نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۱، ص. ۳۸۰-۳۷۲

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 2, May-Jun 2012, p. 372-380

بررسی تاثیر سیستم کشت بدون خاک‌ورزی زیر خاکپوش گیاهی بر میزان تبخیر و تعرق

محمدرضا خالدیان[1*] – پییر روئل[2]

تاریخ دریافت:۹۰/۳/۱۸
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۰/۲۵

چکیده

یکی از راه‌های کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی، کاهش تبخیر و تعرق می‌باشد. روش کشت بدون خاک‌ورزی زیر خاکپوش گیاهی می‌تواند تبخیر و تعرق را کاهش دهد. برای ایجاد خاکپوش گیاهی، یک گیاه بین برداشت و کاشت محصول اصلی کشت می‌شود. در این حالت برای حفظ خاکپوش تولید شده، عملیات خاک‌ورزی حذف و یا کاهش می‌یابد. برای مطالعه اثرات مختلف سیستم کشت بدون خاک‌ورزی زیر خاکپوش گیاهی در مقایسه با کشت سنتی با کاربرد شخم، مطالعه‌ای در جنوب‌شرقی فرانسه واقع در اقلیمی مدیترانه‌ای از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ انجام شد. در این مقاله اثرات این نوع کشت بر روی تبخیر و تعرق مورد مطالعه قرار گرفته‌است. برای تعیین تبخیر و تعرق گیاهی از روش لایه جریان صفر[3] در مزرعه استفاده شد. نتایج نشان داد که وجود خاکپوش سبب کاهش تبخیر و تعرق هر سه محصول مورد مطالعه شامل ذرت، سورگوم و گندم دوروم به‌میزان ۲۹ تا ۱۱۸ میلی‌متر در مقایسه با کشت سنتی شد. این کاهش سبب حذف نیاز آبی به‌طور متوسط به مقدار یک آبیاری (حدود سی میلی‌متر) شده است که در این منطقه با توجه به مشکلات کمبود آب قابل توجه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیستم کشت بدون خاک‌ورزی، کشت سنتی، تبخیر و تعرق

مقدمه

برای جبران اثرات تخریبی شخم بر اکوسیستم خاک، روش‌های حفاظتی نظیر کشت بدون خاک‌ورزی در حال گسترش و توسعه هستند. در واقع روش سنتی کشت و خاک‌ورزی تمامی روش‌هایی را شامل می‌شود که کمتر از ۱۵ درصد بقایای گیاهی را پس از کشت محصول جدید بر روی خاک نگه می‌دارند و خاک‌ورزی الزامی است. در صورتی‌که در روش‌های بدون شخم، عملیات خاک‌ورزی در فاصله بین برداشت و کاشت محصول جدید حذف می‌شود و پس از کاشت محصول جدید بیش از ۳۰ درصد بقایای گیاهی روی سطح خاک می‌ماند (۶). در روش کشت مستقیم به‌منظور افزایش میزان خاکپوش بر روی سطح خاک، در فاصله بین برداشت محصول سال قبل و کاشت محصول جدید یک پوشش سبز ایجاد می‌کنند که قبل از کاشت محصول جدید به‌وسیله علف‌کش یا روش‌های مکانیکی تخریب شده و تولید خاکپوش گیاهی می‌نماید. بنابراین پوشش سبز صرفاً به‌منظور تولید خاکپوش گیاهی می‌باشد و از همین رو آن‌را کود سبز نیز می‌نامند. پس از تخریب پوشش سبز به‌منظور حفظ خاکپوش بر روی سطح خاک عملیات خاک‌ورزی حذف و یا کاهش می‌یابد. در این حالت، عملیات کاشت با ایجاد شیارهای باریکی به‌وسیله بذرکاری مخصوص (نظیر بذرکار مستقیم سمئاتو) انجام می‌شود. این نوع بذرکار قادر به قرار دادن کود و نیز سموم در زیر خط کشت، همزمان با کاشت بذر، می‌باشد.

در واقع کشت مستقیم، راهبردی مدیریتی در جهت کاهش تخریب اکوسیستم خاک است. در روش کشت مستقیم عملیات کاشت با هزینه کمتر و در زمان کوتاه‌تری انجام می‌شود (۱۳). شخم اساساً در روش سنتی کشت به‌منظور تسهیل برقراری تماس بین خاک و بذر، توسعه مطلوب ریشه در قسمت فوقانی خاک‌رخ و همچنین کنترل علفهای هرز به‌کار می‌رود. ولی در عمل اهداف فوق کمتر محقق می‌شوند و اثرات منفی کاربرد طولانی مدت شخم نظیر ایجاد کفه شخم و کاهش مواد آلی خاک پدیدار می‌شوند. کاربرد روش کشت مستقیم سبب حفظ محیط زیست و نیز افزایش و پایداری تولید محصولات کشاورزی می‌شود (۴). امروزه در آمریکا در ۴۱ درصد اراضی زراعی (حدود ۴۵ میلیون هکتار) روش کشت سنتی کنار گذاشته شده است و در ۲۵ میلیون هکتار از این اراضی از روش کشت بی‌خاک‌ورزی

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*-نویسنده مسئول: Email: khaledian@guilan.ac.ir)
۲- پژوهشگر موسسه تحقیقاتی سماگغف، مونپلیه، فرانسه

3 -Zero flux plane

استفاده می‌شود (۱۱).

روش کشت بی‌خاکورزی با ایجاد لایه‌ای از خاکپوش بر روی سطح خاک باعث محفوظ ماندن خاک از نور خورشید و در نتیجه کاهش درجه حرارت خاک می‌شود. این دو عامل سبب کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شوند (۸). از طرف دیگر در صورتی‌که آبیاری‌های متوالی صورت گیرد، یا بارندگی متوالی داشته باشیم آب ذخیره شده در خاکپوش تبخیر شده و به‌دلیل ایجاد یک خرداقلیم مرطوب‌تر، سبب کاهش توان اتمسفر برای تعرق می‌شود (۱۰). در کشت مستقیم حفظ ذخیره آب خاک و در نتیجه تامین نیاز آبی گیاه به‌خصوص در مواقع کم آبی سبب افزایش عملکرد محصول می‌شود (۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹ و ۲۰). حفظ ذخیره آب خاک در روش کشت مستقیم برای کشت دیم بیشتر دارای اهمیت است. امروزه علی‌رغم رشد و توسعه روش‌های مختلف آبیاری، انسان کماکان برای تامین غذا به کشت دیم وابسته است و ۵۸ درصد غذای انسان از کشت دیم حاصل می‌شود (۱۶).

با توجه به ناشناخته بودن کشت مستقیم در اقلیم مدیترانه‌ای در مقایسه با کشت سنتی با کاربرد شخم نیاز به انجام این تحقیق وجود داشت. اکثر مطالعاتی که تاکنون انجام شده در آمریکای شمالی و جنوبی متمرکز بوده است. نتایج این مطالعات، این روش را به‌عنوان یک روش مناسب کشت از جنبه‌های گوناگون در مقایسه با کشت سنتی معرفی کرده‌اند. با توجه به تفاوت‌های موجود بین اروپا و به‌خصوص جنوب‌شرقی فرانسه از جنبه‌های مختلف نمی‌توان نتایج این تحقیقات را به این منطقه تعمیم داد، لذا انجام مطالعات مزرعه‌ای اجتناب ناپذیر است. با توجه به محدودیت منابع آب در جنوب فرانسه و توزیع نامناسب بارندگی در طول سال، روش کشت مستقیم با توجه به پتانسیل آن در کاهش تبخیر و تعرق به عنوان یک راه حل مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر کشت بی‌خاک‌ورزی زیر پوشش خاکپوش گیاهی بر کاهش تبخیر و تعرق گیاهی در مقایسه با کشت سنتی است. کاهش تبخیر و تعرق گیاهی به معنای کاهش نیاز آبیاری در این اقلیم و بالاخص در منطقه مورد مطالعه می‌تواند کشاورزان را در کاهش مصرف آب یاری رساند.

مواد و روش ها

برای مقایسه میزان تبخیر و تعرق گیاهی ذرت، سورگوم و همچنین گندم دوروم تحت کشت سنتی با کاربرد شخم در مقایسه با کشت بی‌خاک‌ورزی زیر خاکپوش گیاهی مطالعه‌ای مزرعه‌ای در مرکز تحقیقاتی لاوالت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی انجام شد. این مرکز تحقیقاتی در شهر مونپلیه فرانسه در اقلیمی مدیترانه‌ای و در فاصله ۱۵ کیلومتری از دریا (43° 40′ N, 3° 50′ E) و در ارتفاع ۳۰ متری از سطح دریا واقع شده است. متوسط سالانه بارندگی ۷۷۷ میلی‌متر در سال می‌باشد که کمتر از میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع (محاسبه شده با روش پنمن) به‌میزان ۸۷۱ میلی‌متر در سال است. این اطلاعات هواشناسی از ایستگاه هواشناسی واقع در مرکز تحقیقاتی لاوالت استخراج شده‌اند. خاک منطقه بر اساس تقسیم‌بندی سازمان حفاظت خاک آمریکا[1] خاکی لومی می‌باشد.

برای انجام کشت بی‌خاک‌ورزی از بذرکار مخصوص این نوع کشت استفاده شد. هر ساله در فاصله بین برداشت محصول سال قبل و کاشت محصول سال بعد، پوشش سبز به‌منظور تولید خاکپوش گیاهی کشت می‌شد که تقریباً دو هفته قبل از کاشت محصول اصلی به‌وسیله علف‌کش از بین می‌رفت. تناوب محصول در کشت مستقیم به‌صورت پوشش سبز– محصول اصلی، در جدول شماره ۱ ارائه شده است. در این جدول همچنین محصول اصلی کشت شده در سال‌های مختلف در کشت سنتی آمده است. پس از یک دوره ۴ ساله کشت ذرت و سورگوم، گندم دوروم به‌عنوان یک محصول زمستانه برای دو سال متوالی کشت شد. برای این دو فصل کشت، پوشش سبز به‌دلیل کوتاه بودن زمان بین برداشت تا کاشت محصول اصلی ایجاد نشد، ولی میزان بقایای گیاهی روی سطح خاک برای ایجاد خاکپوش کفایت می‌کرد (۲/۵–۱ تن در هکتار). جهت انجام کشت سنتی طبق روال رایج در منطقه از ادوات مختلف برای انجام عملیات خاک‌ورزی نظیر شخم و دیسک استفاده شد. برای انجام عملیات کاشت از بذرکار خطی استفاده شد. کلیه مراحل مربوط به داشت از جمله کاربرد کود و سموم دفع آفات بر اساس روال معمول منطقه و همچنین رعایت اصول توصیه شده اداره کشاورزی منطقه انجام شد. برای تعیین میزان کود مورد نیاز در هر دو نوع کشت، آنالیز خاک برای تعیین ذخیره مواد غذایی خاک نظیر نیتروژن صورت می‌گرفت. آبیاری‌ها با توجه به نیاز آبی گیاه صورت می‌گرفت و به‌وسیله تانسیومتر و همچنین رطوبت‌سنج نوترونی پایش می‌شد. در این طرح از آبیاری بارانی که در منطقه نیز رایج است استفاده شد.

جدول شماره ۲ زمان شخم، کاشت و برداشت ذرت، سورگوم و گندم دوروم تحت دو نوع کشت سنتی و بی‌خاک‌ورزی را از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ نشان می‌دهد. با وجود محدودیت‌های کار مزرعه‌ای، عملیات کاشت و همچنین برداشت در هر دو نوع کشت تا حد امکان در کمترین فاصله زمانی انجام می‌گرفت.

برای تعیین تبخیر و تعرق گیاهی از روش لایه جریان صفر استفاده شد. شکل ۱ شمایی از وضعیت لایه جریان صفر در خاک را نشان می‌دهد. لایه جریان صفر، لایه‌ای در خاک است که دو جبهه حرکت آب در خاک را از هم جدا می‌کند. این لایه در واقع فصل مشترک دو جبهه رطوبتی است که اولی به‌سمت بالا حرکت می‌کند و صرف تبخیر (تبخیر و تعرق در صورت وجود گیاه) می‌شود و دومی به‌سمت پایین رفته و صرف نفوذ عمقی می‌شود. در خود لایه جریان

1- USDA

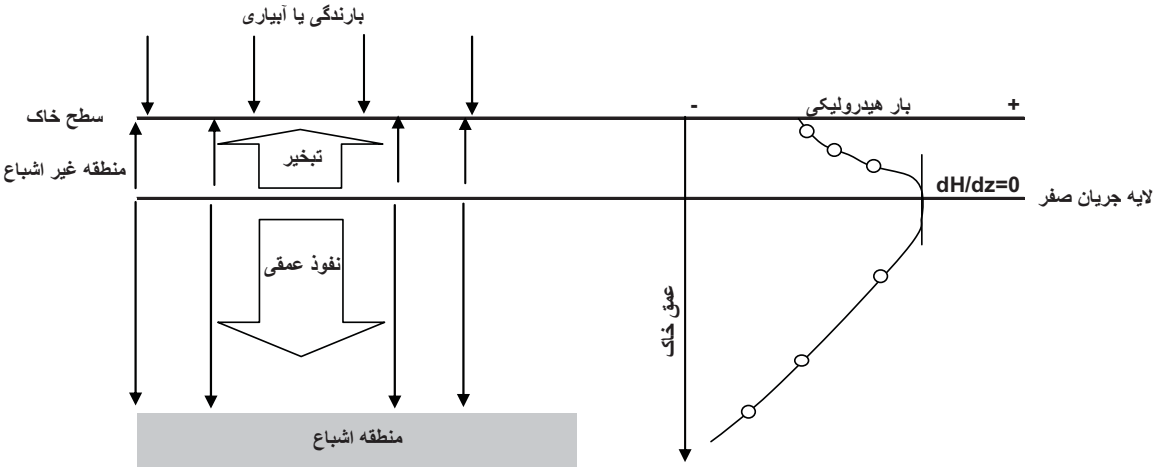
صفر هیچ‌گونه جریانی به‌سمت بالا یا پایین نداریم (۱۷). با استفاده از داده‌های پایش تانسیومتری در عمق‌های مختلف و رسم مقادیر بار هیدرولیکی در مقابل عمق خاک می‌توان لایه جریان صفر را تعیین کرد.

جدول ۱- تناوب زراعی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ در هر دو سیستم کشت

فصل زراعی (سال میلادی)	پوشش سبز در کشت مستقیم	محصول اصلی در هر دو کشت
۲۰۰۰-۲۰۰۱	جو دو سر	ذرت
۲۰۰۱-۲۰۰۲	جو دو سر	ذرت
۲۰۰۲-۲۰۰۳	گندم دوروم	سورگوم
۲۰۰۳-۲۰۰۴	مخلوط جو دو سر و ماشک	سورگوم
۲۰۰۴-۲۰۰۵	-	گندم دوروم
۲۰۰۵-۲۰۰۶	-	گندم دوروم
۲۰۰۶-۲۰۰۷	مخلوط جو دو سر، ماشک و کلزا	ذرت

جدول ۲- زمان شخم، کاشت و برداشت ذرت، سورگوم و گندم دوروم تحت دو نوع کشت سنتی و بی‌خاک‌ورزی

فصل زراعی	نوع کشت	زمان شخم	زمان کاشت	زمان برداشت
۲۰۰۰-۲۰۰۱	سنتی	۲۰۰۰/۱۲/۱۰	۲۰۰۱/۵/۲	۲۰۰۱/۹/۱۰
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۱/۵/۴	۲۰۰۱/۹/۱۰
۲۰۰۱-۲۰۰۲	سنتی	۲۰۰۲/۶/۱	۲۰۰۲/۵/۱۷	۲۰۰۲/۹/۱۸
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۲/۵/۱۷	۲۰۰۲/۹/۲۴
۲۰۰۲-۲۰۰۳	سنتی	۲۰۰۳/۱/۱۵	۲۰۰۳/۵/۱۰	۲۰۰۳/۹/۱۷
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۳/۵/۷	۲۰۰۳/۹/۱۲
۲۰۰۳-۲۰۰۴	سنتی	۲۰۰۴/۱/۸	۲۰۰۴/۵/۹	۲۰۰۴/۹/۱۳
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۴/۵/۷	۲۰۰۴/۹/۲۴
۲۰۰۴-۲۰۰۵	سنتی	۲۰۰۴/۹/۳۰	۲۰۰۴/۱۱/۱۷	۲۰۰۵/۶/۲۸
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۴/۱۱/۳۰	۲۰۰۵/۷/۵
۲۰۰۵-۲۰۰۶	سنتی	۲۰۰۵/۱۰/۷	۲۰۰۵/۱۱/۲۳	۲۰۰۶/۶/۲۸
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۵/۱۱/۲۹	۲۰۰۶/۶/۲۸
۲۰۰۶-۲۰۰۷	سنتی	۲۰۰۶/۱۱/۱۵	۲۰۰۷/۴/۲۴	۲۰۰۷/۹/۲۸
	بی‌خاکورزی	-	۲۰۰۷/۴/۲۴	۲۰۰۷/۹/۲۸



شکل ۱- شمایی از لایه جریان صفر در خاک

در این تحقیق با استفاده از نه تانسیومتر در اعماق مختلف، عمقی از خاک که ریشه گیاه در آن فعال است در طول فصل رشد تعیین می‌شد. در واقع حداکثر عمق توسعه ریشه معادل عمق لایه جریان صفر می‌باشد. این کار در مقاطع زمانی ۵ تا ۱۰ روزه در طول فصل رشد تکرار می‌شد و در هر دوره تغییرات رطوبت خاک از سطح خاک تا عمق تعیین شده جهت محاسبه بیلان آب خاک استفاده می‌شد. برای پایش تغییرات رطوبت خاک از رطوبت‌سنج نوترونی مدل 503-DR ساخت شرکت تروکسلر[1] استفاده شد. اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از رطوبت‌سنج نوترونی تا عمق دو متر و با فاصله‌های ده سانتی‌متری معمولا هر پنج تا ده روز انجام می‌شد. میزان آب خاک (SWR) با استفاده از داده‌های رطوبت‌سنج نوترونی در خاک‌رخ صفر تا صد سانتی‌متری تعیین گردید. میزان آب خاک از حاصل‌ضرب رطوبت حجمی در ضخامت هر لایه محاسبه شده و با هم جمع شدند تا میزان آب خاک تا عمق صد سانتی‌متری که برای هر سه گیاه دارای اهمیت بیشتری است به‌دست آید. تانسیومترها در اعماق ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۱۰ و ۱۳۰ سانتی‌متری نصب شدند و قرائت روزانه آنها قبل از ساعت هشت صبح انجام می‌شد. با استفاده از داده‌های تانسیومتری و رطوبت‌سنج نوترونی مقدار تبخیر و تعرق گیاه برای دوره‌های پنج تا ده روزه مشخص و با تجمیع آنها تبخیر و تعرق گیاه در طول فصل رشد برای هر دو سیستم تعیین شد.

برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاهی (ETc) در دوره‌های زمانی پنج تا ده روزه از رابطه زیر استفاده شد:

$$ETc=R+I-\Delta S \qquad (۱)$$

در این رابطه R: بارندگی، I: آبیاری و ΔS: تغییرات ذخیره آب خاک در دوره زمانی مورد نظر و همگی بر حسب میلی‌متر می‌باشند. این رابطه با توجه به رابطه کلی بیلان آب خاک تهیه شده و بخش‌هایی که قابل صرفه‌نظر بودند (نظیر رواناب و نفوذ عمقی)، حذف شدند. لازم به ذکر است که بر اساس داده‌های تانسیومتری نفوذ عمقی در طول فصل رشد قابل صرفه‌نظر بوده‌است، چرا که لایه جریان صفر در دوره‌های ۵ تا ۱۰ روزه در طول فصل رشد تعیین می‌گردیدند و بر اساس این روش، نفوذ عمقی از این لایه صفر می‌باشد. همچنین طبق مشاهدات مکرر مزرعه‌ای به‌هنگام بارندگی یا آبیاری رواناب ایجاد نمی‌شد. بنابراین معادله فوق برای محاسبه ETc مورد استفاده قرار گرفت. در طول فصل رشد مقدار آبیاری‌ها و بارندگی‌ها نیز اندازه‌گیری می‌شد.

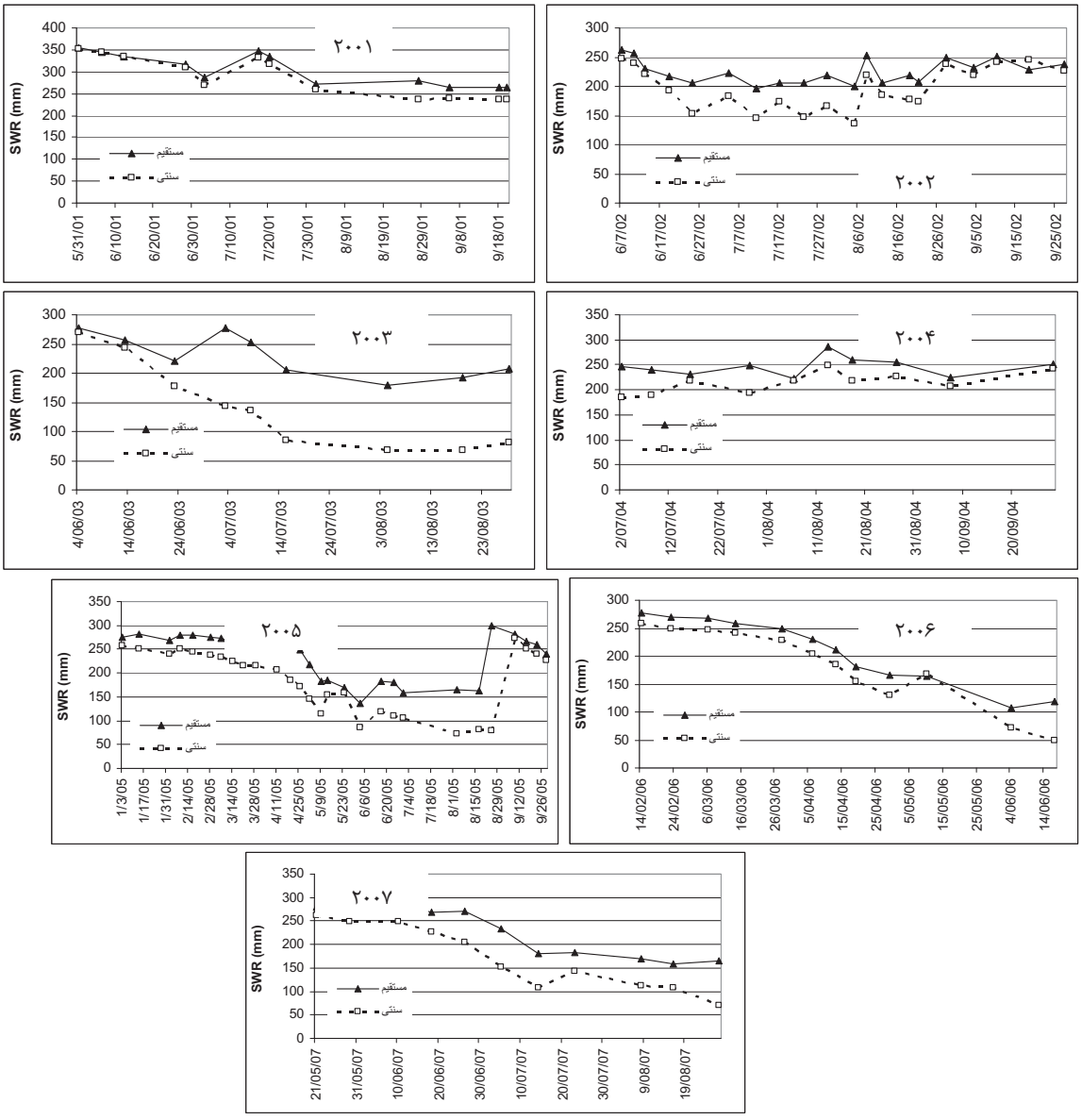
نتایج و بحث

نمودار ۱ تغییرات ذخیره آب خاک را در طول فصل رشد از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ برای سه محصول ذرت (سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۷)، سورگوم (سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴) و نیز گندم دوروم (برای دو فصل ۲۰۰۵-۲۰۰۴ و ۲۰۰۶-۲۰۰۵) نشان می‌دهد. این نمودارها بیان‌گر میزان آب ذخیره شده از سطح خاک تا عمق صد سانتی‌متری در طول فصل رشد هستند که به‌وسیله رطوبت‌سنج نوترونی اندازه‌گیری شده است. نمودارها به وضوح بیان‌گر این موضوع هستند که به‌دلیل وجود خاکپوش روی سطح خاک، مقدار آب خاک نسبت به کشت سنتی بهتر حفظ شده است. به همین دلیل ما را قادر ساخته تا در مواردی با حذف یک یا دو آبیاری (سال‌های زراعی ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ دو آبیاری و سال‌های زراعی ۲۰۰۴، ۲۰۰۵-۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ یک آبیاری) در جهت صرفه‌جویی در مصرف آب حرکت کنیم. قطعا تعیین یک عدد صریح برای کاهش آبیاریها دشوار است. مقدار خاکپوش و جنس آن، تراکم کشت و شرایط آب و هوایی که در اقلیم مدیترانه‌ای بسیار متغیر است بر تعیین تعداد دور آبیاریها موثراند. پایش رطوبت خاک از طریق تانسیومتر و رطوبت سنج نوترونی صورت می گرفت و در صورت نیاز، آبیاری اعمال می گردید. در هر حال اعمال یک مدیریت آبیاری خاص در شرایط مزرعه علیرغم وجود ابزارهای دقیق پایش رطوبت خاک، کار آسانی نیست. برای مطالعه اثرات کشت بدون خاک‌ورزی بر میزان آبیاری می توان از مدل های شبیه ساز استفاده نمود که نتایج حاصل از آن توسط خالدیان و همکاران (۹) منتشر شده است. هدف از مقاله حاضر پرداختن به اثرات کشت بدون خاک‌ورزی بر تبخیر و تعرق بوده و لذا ورود بیشتر به بحث آبیاری در مقاله فوق صورت گرفته است. در مقاله حاضر نیز تا جایی که از بحث اصلی خارج نشویم و همچنین تعداد صفحات اجازه می داد توضیحاتی آورده شد و مراجعی جهت مراجعه علاقه مندان ارائه گردید. بحث کشت بدون خاک‌ورزی بسیار گسترده است. با افزایش تعداد سالها، جمعیت میکروارگانیسم های خاک افزایش می یابد و در پی آن میزان ماده آلی افزایش می یابد و خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و هیدرودینامیکی خاک دستخوش تغییر می شوند؛ لذا ذکر یک رقم دقیق مربوط به کاهش تعداد دور آبیاری، بخصوص در شرایط مزرعه و ارتباط دادن آن به تنها یک یا چند عامل خاص کار دشواری است.

جدول ۳ مقدار آب آبیاری و همچنین مقدار تبخیر و تعرق گیاهی را برای هر دو نوع کشت از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ نشان می‌دهد. مقدار تبخیر و تعرق گیاهی از تجمیع تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شده در دوره‌های پنج تا ده روزه حاصل شده است. مقادیر تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شده در روش کشت سنتی با مقادیر ذکر شده در نشریه شماره ۳۳ فائو هم‌خوانی دارد (۵). هر چند برای سورگوم و گندم این مقدار اندکی پایین‌تر می‌باشد. فائو میزان نیاز آبی گیاه را برای ذرت ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر و برای سورگوم و گندم ۴۵۰ تا ۶۵۰ میلی‌متر بسته به اقلیم گزارش کرده‌است. ولی مقادیر محاسبه شده

1- Troxler

برای کشت بی‌خاک‌ورزی کمتر از مقادیر ذکر شده توسط فائو هستند که به‌دلیل وجود خاکپوش می‌باشد. با توجه به ستون مربوط به تبخیر و تعرق گیاهی(ETc) در جدول ۳، مقدار ETc به‌دلیل وجود خاکپوش در کشت بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش سنتی کشت با کاربرد شخم کاهش یافته‌است. این کاهش در طول هفت فصل رشد مورد مطالعه و در واقع برای هر سه محصول اتفاق افتاده‌است. مقادیر خاکپوش موجود روی سطح خاک در زمان کاشت طی سال‌های مختلف در نمودار ۲ ارائه شده‌اند. به‌جز دو سال مربوط به کشت گندم دوروم که کاهش ETc علاوه بر وجود خاکپوش تحت تاثیر کاهش تراکم به‌دلیل عدم جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاه در کشت بی‌خاکورزی در مقایسه با کشت سنتی بوده (در فصل ۲۰۰۵-۲۰۰۴ تراکم گیاهی کشت بی‌خاکورزی ۸۴ بوته در مترمربع و در کشت سنتی ۲۶۴ بوته در مترمربع بوده و در فصل ۲۰۰۶-۲۰۰۵ تراکم گیاهی کشت بی‌خاکورزی ۲۳۱ بوته در مترمربع و در کشت سنتی ۳۰۱ بوته در مترمربع بوده است) برای سورگم و ذرت به عنوان محصولاتی که دوره رشد آنها در بهار و تابستان می‌باشد، ETc از ۲۹ تا ۷۴ میلی‌متر در کشت بی‌خاکورزی کاهش یافته است که این کاهش فقط تحت تاثیر مقدار کمی خاکپوش نبوده است بلکه عوامل دیگری نظیر جنس خاکپوش، میزان آب آبیاری و شرایط اقلیمی (به‌خصوص بارندگی) در این کاهش نقش داشته‌اند؛ و نمی‌توان یک رابطه خطی بین میزان کمی خاکپوش و کاهش ETc ارائه کرد. ولی به‌طور کلی می‌توان گفت که وجود خاکپوش سبب کاهش ETc شده است.



نمودار ۱- تغییرات ذخیره آب خاک (SWR) در طول فصل رشد از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ تحت دو نوع کشت بی‌خاکورزی و سنتی در لایه ۱۰۰-۰ سانتی‌متری خاک

جدول ۳- آبیاری، بارندگی و تبخیر و تعرق گیاهی (ETc) از فصل زراعی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷

فصل زراعی	نوع کشت	آبیاری (mm)	بارندگی (mm)	ETc (mm)
۲۰۰۱	سنتی	۲۰۶	۱۴۱	۴۹۷
ذرت	بی‌خاکورزی	۲۱۶	۱۴۱	۴۵۹
۲۰۰۲	سنتی	۳۴۶	۳۱۱	۵۴۴
ذرت	بی‌خاکورزی	۲۹۲	۳۱۱	۵۰۴
۲۰۰۳	سنتی	۱۲۳	۹۹	۵۲۳
سورگوم	بی‌خاکورزی	۶۸	۱۰۹	۴۵۰
۲۰۰۴	سنتی	۲۸۹	۱۳۳	۵۰۷
سورگوم	بی‌خاکورزی	۲۷۶	۱۳۳	۴۷۸
۲۰۰۴-۲۰۰۵	سنتی	۵۰	۲۲۹	۴۳۶
گندم دوروم	بی‌خاکورزی	۳۶	۲۲۴	۳۱۸
۲۰۰۵-۲۰۰۶	سنتی	۹۳	۷۱	۴۱۹
گندم دوروم	بی‌خاکورزی	۹۰	۷۱	۳۵۹
۲۰۰۷	سنتی	۲۱۸	۲۰۳	۵۸۰
ذرت	بی‌خاکورزی	۱۸۲	۲۰۳	۵۰۴

در کشت مستقیم به‌دلیل وجود لایه‌ای از خاکپوش بر روی سطح خاک و همچنین وجود یک خرداقلیم مرطوب‌تر مقدار تبخیر و تعرق گیاهی کاهش یافت. زمانی‌که آبیاری یا بارندگی پی‌درپی وجود داشته باشد آب ذخیره شده در خاکپوش تبخیر می‌شود (۷). این امر سبب کاهش دما در مجاورت خاکپوش شده و توان اتمسفر را برای تبخیر و تعرق کاهش می‌دهد (۱۰)، بدین ترتیب آب بیشتری در خاک جهت استفاده گیاه می‌ماند و در نتیجه نیاز به آبیاری کاهش می‌یابد.

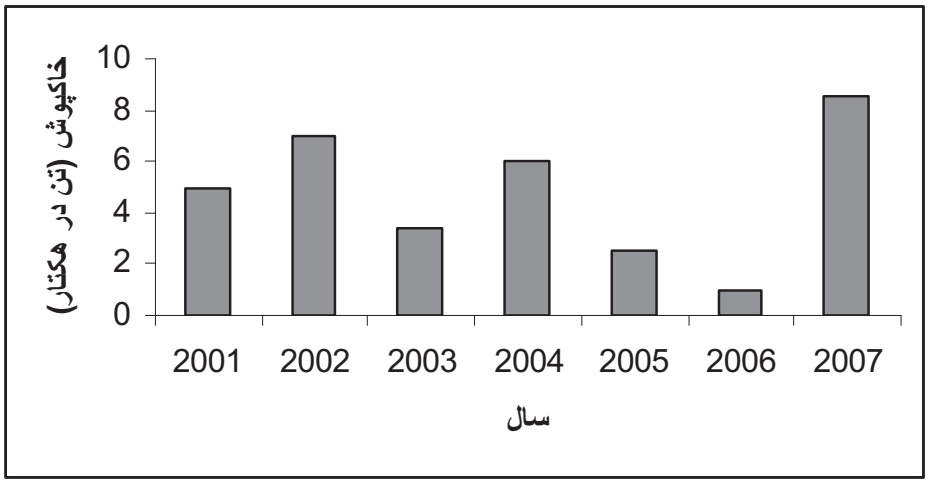
وجود خاکپوش روی سطح خاک باعث ایزوله شدن آن می گردد و روی ورود نور خورشید و در نتیجه گرم شدن خاک، خروج بخار آب از خاک و تهویه آن، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک سطحی تاثیر می گذارد و لایه سطحی متفاوتی نسبت به کشت سنتی با کاربرد شخم ایجاد می کند. لذا این تفاوت باعث ایجاد تغییراتی در رابطه آب، خاک، گیاه و اتمسفر می شود که با آنچه ما از آن شناخت داریم متفاوت است. در این مقاله تلاش شده این تفاوت در مقیاس مزرعه و در مورد تبخیر و تعرق اندازه گیری شده با روش لایه جریان صفر مورد بررسی قرار گیرد.

در واقع خاکپوش سبب افزایش مقاومت در برابر انتقال گرما و بخار آب نیز می‌شود (۲) که سبب تعدیل در بیلان انرژی و کاهش تبخیر و تعرق می‌شود، بدین ترتیب ذخیره آب خاک افزایش می‌یابد (۱۴). روش کشت مستقیم با پوشش سطح خاک به‌وسیله خاکپوش، رابطه خاک و اتمسفر را دچار تغییر می‌کند و روی گرم شدن خاک، نفوذ آب به‌داخل خاک، خروج بخار آب از خاک و خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیر می‌گذارد. در ابتدای فصل که شاخص سطح برگ کم است و تبخیر از سطح خاک قابل ملاحظه است مقدار تبخیر از سطح خاک به‌دلیل وجود خاکپوش کاهش می‌یابد و در ادامه با افزایش شاخص سطح برگ[1]، تعرق نسبت به تبخیر از سطح خاک پیشی می‌گیرد و در اینجا خرداقلیم مرطوب‌تر ایجاد شده در روش کشت بی‌خاک‌ورزی سبب کاهش تعرق می‌شود. کاهش کلی تبخیر و تعرق در روش کشت مستقیم چه در ابتدای فصل رشد در اثر کاهش تبخیر از سطح خاک و چه پس از توسعه گیاه در اثر کاهش تعرق گیاه در نتیجه وجود خرداقلیم مرطوب‌تر، سبب افزایش ذخیره آب خاک در مقایسه با کشت سنتی خواهد شد. نتایج ما مشابه نتایج کوک و همکاران (۳) به‌طور کلی موید این مطلب است که تبخیر و تعرق گیاهی کاهش یافته و ذخیره آب خاک افزایش یافته است. در مناطقی که در طول فصل رشد شاهد بروز تنش خشکی هستیم این روش کشت می‌تواند مفید باشد و آب مورد نیاز گیاه را تا پیش از بارندگی (به‌خصوص محصولات دیم) و یا آبیاری (در مورد محصولات فاریاب) تامین کند.

این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر خاکپوش گیاهی بر کاهش تبخیر و تعرق گیاهی انجام شده است. نتایج موید تاثیر مثبت خاکپوش بر کاهش تبخیر و تعرق گیاه در اقلیم مدیترانه‌ای می‌باشد. در صورتی‌که مطالعات پیشین روش کشت بدون خاک‌ورزی را برای مناطقی با بارندگی سالانه ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر توصیه کرده‌اند (۱۸). با توجه به تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین، این روش می‌تواند ما را در استفاده بهینه از منابع آب یاری کند چرا که با کاهش بارندگی و افزایش در طول و تعداد دوره‌های خشکی به‌خصوص در خاک‌هایی با مشکل نگهداشت آب، حفظ ذخیره آب خاک مهم است. قطعاً تحقیقات بیشتری برای تعیین میزان مطلوب خاکپوش، جنس

1- Leaf Area Index (LAI)

خاکپوش و نیز مطالعه سایر جنبه‌های کاربردی این روش نظیر نقش خاکپوش گیاهی در تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و همچنین نقش آن در کنترل فرسایش آبی و بادی و نیز کنترل گرد و غبار مورد نیاز است.



نمودار ۲- میزان خاکپوش موجود روی سطح خاک در زمان کاشت طی سال‌های مختلف در کشت بدون خاک‌ورزی

منابع

1- Bonfil D.J., Mufradi I., Klitman S., and Asido S. 1999. Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment, Agron. J., 91: 368–373.
2- Bussiere F., and Cellier P. 1994. Modification of the soil temperature and water content regimes by crop residue mulch: experiment and modeling, Agric. For. Meteorol., 68: 1–28.
3- Cook H.F., Valdes G.S.B., and Lee H.C. 2006. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under Zea mays L., Soil Till. Res., 91: 227-235.
4- Derpsch R. 2001. Conservation tillage, No-tillage and related technologies, Proceeding of the 1st world congress on conservation agriculture, 1-5 October 2001. Madrid, Spain.
5- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1979. Yield response to water, FAO irrigation and drainage paper number 33. Rome, Italy.
6- El Titi A. 2002. Soil tillage in agroecosystems. CRC press.
7- Findeling A. 2001. Etude et modélisation de certains effets du semis direct avec paillis de résidus sur les bilans hydriques, thermique et azoté d'une culture de maïs pluvial au Mexique. Thèse de doctorat ENGREF, 355 pp.
8- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing evidence, Agriculture, Ecosystems and Environment, 103: 1–25.
9- Khaledian M.R., Mailhol J.C., Ruelle P., Mubarak I., and Maraux F. 2011. Nitrogen balance and irrigation water productivity for corn, sorghum and durum wheat under direct seeding into mulch when compared with conventional tillage in the southeastern France. Irrigation Science, 29(5): 413-422.
10- Khaledian M.R., Mailhol J.C., Ruelle P., and Rosique P. 2009. Adapting PILOTE model for water and yield management under direct seeding system: The case of corn and durum wheat in a Mediterranean context, Agricultural Water Management, 96: 757-770.
11- Kosutic S., Filipovic D., Gospodaric Z., Husnjak S., Kovacev I., and Copec K. 2005. Effects of different soil tillage systems on yield of maize, winter wheat and soybean on albic luvisol in North-West Slavonia, Central European Agriculture Journal, 6(3): 241-248.
12- Lal R. 1978. Influence of within- and between-row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil, Field Crops Research, 1: 127-139.
13- Lindwall C.W., and Anderson D.T. 1981. Agronomic evaluation of minimum tillage systems for summer fallow in southern Alberta, Can. J. Soil Sci., 61: 247–253.
14- Movahedi Naeni S.A.R., Cook H.F. 2000. Influence of compost amendment on soil water and evaporation, Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31(19/20): 3147–3161.
15- Osuji G.E. 1984. Water storage, water use and maize yield for tillage systems on a tropical alfisol in Nigeria, Soil Till. Res., 4: 339-348.
16- Rosegrant M.W., Cai X., and Cline S.A. 2002. The role of rain-fed agriculture in the future of Global Food

Production, IFPRI, Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 90, February 2002. Washington, D.C. U.S.A.
17- Vachaud G., Dancette C., Sonko S., and Thony J.L. 1978. Méthode de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé: Application à deux types de sols au Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique, Ann. Agron., 29: 1–36.
18- Unger P.W., Stewart B.A., Parr J.F., and Singh R.P. 1991. Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions, Soil Till. Res., 20: 219–240.
19- Unger P.W., and Wiese A.F. 1979. Managing irrigated winter wheat residues for water storage and subsequent dryland sorghum production, Soil Sci. Soc. Am. J., 43: 582–588.
20- Wicks G.A., and Smika D.E. 1973. Chemical fallow in a winter wheat fallow rotation, Weed Sci., 21: 97–102.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 2, May-Jun 2012, p. 372-380

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۱، ص. ۳۸۰-۳۷۲

Study the Effects of No Tillage System under Crop Mulch on Evapotranspiration

M.R. Khaledian[1*]- P. Ruelle[2]

Received:8-6-2011
Accepted:15-1-2012

Abstract

Reducing evapotranspiration (ETc) is one of the ways to reduce water use in agriculture. Creating or putting mulch on the soil surface can reduce ETc. Establishing a cover crop between harvest and cultivation of the main crop can produce enough mulch on the soil surface. An experimental study carried out to assess different impacts of no tillage system under crop mulch (DSM) compared with conventional tillage (CT) in the Southeast of France (being in a Mediterranean climate) from 2000 to 2007. In this paper, the impacts of DSM on the ETc were studied. Zero flux plane method was used to determine ETc. The results showed that mulch reduced ETc for corn, sorghum and durum wheat from 29 to 118 mm as compared with CT. This reduction resulted in saving approximately a water depth application of 30 mm, being considerable in a context with water deficiency.

Keywords: No tillage system, Conventional tillage, Evapotranspiration

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
(*-Corresponding Author Email: Khaledian@guilan.ac.ir)
2- Cemagref Institute, Montpellier, France