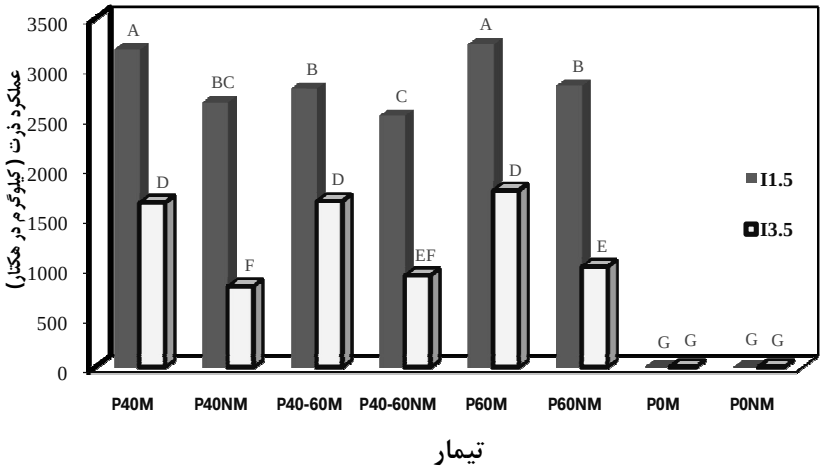
وجود غشاءهای نگه‌دارنده آب سبب تبدیل اراضی با خاک شنی بدون امکان تولید ذرت به اراضی دارای محصول شده‌اند. میزان متوسط عملکرد ذرت در تیمارهای کارگذاری غشاء در عمق‌های 40، 60 و متناوب 40 و 60 سانتی‌متر به ترتیب 2075، 2210 و 1975 کیلوگرم در هکتار بود. میزان افزایش عملکرد ذرت در شرایط کاربرد مالچ نسبت به عدم کاربرد آن در شرایط آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 1/5 دسی زیمنس بر متر برای تیمارهای عمق کارگذاری 40، 60 و متناوب 40و 60 سانتی متر به ترتیب 19/85، 14/68 و 10/72 درصد بود. همچنین در شرایط آبیاری با آب شور 3/5 دسی زیمنس بر متر برای تیمارهای عمق کارگذاری 40، 60 و متناوب 40و 60 سانتی متر در اثر کاربرد مالچ، میزان عملکرد به ترتیب 103/87، 75/94 و 81/05 درصد نسبت به شرایط بدون مالچ افزایش یافت. افزایش شوری آب آبیاری سبب کاهش عملکرد ذرت در تیمارهای مختلف عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب شده است. این کاهش عملکرد در شرایط عدم کاربرد مالچ بیشتر می‌باشد. میزان عملکرد در تیمارهای عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب 40، 60 و متناوب 40 و 60 در شرایط آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 1/5 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب 228/52 ، 180/28 و 174/05 درصد بیشتر از شرایط آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 3/5 دسی-زیمنس بر متر در تیمارهای عدم کاربرد مالچ می‌باشد. مقادیر فوق در شرایط کاربرد مالچ به ترتیب 93/13، 82/68 و 67/60 درصد است (شکل 5).



شکل 3- تأثیر عمق کارگذاری غشاء بر وزن هزار دانه ذرت (P0: عدم کارگذاری غشاء، P40: کارگذاری غشاء در عمق 40 سانتی‌متر، P60: کارگذاری غشاء در عمق 60 سانتی‌متر، P40-60: کارگذاری غشاء در عمق‌های متناوب 40 و 60 سانتی‌متر)



شکل 4- تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن هزار دانه ذرت (گرم)



شکل 5- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد ذرت

بحث و نتیجه‌گیری

در شرایط موجود منطقه مورد مطالعه امکان کشت محصول بدون استفاده از فناوری خاص در خاکی با بیش از 90 درصد شن وجود نداشت و اراضی مذکور بصورت بایر رها شده‌اند. از طرفی با توجه به اینکه وجود غشاءهای SWRT سبب افزایش نگهداری رطوبت در خاک و همچنین تعدیل دمای خاک در طول دوره‌ی رشد گیاه شده بود بنابراین نسبت به تیمار بدون غشاء، گیاه در معرض تنش کمتری قرار داشته که سبب بهبود رشد گیاه و در نهایت تشکیل بلال و تولید ذرت شده است (جدول 3).

جدول 3- اثرات تیمارهای مختلف بر دمای خاک

	عمق کارگذاری غشاء نگهدارنده آب			
	P40	P40-60	P60	P0
رطوبت خاک	11/078 a	10/887a	11/127a	7/635 b
دمای خاک	27/62b	28/42b	27/76b	30/619a

کاترجی و همکاران (2004) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تنش رطوبتی می‌تواند سبب کاهش عملکرد ذرت شود. سامر (1971) مشاهده نمود که استفاده از مانع نگهدارنده آب (آسفالت) سبب افزایش 30-25 درصدی عملکرد ذرت در خاک شنی نسبت به تیمار بدون مانع نگهدارنده آب شد. مطالعه انجام شده توسط اسموکر و همکاران (2014a) نیز نشان داده است که عملکرد دانه ذرت کشت شده بر روی خاک شنی مجهز به غشاء نگهدارنده آب سبب افزایش تولید ذرت نسبت به خاک‌های شنی بدون غشاء تا 300 درصد شد. همچنین ذرت کشت شده در خاک شنی بدون غشاء SWRT عملکرد ضعیفی داشت که با پژمردگی شدید گیاه در طول بیشتر مراحل رشد اولیه و مراحل بعد از بلوغ شامل گلدهی و دوره‌ی پر شدن دانه همراه بود. باسو و همکاران (2007)، با استفاده از مدل SALUS افزایش 283 درصد تولید ذرت در خاک‌های شنی مجهز به غشاء-های نگهدارنده آب را پیش‌بینی کردند.

همان گونه که مشاهده می‌شود میزان عملکرد ذرت در تیمارهای دارای مالچ بیشتر از تیمارهای بدون مالچ می‌باشد. مالچ سبب افزایش ذخیره آب و همچنین تعدیل دمای خاک و کاهش تجمع نمک در سطح خاک می‌شود که این عوامل به نوبه خود بر رشد گیاه اثر گذاشته و سبب بهبود شرایط رشد و در نهایت افزایش عملکرد ذرت شده است. ریز و همکاران (2011) نیز عنوان نمودند که به علت افزایش بقایای گیاهی (فوم نیشکر) رفتار آبی خاک نظیر خصوصیات رطوبتی و در نتیجه ویژگی‌های زراعی خاک بهبود یافت.

افزایش شوری آب آبیاری باعث تجمع بیشتر نمک در لایه‌های سطحی و عمقی خاک شده است (امیرپور و همکاران، 2016) که این قابلیت هدایت الکتریکی زیاد سبب کاهش رشد رویشی و ایجاد تنش در گیاه شده و نهایتاً سبب کاهش عملکرد می‌شود. مطالعه انجام شده توسط ودن‌فلد (2008)، نشان داد با افزایش قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری از 1/7 به 3/4 دسی زیمنس بر متر عملکرد نیشکر حدود 17 درصد کاهش یافت. همچنین مطالعه انجام شده توسط آمر (2010) نیز نشان داد که تجمع نمک خاک به طور قابل ملاحظه‌ای با افزایش قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری افزایش یافت و عملکرد ذرت نیز در شرایط آبیاری با آب با قابلیت هدایت الکتریکی کم بیشتر بود. همچنین مطالعه زئو و همکاران (2014) نشان داد که در مناطقی که دارای آب با قابلیت هدایت الکتریکی بالا هستند می‌توان از مالچ کاه و کلش به عنوان یک شیوه‌ی مدیریت مؤثر خاک شور در منطقه آبیاری استفاده نمود که در تحقیق حاضر نیز این نتیجه مشاهده گردید. مطالعه انجام شده توسط لیاقت و همکاران (1378) نشان داد که وجود مالچ در شرایط آبیاری سطحی باعث شد علاوه بر کاهش آب مصرفی، عملکرد محصول نیز نسبت به شاهد افزایش یابد. در مطالعه‌ای که توسط زانگ و همکاران (2014) در باغ انگور انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تیمار مالچ همراه با آبیاری سطحی بالاترین راندمان مصرف آب، عملکرد تر و غلظت قند میوه را داشت. همچنین مطالعه انجام شده توسط لی و همکاران (2013) نشان داد که در منطقه دیم کاری که از غشاءهای SWRT استفاده نشده بود کاربرد پوشش بقایای گیاهی سبب افزایش 15 درصد عملکرد ذرت نسبت به شاهد (عدم کاربرد مالچ) شد و این امر نشان می‌دهد که کاربرد مالچ به همراه غشاءهای SWRT می‌تواند تأثیر بیشتری بر عملکرد داشته باشد.

همچنین کمترین مقدار وزن هزار دانه در شرایط عدم کاربرد مالچ و آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی 3/5 دسی‌زیمنس بر متر در تیمار عمق کارگذاری 60 سانتی‌متر به دست آمده است. این امر به دلیل افزایش تبخیر و در نتیجه کاهش آب در دسترس از یک‌طرف و بیشتر شدن مقدار نمک خاک از طرف دیگر می‌باشد که بر رشد گیاه و عملکرد محصول اثر منفی می‌گذارند. همچنین در تیمارهای P60I1.5 و P40-60I1.5 کاربرد مالچ اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ذرت نداشت که این امر می‌تواند به دلیل قرار داشتن غشاء در عمق 60 سانتی-متری و شوری کم آب آبیاری نسبت به تیمارهای دیگر باشد که وجود یا عدم وجود مالچ اثر چندانی بر روی آنها نداشته است.

افزایش ارتفاع بوته ذرت در اثر کارگذاری غشاء نگهدارنده آب در زیر سطح خاک و کاربرد مالچ در سطح خاک را می‌توان به اثر مثبت آنها در تعدیل دما و در نتیجه اثر آنها بر رشد گیاه در شرایط کاهش تنش ناشی از دمای زیاد و کمبود آب دانست. در تحقیق انجام شده توسط اسموکر و همکاران (2014b) نشان داده شد که ارتفاع بوته ذرت نزدیک به 180 درصد در هنگامی که بر روی خاک شنی مجهز به غشاء نگهدارنده آب رشد می‌کرد افزایش یافت.

در نهایت می‌توان گفت با توجه به اثرات مثبت غشاء، امکان کشت در اراضی با بافت خاک خیلی سبک فراهم می‌آید. لذا می‌توان با کاربرد این فناوری علاوه بر تولید محصول، فرسایش بادی و اثرات زیست محیطی مخرب آن را کاهش داد.

فهرست منابع:

1. بی‌نام. 1391. دستورالعمل فنی ذرت (دانه‌ای و سیلویی)، وزارت جهاد کشاورزی. معاونت امور تولیدات گیاهی. دفتر محصولات اساسی غلات، حبوبات و نباتات علوفه‌ای.
2. بی‌نام. 1392. تحلیل وضعیت آب و هوایی استان در سال 92. سازمان هواشناسی کشور، نشریه داخلی اداره کل هواشناسی استان کرمان، مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان کرمان. 33 ص.
3. لیاقت، ع.، پ. مشهوری نژاد و ا. پذیرا، ا. 1378. کنترل قابلیت هدایت الکتریکی و آب مصرفی گیاه با استفاده از آبیاری زیرزمینی لوله‌ای و پوشش گیاهی روی سطح خاک. مجموعه مقالات هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص 108-100.
4. نجفی نژاد، ح. و م. حسام الدین. 1382. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ذرت. مجله نهال و بذر. جلد 19 شماره 2. ص 172-155.
5. Al-Dhuhli, H.S., S.A. Al-Rawahy, and S. Prathapar. 2010. Effectiveness of mulches to control soil salinity in sorghum fields irrigated with saline water. A monograph on management of salt-affected soils and water for sustainable agriculture, Sultan Qaboos University, pp. 41-46.
6. Amer, K. H. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management 97, 1553-1563.
7. Amirpour M., M. Shorafa, M. Gorji, and H. Naghavi. 2016. Effect of subsurface water retention using polyethylene membranes with surface mulch and irrigation on moisture, temperature and salinity of sandy soil of arid region in Iran. AES Bioflux, 8(1), 33-41.
8. Aragüés, R., E.T. Medina, A. Martínez-Cob, and J.Faci. 2014. Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard. Agricultural Water Management 142: 1-9.
9. Basso, B., M. Bertocco, L. Sartor, and E. C. Martin. 2007. Analyzing the effects of climate variability on spatial pattern of yield in a maize–wheat–soybean rotation. European Journal of Agronomy 26, 82–91.
10. Bezborodova, G.A., D.K. Shadmanovb, R.T. Mirhashimovb, T. Yuldashevc, A.S. Qureshi, A.D. Noblee, and M. Qadir. 2010. Mulching and water quality effects on soil salinity and sodicity dynamics and cotton productivity in Central Asia. Agriculture, Ecosystems and Environment 138: 95–102.
11. Chen, S.Y., X.Y. Zhang, D. Pei, H.Y. Sun, and S.L. Chen. 2007. Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: field experiments on the North China Plain. Annals of Applied Biology 150(3): 261-268.
12. Demirel, K., and Y. Kavdir. 2012. Effect of soil water retention barriers on turfgrass growth and soil water content. Journal of Irrigation Science.DOI 10.1007/s00271-012-0345-1.
13. Deshmukh, Y.K., J. Sinha, G. Sinha, and P. Dev Verma. 2013. Efect of mulches and level of irrigation on soil temperature, soil moisture depletion and crop yield for Bottele gourd. International Journal of Applied Engineering and Technology ISSN: 2277-212X 3(3): 29-35.
14. Ismail, S.M., and K. Ozawa. 2006. Improvement of crop yield, soil moisture distribution and water use efficiency in sandy soils by clay application. Tenth International Water Technology Conference, IWTC10, Alexandria, Egypt, pp. 797- 811.
15. Jordán, A., L.M. Zavala, and J. Gil. 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. CATENA 81(1): 77-85.
16. Katerji, N., J. W. Hoorn, A. Hamdy, and M. Mastrorilli. 2004. Comparison of corn yield

response to plant water stress caused by salinity and by drought. Agricultural Water Management 62(2), 95–101.
17. Li, S., S.Z. Kang, L. Zhang, S. Ortega-Farias, F. Li, and T. Du. 2013. Measuring and modeling maize evapotranspiration under plastic film-mulching condition. Journal of Hydrology, 503: 153–168.
18. Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2, American Society of Agronomy, Inc. Modison, Wisconsin, USA.
19. Reyes, C., J. A. Perez-de-los, F. J. Amoros Ortiz-Villajos, , S. Garcia Navarro, C. Bravo Martin-Co nsuegra, D. Sanches Jimenez, and R. Chocano Eteson Jimenez-Ballesta. 2011. Changes in water retention properties due to the application of sugar foam in red soils. Agricultural Water Management 98(12), 1834-1839.
20. Smucker, A. J. M., A. K. Guber, B. Basso, and Y. Kavdir. 2014a. Optimization of soil water content in the root zone. Soil Science Society of America Journal (in review).
21. Smucker, A.J. M., Y. Kavdir, and W. Zhang. 2014b. Root zone soil water retention technology: a historic review and modern potential. Soil Science Society of America Journal (in review).
22. Smucker, A.J.M., and B. Basso. 2014. Global Potential for a New Subsurface Water Retention Technology- Converting Marginal Soil into Sustainable Plant Production. In: The Soil Underfoot: infinite possibilities for a finite resource, Editors; G. J. Churchman and E.R. Landa. Chapter 24, pp. 315 – 324. CRC Press.
23. Sumner, M. E. 1971. Asphalt barriers to improve productivity of sandy soil- A preliminary assessment. Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association, 165- 168.
24. Wiedenfeld, B. 2008. Effects of irrigation water salinity and electrostatic water treatment for sugarcane production. Agricultural Water Management 95(1), 85-88.
25. Zhang, Q., Sh. Wang, L. LI, M. Inoue, J. Xiang, and G. Qiu. 2014. Effects of mulching and sub-surface irrigation on vine growth, berry sugar content and water use of grapevines. Agricultural Water Management 143, 1-8.
26. Zhao, Y., H. Pang, J. Wang, L. Huo, and Y. Li. 2014. Effects of straw mulch and buried straw on soil moisture and salinity in relation to sunflower growth and yield. Field Crops Research. 161. 16-25.
27. Yang, Z., Smucker, A. J. M., Jiang, G., Ma, X., 2012. Influence of the membranes on water retention in saturated homogeneous sand columns. International Symposium on Water Resource and Environmental Protection (ISWREP), X'ian City, China, 1590–1593. 978-1-61284-340 7/111©2012IEEE.

Effect of Subsurface Water Retention Technology, Mulch, and Water Quality on Yield of Corn in Sandy Soil in Kerman

M. Amirpour robat[1] and M. Shrafa
PhD of Soil Science, Kerman Agricultural Natural resources research and education center; E-mail: m_amirpour@ut.ac.ir
Associate Professor, University of Tehran; E-mail: m_shorafa@yahoo.co.uk
Received: October, 2016 and Accepted: May, 2017

Abstract

Soil water deficits and associated plant water stresses comprise the greatest abiotic hindrance to sustainable plant growth. Supplemental irrigation without water conservation practices is time consuming, and requires additional training. Thus, using new technologies is necessary for optimum water use efficiency. Subsurface water retention technology (SWRT) is a new method which improves characteristics of highly permeable sandy soils. Therefore, this study was established to investigate the effect of the SWRT, mulch, and water quality on height, 1000 grain weight, and yield of maize in an arid region of Kerman, Iran. This field study was performed in a complete randomized block design and factorial arrangement with three treatments: i) depths of polyethylene membrane sheets (without membrane installation, membrane installation at depths of 40, 60, and alternately 40 and 60 cm), ii) application of surface straw mulch (0 and 4 $t.ha^{-1}$), and iii) irrigation by saline water (1.5 and 3.5 $dS.m^{-1}$). All treatment plots were put under maize cultivation in June 2013 and 2015. The height of corn at the end of growth and 1000 grain weight and yield were measured after harvest in November each year. Results demonstrated that installing SWRT membranes below plant root zones substantially increased corn growth and production in the sandy soil. The maximum height and yield of corn were observed in the treatment with membrane depth at 60 cm. Based on the results of this research, application of mulch caused increase in yield (33.89 %) in SWRT treatment, while the increase in water salinity level decreased 1000 grain weight (29.13 %), height (15.35%), and yield of corn (33.7%).

Keywords: Irrigation water quality, Straw mulch, Saline water

[1]. Corresponding author: Soil and Water Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kerman.