

کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه

۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

تأثیر کاربرد مالچ در افزایش ذخیره رطوبتی خاک در باغات پسته^۱

امیر اسلامی، حمید ریاحی^۲

چکیده:

با توجه به اینکه آب یکی از عوامل موثر در تولید محسوب می‌گردد و بیش از ۶۰ درصد آب مصرفی در کشاورزی بصورت تبخیر و نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج می‌شود بنابراین متخصصین آبیاری می‌بایست راهکارهای مناسب جهت کاهش هر کدام از عوامل فوق ارائه نمایند. در این ارتباط تحقیقی بر روی درختان پسته بارور در منطقه سیرجان بمنظور تأثیر مالچ و شخم زدن در حفظ و نگهداری رطوبت در خاک و همچنین کاهش تبخیر از سطح خاک اجراء گردید. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوکهای کاملاً تصادفی بصورت اسپلیت پلات با پنج تیمار اصلی پوشش پلاستیک، شن، کاه و کلش، شخم بعد از آبیاری و شاهد و شش تیمار فرعی عمق در سه تکرار اجراء شد. میزان آب داده شده با در نظر گرفتن حق آبه کشاورز در هر دور آبیاری در کلیه تیمارها بوسیله یک عدد W.S.C فلوم کنترل و بطور یکسان به تیمارهای مذکور داده شد. حجم آب داده شده به مزرعه به ازاء یک هکتار در حدود ۵۰۰۰ متر مکعب در سال بوده است. همچنین رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری در فواصل زمانی بین ۱۵ الی ۲۰ روز یکبار در کلیه تیمارها توسط دستگاه Trime اندازه گیری می‌شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌های میانگین رطوبت قبل از آبیاری در اعماق مختلف خاک نتایج نشان داد که اثر مالچ در حفظ رطوبت خاک در سطح ۱ درصد

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی کاهش تبخیر با استفاده از مالچ و شخم زدن در باغات پسته سیرجان (۸۲۰۱-۲۰-۱۱۵).

۲- به ترتیب عضو هیئت علمی و کارشناس بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کرمان - تلفن تماس:

۳- ۰۳۴۱-۲۱۱۲۳۹۱، پیام نگار: parsal378@yahoo.com

و عمق در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. همچنین با توجه به نتایج مشخص گردید که پوشش پلاستیک نسبت به سایر تیمارها رطوبت را برای یک مدت زمان طولانی تری در خاک حفظ می نماید.

واژه‌های کلیدی: درختان پسته، مالچ، شخم زدن، کاهش تبخیر و افزایش ذخیره رطوبتی خاک

۲- پیشگفتار:

محصول پسته در کشور ایران از جهت صادرات غیر نفتی حائز اهمیت بوده و از حدود ۳۷۰ هزار کل باغات پسته ایران نزدیک به ۸۰ درصد آن در استان کرمان واقع شده است. در منطقه اجرای طرح ۹۵ درصد اراضی به تولید پسته اختصاص دارد و تقریباً اکثر آنها با روش کرتی آبیاری می شوند. متوسط سالیانه بارندگی در این منطقه ۱۴۰ mm است. برداشت بی رویه از آب در بعضی از مناطق این دشت باعث پیشروی جبهه آب شور شده و کشاورزی منطقه را با تهدید جدی روبرو ساخته است و همچنین افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی را باعث گردیده بطوریکه سالیانه ۱-۱/۵ متر افت سطح آب را در این دشت در برداشته است (۱). یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع موجود، جلوگیری از تلفات آب است که تبخیر از سطح خاک بخشی از آن می باشد. بمنظور کاهش تبخیر و حفظ رطوبت بمدت طولانی در خاک، استفاده از مالچ در سطح خاک و یا شخم زدن بعد از آبیاری می تواند مؤثر واقع گردد. در این ارتباط کارهای ارزنده ای توسط محققین انجام گردیده است که به مواردی از آنها اشاره می گردد.

در سال ۱۳۷۳ هادی راد تحقیقی در خصوص بکارگیری مواد پوشاننده خاک به مدت چهار سال در دشت یزد اردکان بر روی گیاه تاغ انجام داد. در این آزمایش تأثیر فاکتورهای از قبیل مقدار آب در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ لیتر، دور آبیاری در سه سطح دوبار، سه بار و چهاربار در طول دو سال و مواد پوشاننده خاک در سه سطح شامل بدون پوشش، ورقه نازک پلاستیک و ماسه در قالب طرح آزمایشی اسپلیت، اسپلیت پلات و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بر روی عواملی چون میزان استقرار و سطح تاج پوشش نهال‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که تأثیر به کارگیری پوشش پلاستیکی بر میزان استقرار و سطح تاج پوشش معنی دار بوده است و بیانگر این نکته می‌باشد که پوشش پلاستیکی می‌تواند در کاهش تبخیر مؤثر واقع شود و از این طریق تأثیر بسزایی در افزایش تعداد اسقرار تاغ داشته باشد که این عامل سبب احیاء دشتهای رسی و همچنین مناطق بیابانی می گردد (۲).

لیاقت و همکاران در سال ۱۳۷۸ تحقیقی در زمینه اثر پوشش گیاهی (مالچ) روی راندمان مصرف آب برای گیاه ذرت، تجمع نمک در پروفیل خاک و عملکرد محصول در دو سیستم آبیاری سطحی و زیرزمینی (تراوا) انجام دادند. وجود مالچ در آبیاری سطحی باعث شد، علیرغم کاهش آب مصرفی، میزان عملکرد تفاوت چندانی با تیمار آبیاری تراوا نداشته باشد. بنابراین از نظر اقتصادی در مزرعه تنها با اعمال مالچ از

باقیمانده‌های کشت سال قبل می‌توان با کاهش آب مصرفی، عملکرد بیشتری را به دست آورد. در این تحقیق میزان مالچ چهارتن در هکتار در نظر گرفته شده بود (۳).

مائوریا و لال در سال ۱۹۸۱، گزارش کردند که با استفاده از مواد پوشاننده خاک مانند لایه‌های نازک پلاستیک و کاه برنج میزان رطوبت خاک ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش یافته است (۴).
پاوار در سال ۱۹۹۰ توانسته است با استفاده از پلاستیک به عنوان ماده پوشاننده خاک در اقلیم نیمه خشک میزان مصرف آب را تا ۵۰ درصد کاهش دهد بدون اینکه در تولید محصول کاهشی مشاهده نماید (۵).

اپارا و همکارانش در سال ۱۹۹۲ گزارش نمودند که تیمار پوشش پلاستیکی در مقایسه با مواد دیگر مورد استفاده، تأثیر بیشتری بر حفظ رطوبت خاک در دوره‌های خشکی داشته است (۶).
آگاروال و همکاران در سال ۱۹۹۲ با تحقیقی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که حجم بالای رطوبت ذخیره شده به ساختار توسعه یافته خاک و به کاهش تبخیر به وسیله مالچ گیاهی بستگی دارد، با این حال تحقیقات نشان می‌دهد که میزان رطوبت خاک با مالچ و بقایای گیاهی همبستگی بیشتری دارد (۷).
جالوتا در سال ۱۹۹۳ ذکر کرده است که در مناطق خشک و نیمه خشک حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد از اتلاف آب از سطح خاک بوسیله تبخیر می‌باشد که می‌توان بوسیله مواد پوشاننده خاک از آن جلوگیری نمود و در اختیار گیاه قرار داد (۸).

بارت و همکاران در سال ۲۰۰۲ تحقیقی در زمینه تأثیر استفاده از مالچ و کاه بر روی خاک لخت انجام دادند که نتایج نشان داد با این روش می‌توان بعد از آبیاری میزان تبخیر از سطح خاک را از ۱۱ تا ۸۴ درصد برای یک دوره کوتاه مدت و نصف این میزان را در دراز مدت کاهش داد (۹).

۳- مواد و روشها:

۳-۱- مواد

در این آزمایش از مواد ذیل استفاده شده است

۱- مالچ، کاه و کلش ۲- مالچ پلاستیک، پوشش پلاستیک نایلون شفاف ۳- شن (ماسه بادی)

۴- W.S.C قلم تیپ پنج ۵- دستگاه اندازه گیری رطوبت خاک (Trime)

۶- مته نمونه برداری خاک ۷- لوله پی وی سی ۵۰

۳-۲- روش تحقیق:

آزمایش در قالب طرح آماری بلوکهای کاملاً تصادفی با پنج تیمار کاه و کلش، شن، پوشش پلاستیک و شخم بعد از آبیاری (زمانیکه زمین گاورو شد)، همچنین یک تیمار شاهد (بدون پوشش) در سه تکرار بر روی درختان پسته مثمر در منطقه سیرجان از توابع استان کرمان اجراء گردید. جهت اجرای تحقیق با

توجه به تعداد تیمارها، فواصل بین ردیفها (۶ متر) و طول پلاتهای آزمایش (۳۰ متر) مساحتی از باغ مورد نظر به ابعاد $۳ \times ۵ \times ۶ \times ۳۰ = ۲۷۰۰$ مترمربع انتخاب و در هر تیمار دو اصله درخت علامت گذاری گردید. سپس نمونه خاک از اعماق مختلف بفواصل ۳۰ سانتیمتری تا عمق ۱۸۰ سانتیمتری خاک تهیه و جهت تجزیه کامل به آزمایشگاه منتقل گردید (جدول ۱). همچنین کود حیوانی همراه با کود شیمیایی بصورت چالکود در اختیار درختان قرار داده شد. در تیمار پوشش پلاستیک، در دو طرف ردیف یک پوشش نایلون شفاف بر روی سطح خاک کشیده شد و جهت نفوذ آب در فواصل مشخص یک متری سوراخی به قطر ۱۰ سانتیمتر ایجاد گردید. در تیمار با پوشش کاه و کلش از باقیمانده کلش گندم به ضخامت پنج سانتیمتر در سطح خاک اطراف ردیف استفاده شد (عکسهای ۱ و ۲). در تیمار شن، سطح خاک با ۳ الی ۵ سانتیمتر شن ریز (ماسه بادی) پوشیده شد. در تیمار شخم بعد از آبیاری هنگامیکه زمین گاو رو شد، اقدام به انجام شخم می گردید.

اندازه‌گیری‌ها شامل: مقادیر رطوبت حجمی درشش عمق مختلف خاک قبل و بعد از آبیاری، میزان عملکرد محصول و همچنین کیفیت آن (اونس، درصد خندان، درصد پسته دهان بسته و غیره) در هر یک از تیمارهای آزمایش بود.

مقدار آب آبیاری با توجه به در دسترس بودن آب و حقایق کشاورز در کلیه تیمارها بصورت یکسان و با نصب یک عدد W.S.C فلوم اندازه گیری می گردید، همچنین برای تعیین رطوبت تا عمق ۱۸۰ سانتیمتری از دستگاه اندازه گیری رطوبت Trime و لوله‌های پی وی سی (بدلیل عدم دسترسی به لوله‌های تکانات) استفاده گردید. لازم به ذکر است که هدف از اندازه گیری رطوبت مقایسه میزان رطوبت ذخیره شده در خاک در تیمارهای مختلف بوده و بنابراین استفاده از لوله‌های پی وی سی بجای لوله‌های تکانات خطایی در نتایج به بار نمی‌آورد.

جدول شماره ۱: نتایج تجزیه خاک در محل اجرای طرح

بافت خاک	Clay	Silt	Sand	P.W.P	F.C	K _{av.}	P _{av.}	O.C	pH	EC *10 ³	عمق (cm)	مشخصات نمونه
Sandy-clay-loam	22	26	52	13.5	28	280	5	0.05	7.6	38.7	30-60	"
Clay-loam	28	42	30	16	32	272	5	0.114	7.6	37.3	60-90	"
Loam	22	36	42	13	29.5	252	6	0.057	7.6	53.8	90-120	"
Sandy-clay-loam	22	12	65	13.5	30	188	6	0.06	7.8	32	120-150	"
Sandy-Loam	20	20	60	22	30	175	8	0.06	7.8	21.6	150-180	"



عکس شماره ۱: تیمار پوشش پلاستیک



عکس شماره ۲: تیمار کاه و کلش

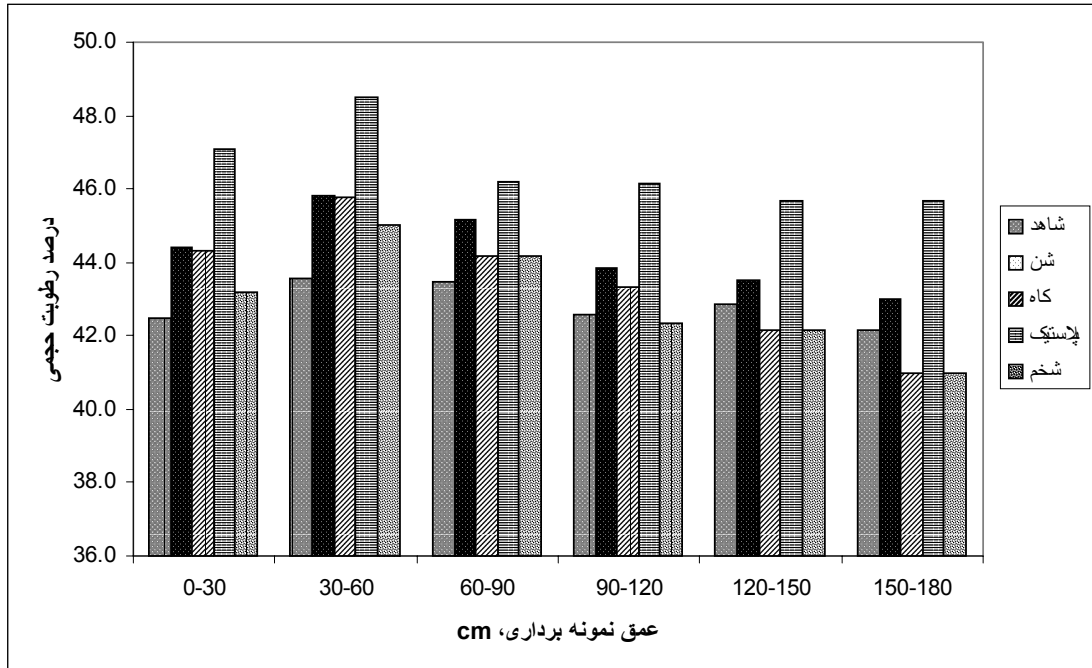
۴- بحث و نتیجه گیری:

آبیاری تیمارها با توجه به عرف محل و حقایق کشاورزی در تاریخهای مختلف در طی فصل زراعی ۸۲-۸۳ انجام که برای هر یک از آنها بطور یکسان و مقدار آب ورودی توسط پارشال فلوم اندازه گیری شد که مقادیر آنها در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

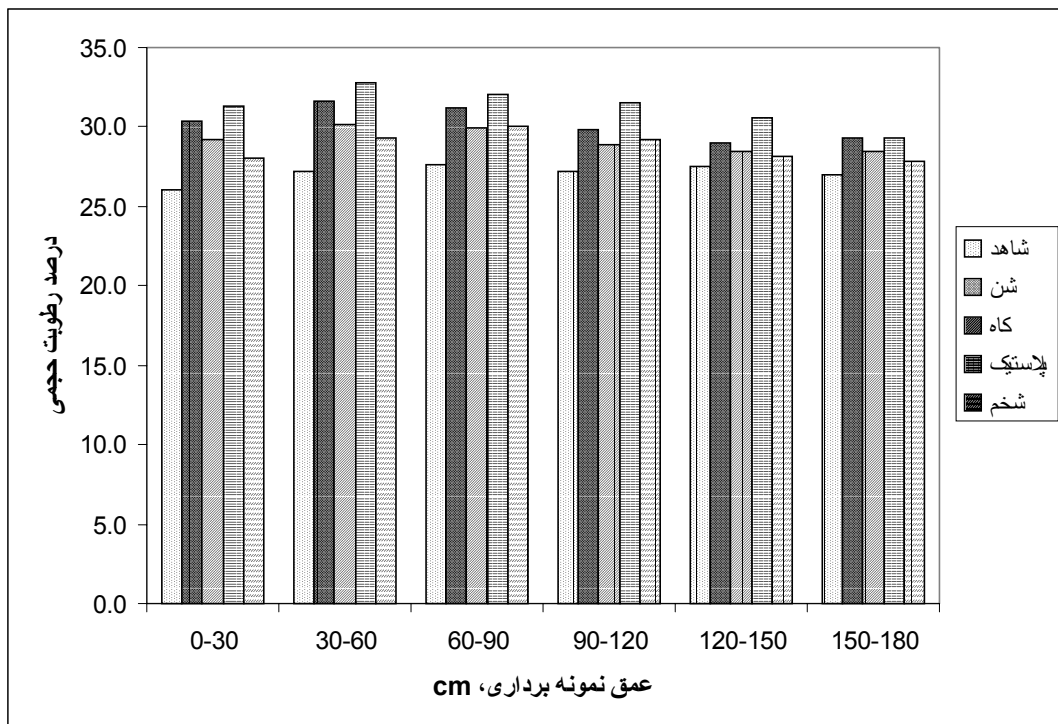
مقادیر رطوبت حجمی در سه تکرار برای کلیه تیمارها توسط دستگاه تراپم در اعماق مختلف و دو سال اجرای طرح قرائت شد که میانگین تکرارها محاسبه و در جداول شماره ۳ و ۴ آمده است. برای مشاهده بهتر تغییرات ذخیره رطوبتی در اعماق مختلف خاک در کلیه تیمارها به عنوان مثال نمودارهای ۱ و ۲ که به ترتیب ۳ و ۷۳ روز بعد از آبیاری اندازه گیری شده ترسیم گردیده است. لازم به ذکر است که هدف از این آزمایش مقایسه تیمارهای مالچ با شاهد از لحاظ ذخیره رطوبتی بوده است و بنابراین نیازی به کالیبره کردن دستگاه تراپم ولوله‌های PVC نمی باشد و چنانچه قرائت رطوبت توسط دستگاه خطائی داشته باشد مقدار آن در کلیه تیمارها یکسان است.

جدول شماره ۲: تاریخ آبیاری و میزان آب داده شده در طی سال زراعی ۸۲-۸۳

تاریخ آبیاری	حجم آب آبیاری در کل تیمارها (متر مکعب)	حجم آب آبیاری در هر تیمار (متر مکعب)	حجم آب (متر مکعب در هر هکتار)
۸۲/۶/۲۵	۲۸۰	۱۸/۶	۱۰۴۰
۸۲/۹/۳	۲۵۰	۱۶/۶۶	۹۲۶
۸۲/۱۱/۲۴	۲۴۳	۱۶/۲	۹۰۰
۸۳/۳/۴	۲۹۰	۱۹/۳	۱۰۷۰
۸۳/۵/۱۵	۲۸۲	۱۸/۸	۱۰۴۵
جمع			۴۹۸۱



نمودار ۱: مقادیر متوسط رطوبت حجمی در اعماق مختلف خاک در تمامی تیمارها، ۳ روز بعد از آبیاری در سال ۱۳۸۳



نمودار ۲: مقادیر متوسط رطوبت حجمی در اعماق مختلف خاک در تمامی تیمارها، ۷۳ روز بعد از آبیاری در سال ۱۳۸۳

با توجه به انجام تحقیق در دو سال متوالی و نتایج حاصل از آن مواردی به شرح زیر مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد:

۱- استفاده از مالچ بطور کلی باعث افزایش ذخیره رطوبتی در خاک گردید که وضعیت ظاهری درختان از لحاظ شادابی و سرسبز بودن در کلیه تیمارها نسبت به تیمار شاهد و افزایش عملکرد محصول مدعای این امر است.

۲- در تیماری که از پوشش پلاستیک استفاده شد، مشاهده گردید که تبخیر از سطح خاک کاهش یافته بطوریکه نمونه‌های گرفته شده از خاک به مدت تقریباً یکماه پس از آبیاری کاملاً خیس بوده و نتایج یادداشت برداری‌ها نیز صحت این ادعا را تأیید می‌نماید. گرچه استفاده از این نوع پوشش رطوبت را بخوبی در خاک حفظ نموده و تبخیر از سطح خاک را بمیزان قابل ملاحظه ای کاهش می‌دهد لیکن مشاهده گردید که بعد از گذشت یک مدت زمان ۸ الی ۹ ماهه بدلیل اینکه پلاستیک در معرض مستقیم آفتاب، باد و باران می‌باشد دچار ترکیدگی گردیده و از بین می‌رود و از لحاظ اقتصادی بدلیل هزینه بالا این روش مقرون بصرفه نمی‌باشد.

۳- در تیماری که از شن ریز (ماسه بادی) بعنوان مالچ استفاده گردید، مشاهده شد بدلیل قرار گرفتن یک لایه با بافت ریزتر (Claylome) در زیر یک بافت درشت (Sand) سبب می‌شود نفوذ کاپیلاریته تا حدودی قطع و باعث کاهش تبخیر از سطح خاک گردد. همچنین این روش ساده ترین و عملی ترین شیوه جهت کاهش تبخیر از سطح خاک محسوب می‌گردد.

۴- در تیمار کاه و کلش گندم مشاهده گردید که بعد از گذشت مدت زمان ۶ الی ۷ ماهه قسمتی از این مواد در اثر آبیاری پوسیده و تبدیل به ماده آلی خاک شده و در بعضی از نقاط نیز این پوشش بطور کلی از بین رفته است. چنانچه در باغات از پوشش کاه و کلش و یا شاخ و برگ گیاه استفاده گردد در طی سالیان متمادی باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود.

۵- در تیمار شخم بعد از آبیاری زمانیکه زمین گاورو شد، شخم بو سیله تیلر تا عمق ۲۰ سانتی متری انجام گرفت که باعث قطع صعود شعریه و جلوگیری از حرکت رطوبت به سطح خاک می‌گردد و در نتیجه تبخیر از سطح خاک کاهش می‌یابد.

۶- از لحاظ میزان آب مصرفی نتایج اندازه گیری آب داده شده به مزرعه نشان داد که در طی سال زراعی، کشاورز با توجه به میزان حق آبه به میزان ۴۹۸۱ مترمکعب در هکتار آب داده است و در سال زراعی مذکور بمیزان ۱۶۸ میلیمتر بارندگی شده که در مجموع ۶۶۶۹ متر مکعب در هکتار آب به باغ مذکور داده شده است. لازم به ذکر است که درختان در تیمارهایی که از مالچ استفاده شده بود از شادابی نسبتاً خوبی بر خوردار بودند که نشانگر این نکته است چنانچه راهکاری مناسب جهت حفظ ذخیره رطوبتی خاک صورت پذیرد می‌تواند همین مقدار آب جوابگوی نیاز آبی گیاه باشد.

۷- بررسی عملکرد محصول در هر یک از تیمارهای مذکور نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به تیماری می‌باشد که حداکثر استقرار رطوبت را در خاک دربرداشته است (پوشش پلاستیک).

۸- آزمایش فوق در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با پنج تیمار اصلی پوشش پلاستیک، شن، کاه و کلش، شخم بعد از آبیاری و شاهد و شش تیمار فرعی عمق اندازه گیری رطوبت در سه تکرار اجراء شد که پس از تجزیه و تحلیل آن توسط نرم افزار SPSS و با آزمون دانکن، مقایسه میانگین رطوبت‌های حجمی قبل از آبیاری در تیمار اصلی مالچ و عمق انجام شد. نتایج این تجزیه و تحلیل نشان داد که اثر مالچ بر رطوبت خاک در سطح ۱ درصد و عمق در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۸ و ۹).

جدول شماره ۸: نتایج آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تیمار مالچ برای میانگین رطوبت‌های حجمی قبل از آبیاری

گروه			
c	b	a	تیمارهای مالچ
		۲۶,۲	شاهد
	۲۹,۰۸		شخم
	۲۹,۸۶		کاه
	۲۹,۸۷		شن
۳۲,۶			پلاستیک

جدول شماره ۹: نتایج آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تیمار عمق برای میانگین رطوبت‌های قبل از آبیاری

گروه			
b	a	عمق‌های مختلف	
	۲۸,۶۴	۰-۳۰	
۲۹,۰۶	۲۹,۰۶	۱۵۰-۱۸۰	
۲۹,۲۸	۲۹,۲۸	۱۲۰-۱۵۰	
۲۹,۷۵	۲۹,۷۵	۹۰-۱۲۰	
۳۰,۱۹		۳۰-۶۰	
۳۰,۲		۶۰-۹۰	

نکته حائز اهمیت در این آزمون این بود که بیشترین ذخیره رطوبتی در عمق ۶۰-۹۰ سانتی متری بوده است که بیشترین عمق توسعه ریشه‌های فعال درخت پسته نیز در همین عمق می باشد که مقداری از این تجمع رطوبت به همین دلیل است.

۵- توصیه و پیشنهادات:

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش کاهش تبخیر با استفاده از مالچ و شخم زدن در باغ پسته توصیه‌ها و پیشنهادهایی کاربردی برای منطقه به ترتیب شرح زیر ارائه می‌گردد:

۱- در باغ مذکور که میزان آب قابل دسترس کم بوده (در حدود ۵۰۰۰ مترمکعب بازای یک هکتار در سال) بهتر است بعد از هر بار آبیاری زمانیکه زمین گاورو شد اقدام به شخم لایه سطحی خاک نمود. از آنجائیکه بافت خاک زیرین یک بافت سبک می باشد که در زیر یک بافت نسبتاً سنگین (Clay lome) قرار گرفته است با شخم می‌توان از صعود شعریه در اثر نیروی کاپیلاریته جلوگیری نمود و این امر به کاهش تبخیر از سطح خاک و در نتیجه افزایش ذخیره رطوبتی در خاک کمک می‌کند. همچنین این روش از لحاظ اقتصادی و عملیاتی توجیه پذیر است

۲- توصیه دیگر که آن نیز عملی است استفاده از پوشش یک لایه شن (ماسه بادی) در سطح خاک می باشد که این روش نیز از لحاظ ذخیره رطوبت در خاک بعد از پوشش پلاستیک قرار دارد. چنانچه این عمل برای دو الی سه سال متوالی صورت گیرد بافت لایه سطحی خاک درشت‌تر شده و از تبخیر سطحی جلوگیری می نماید و دیگر نیازی به ادامه این کار نمی‌باشد.

۳- چنانچه امکان استفاده از کاه و کلش در منطقه امکانپذیر باشد با پوشاندن سطح خاک تا حدودی می توان از تبخیر سطحی جلوگیری نموده و باعث افزایش ذخیره رطوبتی خاک گردید. استفاده از کاه و کلش در درازمدت باعث افزایش ماده آلی به خاک در اثر پوسیدن بقایای گیاهی می‌شود.

۴- استفاده از پوشش پلاستیک گرچه باعث افزایش ذخیره رطوبتی می گردد لیکن از لحاظ کاربردی و اقتصادی توصیه نمی‌گردد.

۶- منابع مورد استفاده

- ۱- سالنامه آماری استان کرمان. ۱۳۸۰. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمان.
- ۲- هادی راد، م. ۱۳۷۸. تاثیر مواد پوشاننده خاک (مالچ) بر استقرار و رشد رویشی تاغ. مجموعه مقالات هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص: ۴۶۰-۴۶۹.
- ۳- لیاقت، ع.، پ. مشهوری نژاد و ا. پذیرا. ۱۳۷۸. کنترل شوری و آب مصرفی گیاه با استفاده از آبیاری زیرزمینی لوله ای و پوشش گیاهی روی سطح خاک. مجموعه مقالات هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه ۱۰۸-۱۰۰.

- 4- Maurya, P. R., and R. Lal. 1981. Effects of different mulch materials an soil properties and moisture on the root growth and yield of maize and cowpea. Field crops Res.4. 33-45.
- 5- Pawar, H. K. 1990. Use of plastic as a mulch in scheduling of irrigation to ginger in semiarid climate. Proceeding of the 11 the in ternational congress on the use of plastics inagriculture, New Delhi India. 10/90-1099.

- 6- Opara, O., O. Salau and R. Swennen. 1992. Response of plantain to mulch on a tropical ultisol: Part II. Effect of different mulehing materials on soil hudrological properties. International Agrophysies. 6 (3-4).
- 7- Aggarwal, P., S. P. Bhardmaj and A. K. Khullar. 1992. Appropriate tillage systems for rainfed wheat in Doon valley. Ann. Agric. Res. 13. 116- 173.
- 8- Jalota, S. K., 1993. Evaporation Through a soil mulch in relation to characteristics and evaporativity. Aus. J. Soil Res. 31; 131-6.
- 9- Burt, C. M., A. Mutziger, D. J. Howes and K. H. Solomon. 2002. The effect of stubble and mulch on soil evaporation. Irrigation training and research center BioResource and Agricultral engineering Dept.california polytechnic stat university san luis obis. CA 93407-805-756-2433.