کارایی پلیمر جاذب‌رطوبت تراکاتم (TerraCottem) در جنگلکاری‌های دیم

هاشم کنشلو[۱]* و غلامرضا دمی‌زاده [۲]

[۱]استادیار مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران
[۲]مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۳)

چکیده

پدیدهٔ خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات احیای رویشگاه‌های جنگلی و جنگلکاری در نواحی گرم و خشک است. برای چیرگی بر این معضل و با هدف دستیابی به روش مناسب و آسان ذخیرهٔ رطوبت در خاک، نوعی پلیمر جذب‌کنندهٔ رطوبت به نام "تراکاتم"، با سایر شیوه‌های ذخیرهٔ رطوبت مقایسه شد؛ به‌طوری که ضمن بررسی توان جذب و نگهداری رطوبت، تأثیر آن بر زنده‌مانی و دیگر خصوصیات کمی نهال‌های گازرخ بررسی شد. این تحقیق در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی به‌صورت کرت‌های خردشده با دو سطح تیمار اصلی شامل بذر و نهال گلدانی و پنج تیمار فرعی شامل بانکت هلالی، خاروخاشاک و بقایای گیاهی در کف گودال، پوشش پلاستیکی، پلیمر جاذب‌رطوبت و تشتک در سه تکرار در منطقهٔ بشاگرد هرمزگان اجرا شد. نتایج نشان داد توان جذب و نگهداری رطوبت توسط پلیمر با گذشت زمان، کاهش می‌یابد به‌طوری که بعد از ۲۲۰۰ روز به صفر می‌رسد. نتایج بررسی‌های صحرایی نشان از آن دارد که بین تیمارهای مختلف ذخیرهٔ رطوبت از نظر درصد زنده‌مانی نهال‌ها در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد و تیمارهای خاروخاشاک و پلاستیک به ترتیب با ۲۴ و ۱۴ درصد بر دیگر تیمارها برتری دارند. تجزیهٔ واریانس خصوصیات کمی (ارتفاع، قطر ساقه و تاج پوشش) نیز نشان از وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای ذخیرهٔ رطوبت در سطح ۱ درصد را داشته و تیمارهای خاروخاشاک، بانکت هلالی و ورقهٔ پلاستیکی بر دیگر تیمارها برتری داشته و در تمام موارد پلیمر همراه با تشتک در رتبه‌های آخر قرار دارند. بنابراین با توجه به کاهش توانمندی پلیمر تراکاتم در جذب و نگهداری آب در بلندمدت، استفاده از آن در جنگلکاری‌های دیم مناطق گرم و خشک که خاک قلیایی و بافت متوسط تا سنگین دارند، توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: پلیمر تراکاتم، ذخیرهٔ رطوبت، گازرخ، دیم، گرم و خشک.

* نویسندهٔ مسئول شماره تماس: ۰۹۱۲۴۵۴۷۷۱۶ ایمیل: hkeneshlo@yahoo.com

مقدمه و هدف

عارضهٔ خشکی و خشکسالی، پدیدهٔ گرم شدن زمین، پیدایش ریزگردها، آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی، بهره‌برداری غیر اصولی از منابع و دیگر ناهنجاری‌های صنعتی شدن، عواملی است که حیات را بر روی زمین با مشکل جدی مواجه کرده است. در این میان اکوسیستم‌های تجدیدشونده همچون جنگل‌ها و مراتع، دستخوش اختلال و اضمحلال شده‌اند و تأثیر آنها در حفاظت آب و خاک و چرخهٔ حیات کمتر شده است. عرصه‌هایی که در مناطق خشک و فوق‌العاده خشک قرار دارند از این ناهنجاری‌ها صدمه بیشتری می‌بینند؛ درحدی که بازگشت آنها به مراحل قبل توالی، غیرممکن است و به‌ناچار باید با دخالت در آنها از طریق کاهش تنش‌ها به خصوص خشکی، شرایط را برای احیای آنها فراهم نمود. در بین اکوسیستم‌های جنگلی مناطق خشک کشور، می‌توان به درختزارهای گازرخ در جنوب‌شرق ایران اشاره کرد که در مساحتی نزدیک یک میلیون هکتار پراکنش دارند و عامل مهمی در حفاظت خاک و آب و همچنین اقتصاد بومیان به‌شمار می‌روند. این درختزارها چندان شناخته‌شده نیستند و در حال نابودی‌اند. با حمایت و احیای رویشگاه‌های طبیعی و ترویج کشت دیم تا نیمه‌آبی با استفاده از شیوه‌های مختلف جمع‌آوری آب باران و ذخیرهٔ رطوبت، می‌توان انقلابی در زمینهٔ اقتصاد بومیان منطقه ایجاد کرد. پیرامون تأثیر مواد جاذب‌رطوبت و شیوه‌های ذخیرهٔ رطوبت در خاک، تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است؛ از جمله: زنگویی و همکاران (۱۳۹۱ الف) در تأثیر سوپرجاذب استاکوزورب[1] بر دورهٔ آبیاری، رشدونمو آتریپلکس و خصوصیات فیزیکی خاک، نشان دادند که استفاده از پلیمر، تأثیر مثبت بر ارتفاع و بیوماس گیاه دارد و رطوبت اشباع و رطوبت قابل استفادهٔ گیاه را در خاک افزایش می‌دهد. این محقق در تحقیق دیگری بر روی تأثیرات هیدروژل استاکوزرب بر رشد و استقرار نهال تاغ در نهالستان نشان داد که کاربرد جاذب‌رطوبت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های ارتفاع نهال، طول ریشه و زیتودهٔ تاغ دارد (زنگویی و همکاران، ۱۳۹۱ ب). Shahriari *et al*. (2011) با بررسی اثر توأم پساب شهری و سوپرجاذب در گونهٔ قره‌داغ، تأثیر مثبت سوپرجاذب را در احیای بیولوژیک قره‌داغ بیان داشتند. اسلامی و فرزام‌نیا (۱۳۸۸) در بررسی مقایسهٔ تأثیر انواع مختلف مالچ و عملیات شخم در حفظ و نگهداری رطوبت خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک، نشان دادند که پوشش پلاستیکی نسبت به سایر تیمارها، رطوبت را برای مدت زمان طولانی‌تری حفظ می‌کند. منظمی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تأثیر مالچ‌های پلاستیکی بر کاهش تبخیروتعرق در جنگلکاری تاغ ثابت کردند که کاربرد مالچ پلاستیکی، تعداد دور آبیاری را در مقایسه با شاهد تا دو نوبت کاهش می‌دهد. بررسی تاثیر پلیمر آبدوست "Stockosorb K-400" بر نهال‌های *Conocarpus erectus* در عربستان نشان داد که اصلاح خاک با ۰/۴ تا ۰/۶ درصد پلیمر، سبب افزایش مقاومت به خشکی نهال‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (Abdulrahman *et al*., 2007). بانج‌شفیعی و رهبر (۱۳۸۲) در بررسی کارایی پلیمر آب‌دوست روی گیاه پانیکوم در شرایط گلخانه، بیان داشتند هرچند کاربرد پلیمر در شرایط مطلوب و متوسط خاک و آبیاری سبب ارتقای درصد خوشه‌دهی می‌شود، در شرایط نامساعد تأثیر آن محدود می‌شود. بانج شفیعی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر پلیمر بر ویژگی‌های رطوبتی خاک، نشان دادند که تکرار آبگیری پلیمر خالص از ظرفیت اشباع آن می‌کاهد. آماس بسیار زیاد شن‌های تیمارشده با پلیمر به‌هنگام آبیاری، احتمال صدمه دیدن ریشه گیاهان را افزایش می‌دهد. بررسی‌های بانج‌شفیعی و همکاران (۱۳۹۱) دربارهٔ تأثیر سوپرجاذب و دورهٔ آبیاری بر رشد نهال‌های بنه در شرایط نهالستان در پیرانشهر نشان داد به‌کارگیری سوپرجاذب ضمن افزایش رویش ارتفاعی و قطری نهال‌ها موجب کاهش ۵۰ درصدی آب مصرفی و همچنین دفعات آبیاری می‌شود. نادری

[1] Stockosorb

و واشقانی (۱۳۸۵) در بررسی تأثیر هیدروژل بر رطوبت خاک، اعمال بار و فشار را عامل کاهش بازده هیدروژل‌ها در جذب آب دانستند و بهترین اسیدیته برای عملکرد مناسب هیدروژل‌ها را، محدودهٔ خنثی بیان کردند. با استفاده از مالچ و کاه بر روی خاک لخت می‌توان میزان تبخیر از سطح خاک را از ۱۱ تا ۸۴ درصد برای یک دورهٔ کوتاه مدت و نصف این میزان در درازمدت کاهش‌داد (Burt *et al.*, 2002). بررسی‌های راد (۱۳۷۸) بر روی مواد پوشانندهٔ خاک بر روی گیاه تاغ در دشت اردکان یزد نشان داد که پوشش پلاستیکی بر میزان استقرار و سطح تاج‌پوشش نهال‌ها، اثر معنی‌داری دارند و بیانگر این است که پوشش پلاستیکی می‌تواند در کاهش تبخیر مؤثر واقع شود و از این طریق تأثیر بسزایی در افزایش درصد استقرار نهال‌های تاغ داشته باشد. در مناطق‌خشک و نیمه‌خشک حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد اتلاف آب از سطح خاک از راه تبخیر صورت می‌گیرد که می‌توان با استفاده از مواد پوشانندهٔ خاک از آن جلوگیری کرد و رطوبت را در اختیار گیاه قرار داد (Jalota, 1993). تحقیقات Silberbush *et al.* (1993) روی ذرت با آبیاری قطره‌ای نشان داد که استفاده از پلیمر جاذب-رطوبت در تپه‌های شنی سبب افزایش زیتودهٔ ذرت می شود. بررسی‌های Aggarwal *et al.* (1992) نشان داد که حجم رطوبت ذخیره‌شده در خاک به تکامل خاک و کاهش تبخیر به‌وسیلهٔ مالچ گیاهی بستگی دارد. با این حال تحقیقات نشان می‌دهد که مقدار رطوبت خاک با مالچ و بقایای گیاهی همبستگی بیشتری دارد. Opara *et al.* (1992) گزارش کردند که تیمار پوشش پلاستیکی در مقایسه با مواد دیگر، تأثیر بیشتری بر حفظ رطوبت خاک در دوره‌های خشکی دارد. Pawar (1990) با استفاده از پلاستیک به عنوان مادهٔ پوشانندهٔ خاک در اقلیم نیمه‌خشک توانست آب را تا۵۰ درصد کاهش دهد، بدون اینکه در تولید محصول، کاهشی مشاهده شود. در تحقیق دیگری، Wallace and Wallace (1990) در خصوص تأثیر پلیمرها بر گیاه و خاک اظهار داشتند که پلیمرها با اصلاح ساختار خاک، سبب افزایش رشد گیاه و کاهش فرسایش خاک می‌شوند. نتایج نشان داد با این روش می‌توان بعد از آبیاری، 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.

Taylor and Halfacre (1986) در تحقیقی بر روی درختچهٔ *Ligustrum lucidum* Ait.، استفاده از پلیمر آب‌دوست را سبب رشد گیاه و کاهش دفعات آبیاری گزارش نمودند. Maurya and Lal (1981) با استفاده از مواد پوشانندهٔ خاک مانند لایه‌های نازک پلاستیک و کاه برنج توانستند رطوبت خاک را ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش دهند. این تحقیق با هدف احیای درختزارهای جنوب‌شرق ایران به‌خصوص گازرخ در ناحیهٔ صحاری-سندی با اقلیم خشک و تابستان‌های بسیار خشک و دورهٔ خشکی طولانی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در دو مرحلهٔ آزمایشگاهی و صحرایی طی پنج سال (۱۳۹۱-۱۳۸۷) انجام گرفت. مرحلهٔ آزمایشگاهی در دمای ۳۲-۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد برای بررسی توان جذب پلیمر جاذب‌رطوبت تراکاتم (TerraCottem) طی ۱۳۷۸ روز و مرحلهٔ صحرایی در منطقهٔ بشاگرد هرمزگان طی چهار سال انجام پذیرفت. عرصهٔ تحقیق در پایین‌دست سد کاهکن در شمال‌غرب انگهران (منطقهٔ بشاگرد هرمزگان) با ارتفاع ۸۰۰ متر، اقلیمی بیابانی گرم، میانگین بارندگی ۲۷ سالهٔ ۲۱۳/۶ میلی‌متر (ماه‌های بهمن، مرداد و اسفند بیشترین بارش را دارند). ریزش‌های جوی تابستانه با شدت زیاد از دیگر ویژگی‌های این منطقه است، به‌طوری که ۸۸ میلی‌متر از بارش سالیانه در ماه‌های گرم سال ریزش می‌کند. تابستان‌های منطقه بسیار گرم و زمستان‌های آن معتدل است و دمای حداقل به‌ندرت به زیر صفر تنزل می‌کند. پراکنش بارندگی در

سال‌های مختلف بسیار متفاوت بوده، به‌طوری که در طی دورهٔ آماری ۲۷ ساله، بین ۵۲ تا ۵۸۴ میلی‌متر متغیر بوده است. عمده تشکیلات زمین‌شناسی آن را ماسه‌سنگ، شیل، شیست، کنگلومرا و آهک تشکیل می‌دهند. از گونه‌های گیاهی عمدهٔ آن می‌توان به گیشدر، درمنه، گازرخ، زامور، پنج انگشت، شیشم، داز و خرزهره اشاره کرد. شیب عرصه ۲۵-۱۵ درصد، جهت جغرافیایی جنوبی و غربی، عمق خاک متوسط، اسیدیتهٔ گل اشباع ۸/۴-۸/۲، هدایت الکتریکی ۰/۴۴-۰/۴۲ دسی‌زیمنس بر متر و بافت آن شنی-لومی است.

به‌منظور بررسی توان آبگیری پلیمر در شرایط آزمایشگاهی از کیسهٔ پلی‌اتیلنی استفاده شد و برای خروج آب اضافی چندین منفذ در ته کیسه تعبیه شد. به‌منظور تبخیر آب، در کیسه باز تا محدودیتی برای خروج بخار آب از کیسه ایجاد نشود. در هر کیسه ۱۰ گرم مادهٔ جاذب‌رطوبت قرار داده شد. آبگیری به‌تدریج صورت گرفت تا ذرات پلیمر کاملاً متورم شوند و آب آزاد در بین گلوله‌های آن نمایان شود. بعد از خروج آب اضافی از طریق زهکش‌ها، کیسه‌ها توزین شدند. توزین کیسه‌ها همراه جاذب‌رطوبت روزانه صورت گرفت تا وزن پلیمر داخل کیسه به ۲۰-۱۰ گرم برسد تا آبگیری مجدد صورت گیرد. این تحقیق تا زمانی که توان جذب آب پلیمر به کمتر از دو برابر وزن پلیمر رسید ادامه یافت.

آزمایش صحرایی به صورت کاملاً تصادفی در قالب طرح آماری کرت‌های خردشده با دو تیمار نوع مادهٔ کاشت (در دو سطح: بذر و نهال بذری) و شیوهٔ ذخیره رطوبت (در پنج سطح: خار و خاشاک و بقایای گیاهی در کف گودال ۶۰ سانتی‌متری، بانکت هلالی برای جمع‌آوری هرزآب سطحی، ورقهٔ پلی‌اتیلنی بر روی گودال و اطراف یقه، استفاده از سوپرجاذب در ترکیب خاک گودال به مقدار ۱۵۰ گرم در هر گودال و تیمار شاهد یا گودال معمولی) اجرا شد. نهال‌ها به فاصلهٔ ۵×۵ متر کاشته شدند و آزمایش در سه تکرار اجرا شد. در پایان طرح، درصد نهال‌های زنده، ارتفاع، قطر ساقه و قطر تاج نهال‌ها اندازه‌گیری و با نرم افزار SAS و SPSS تجزیه‌وتحلیل شد. با توجه به عدم بارندگی در زمان کاشت، به هر گودال ۱۰ لیتر آب داده شد.

نتایج

توان آبگیری پلیمر

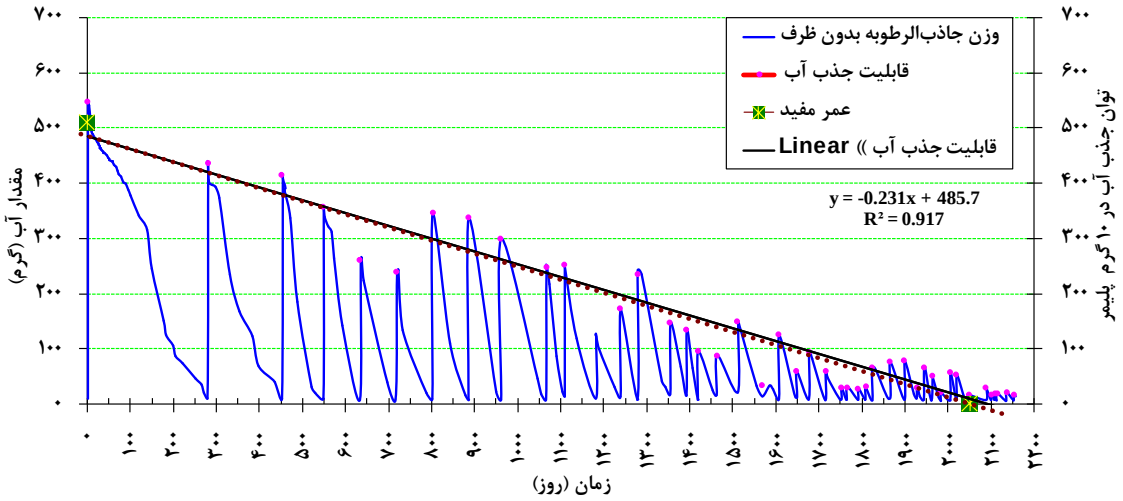
این تحقیق ۲۲۰۰ روز طول کشید، به‌طوری که طی ۴۲ نوبت با خشک شدن پلیمر، دوباره آبگیری در حد اشباع انجام شد و آب اضافی زهکش شد. تغییرات وزن پلیمر با زمان به‌صورت گراف در شکل ۱ نشان داده شده است.

تغییرات منحنی نشان می‌دهد در ابتدای آبگیری، توان جاذب‌رطوبت، بسیار زیاد بود به‌طوری که در نوبت اول بیش از ۶۰ برابر وزنی، قادر به جذب آب بود. این مقدار در نوبت‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب به ۴۰، ۳۷ و ۳۳ و در نوبت پانزدهم به ۱۵ برابر کاهش یافت. مطابق خط رگرسیون رسم‌شده، جاذب‌رطوبت بررسی شده بعد از گذشت ۶ سال، قابلیت جذب آب خود را تا حد صفر، از دست داد. بررسی‌ها نشان داد وزن جاذب‌رطوبت با گذشت زمان کاهش یافت، به‌طوری که در اواخر سال ششم به ۶۷ درصد وزن اولیه رسید.

زنده‌مانی

تجزیهٔ واریانس تیمارهای مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر درصد زنده‌مانی نهال‌های گازرخ (جدول ۱) نشان می‌دهد سطوح مختلف مادهٔ کاشت (نهال، بذر) با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند، اما سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی نگهداری رطوبت در سطح ۱ درصد و اثر متقابل سطوح مختلف مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت در سطح ۵ درصد معنی‌دارند. در بین تیمارهای ذخیرهٔ نزولات، تیمارهای استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت و استفاده از پلاستیک روی سطح خاک، به‌ترتیب با ۲۴ و ۱۴

درصد، بیشترین درصد زنده‌مانی را به خود اختصاص می‌دهند و بین آنها و نیز سایر تیمارهای نگهداری رطوبت، تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) مشاهده می‌شود. اثر متقابل ترکیب‌های تیماری مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر درصد نهال‌های زنده نشان داد بیشترین درصد زنده‌مانی در ترکیب تیمارهای بذر و خاروخاشاک (۲۵/۳ درصد)، نهال و خاروخاشاک (۲۲/۷ درصد)، و نهال و پلاستیک (۱۸/۷ درصد) وجود دارند (شکل ۲).

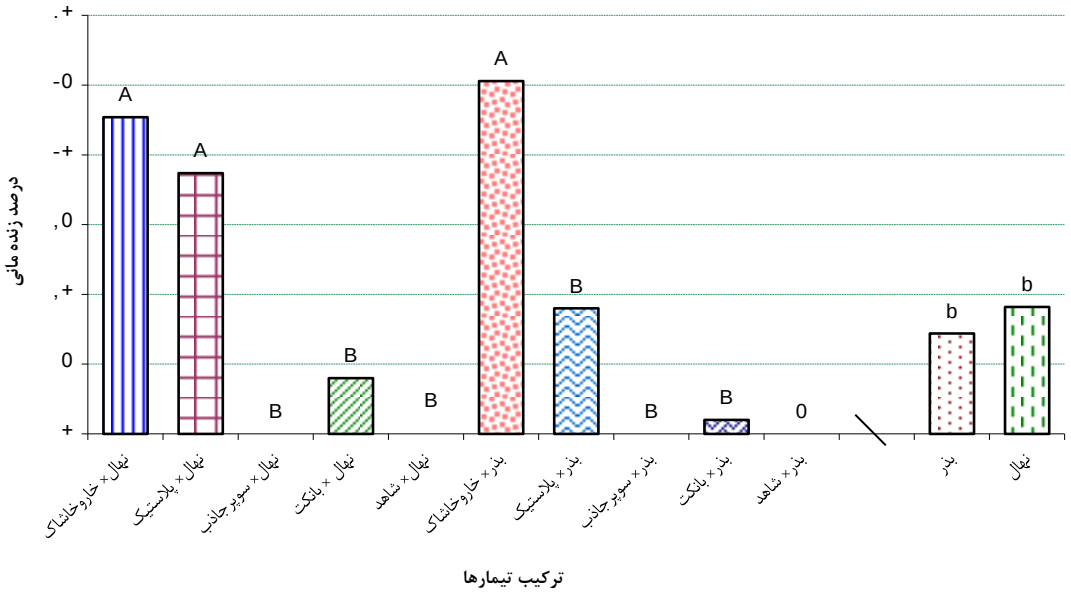


شکل ۱- قابلیت جذب آب پلیمر جاذب‌رطوبت تراکاتم در زمان

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس اثر مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت برخصوصیات نهال‌های زندهٔ گازرخ

صفات	منبع تغییر	df	MS	F
زنده‌مانی	مادهٔ کاشت A	۱	۶۵۳/۳	۰/۹۸۸ ns
	نگهداری رطوبت B	۴	۱۶۸۱۳/۳	۲۵/۴۲۶ **
	اثر متقابل AB	۴	۷۸۶/۷	۱/۱۹۰ *
ارتفاع نهال	مادهٔ کاشت A	۱	۱۰۴/۵	۴/۱۹۵ *
	نگهداری رطوبت B	۴	۲۵۸/۵	۱۰/۳۷۱ **
	اثر متقابل AB	۴	۸۱/۲	۳/۲۵۸ *
قطر تاج	مادهٔ کاشت A	۱	۳۷/۳	۳/۶۳۵ ns
	نگهداری رطوبت B	۴	۱۰۱/۰	۹/۸۵۴ **
	اثر متقابل AB	۴	۳۵/۷	۳/۴۸۲ *
قطر ساقه	مادهٔ کاشت A	۱	۶/۴	۳/۷۱۵ ns
	نگهداری رطوبت B	۴	۱۷/۱	۹/۹۵۲ **
	اثر متقابل AB	۴	۳/۹	۲/۲۶۸ *

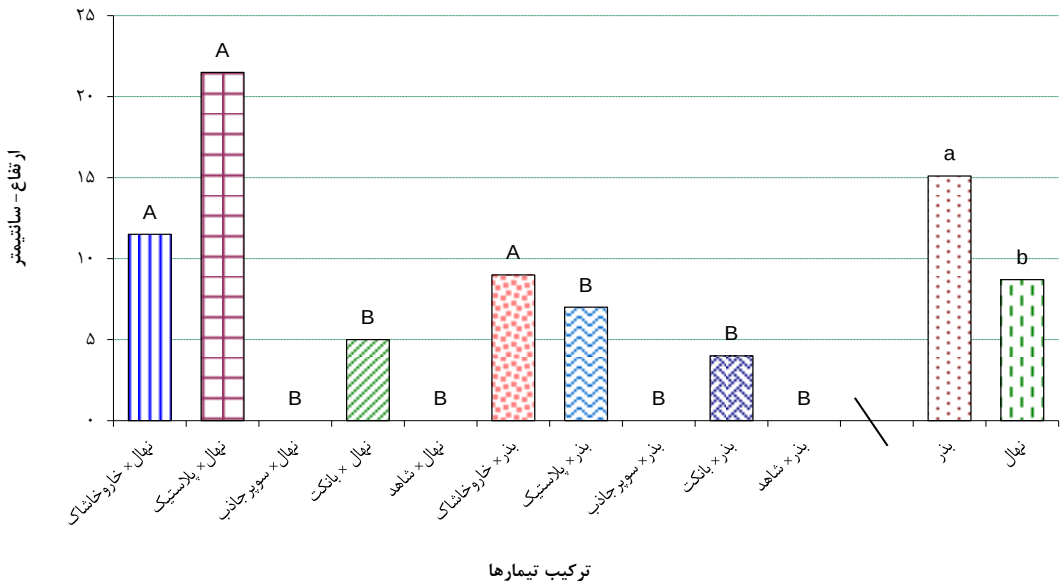
ns غیرمعنی‌دار، **معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *معنی‌دار در سطح ۵ درصد



شکل ۲- مقایسهٔ میانگین درصد نهال‌های زندهٔ گازرخ در تیمارهای مختلف نگهداری رطوبت
(حروف ناهمسان نشانهٔ اختلاف آماری در سطح ۵ درصد بین تیمارها است)

ارتفاع نهال

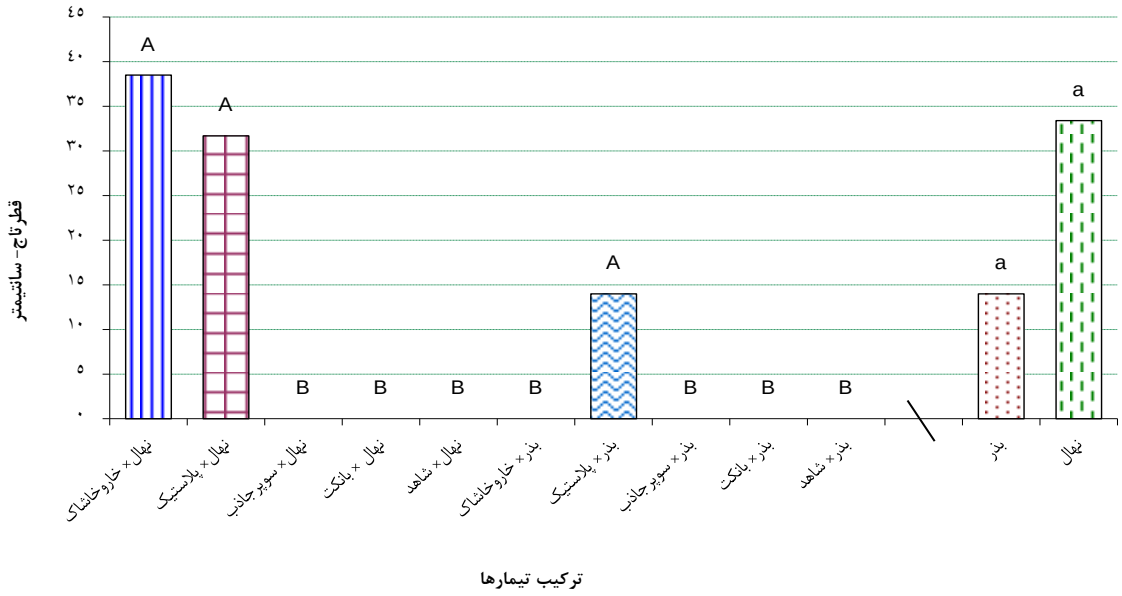
تجزیهٔ واریانس اثر مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر ارتفاع نهال‌های گازرخ (جدول ۱) نشان می‌دهد سطوح مختلف مادهٔ کاشت با همدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته و تیمارهای نگهداری رطوبت با همدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارند. اثر متقابل سطوح مختلف ماده کاشت و نگهداری رطوبت نیز با همدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان می‌دهند (جدول ۱). بررسی مقایسهٔ میانگین ارتفاع نهال‌های گازرخ در تیمارهای مختلف ماده کاشت نشان می‌دهد ارتفاع تیمار نهال‌های گلدانی (۱۵/۱ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری بیشتر از ارتفاع نهال‌های حاصل از کاشت مستقیم بذر (۸/۷ سانتی متر) در سطح ۵ درصد است. در بین تیمارهای ذخیرهٔ نزولات، تیمارهای استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک و استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت، به ترتیب با ۱۶/۹ و ۱۰/۴ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند و با سایر تیمارهای نگهداری رطوبت تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) نشان می‌دهند. تیمارهای استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک و استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت با همدیگر اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهند. اثر متقابل ترکیب‌های تیماری ماده کاشت و نگهداری رطوبت بر ارتفاع نهال‌های گازرخ نشان می‌دهد بیشترین ارتفاع نهال‌ها در ترکیب‌های تیماری نهال و پلاستیک (۲۱/۷ سانتی متر)، نهال و خاروخاشاک (۱۱/۵ سانتی‌متر) و بذر و خاروخاشاک (۹/۴ سانتی‌متر) به‌دست آمده‌اند. این ترکیب‌های تیماری تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) با سایر ترکیب‌های تیماری نشان دادند، ولی با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۳، چپ).



شکل ۳- مقایسهٔ میانگین ارتفاع نهال‌های گازرخ در تیمارهای مختلف ماده کاشت
(حروف نامشابه نشانه اختلاف آماری در سطح ۵ درصد بین تیمارها می‌باشد)

قطر تاج

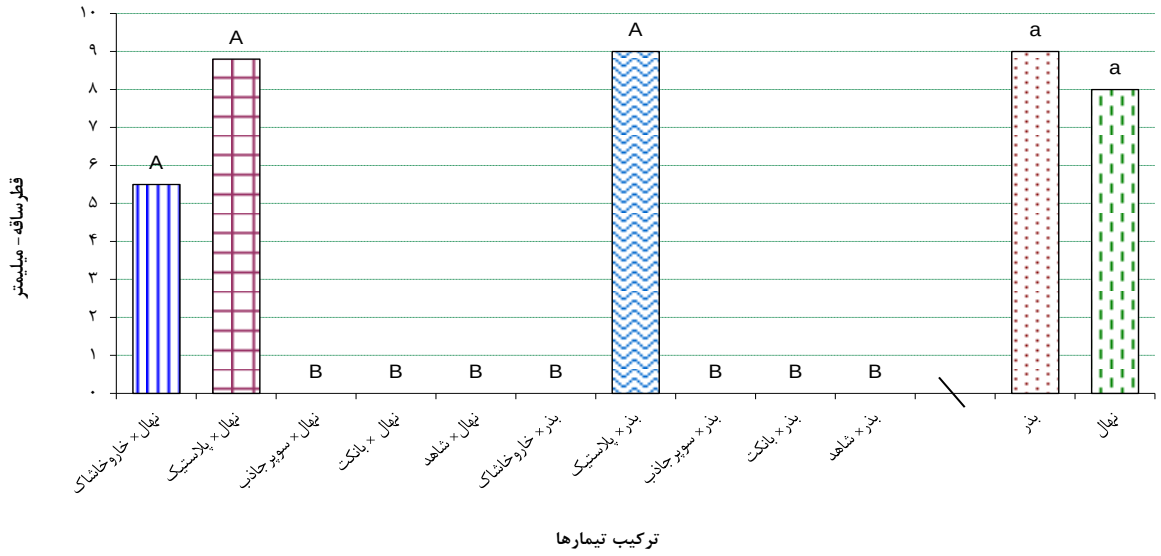
تجزیهٔ واریانس اثر مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر قطر تاج نهال‌ها نشان می‌دهد سطوح مختلف مادهٔ کاشت (نهال، بذر) با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند، اما سطوح مختلف نگهداری رطوبت با همدیگر در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دارند. اثر متقابل سطوح مختلف مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت نیز با همدیگر اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان می‌دهند (جدول ۱). با بررسی مقایسهٔ میانگین قطر تاج نهال‌ها در تیمارهای مختلف مادهٔ کاشت متوجه می‌شویم که هر چند قطر تاج نهال‌های گازرخ در کاشت نهال (۳۳/۴ سانتی متر) بهتر از کاشت مسقیم بذر(۱۴/۰ سانتی متر) است، از نظر آماری سطوح مختلف مادهٔ کاشت با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل۴- راست). در بین تیمارهای ذخیرهٔ نزولات، تیمارهای استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت و استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک، به‌ترتیب با ۳۸/۵ و ۲۹/۱ سانتی متر، بیشترین قطر تاج را به خود اختصاص دادند و با سایر تیمارهای نگهداری رطوبت تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان می‌دهند. تیمارهای استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت و استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک با همدیگر اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهند. اثر متقابل ترکیب‌های تیماری مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر قطر تاج نهال‌های گازرخ نشان می‌دهد بیشترین قطر تاج در ترکیب‌های تیماری نهال و خاروخاشاک (۳۸/۵ سانتی‌متر)، نهال و پلاستیک (۳۱/۷ سانتی متر) و بذر و پلاستیک (۱۴/۰ سانتی‌متر) به‌دست آمده است. این ترکیب‌های تیماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با سایر ترکیب‌های تیماری نشان دادند، ولی با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل۴، چپ).



شکل۴- اثر متقابل تیمارهای مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر قطر تاج نهال‌های گازرخ
(حروف ناهمسان نشانهٔ اختلاف آماری در سطح ۵ درصد بین تیمارها است)

قطر ساقه

جدول تجزیهٔ واریانس بر روی قطر ساقهٔ نهال‌های گازرخ نشان می‌دهد بین تیمارهای آزمایشی مادهٔ کاشت، تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، اما بین سطوح مختلف ذخیرهٔ نزولات (خاروخاشاک، پلاستیک، سوپر جاذب، بانکت هلالی و شاهد) تفاوت شدید بوده به‌طوری که از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌داری است. اثر متقابل سطوح مختلف مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت نیز با همدیگر در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دارند. بررسی مقایسهٔ میانگین قطر ساقهٔ نهال‌ها، نشان از برتری قطر ساقهٔ نهال‌های گازرخ در کاشت مستقیم بذر (۹ میلی‌متر) نسبت به کاشت نهال گلدانی (۸ میلی‌متر) دارد، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست (شکل ۵، راست). در بین تیمارهای ذخیرهٔ نزولات، تیمارهای استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک و استفاده از خاروخاشاک به‌ترتیب با ۸/۹ و ۵/۵ میلی‌متر، بیشترین قطر ساقه را به خود اختصاص دادند و با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. تیمارهای استفاده از پلاستیک بر روی سطح خاک و استفاده از خاروخاشاک در ته چاله‌های کاشت با همدیگر اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهند. اثر متقابل ترکیب‌های تیماری مادهٔ کاشت و نگهداری رطوبت بر قطر ساقهٔ نهال‌های گازرخ نشان می‌دهد بیشترین قطر ساقه در ترکیب‌های تیماری بذر و پلاستیک (۹/۰ میلی‌متر)، نهال و پلاستیک (۸/۸ میلی‌متر) و نهال و خار و خاشاک (۵/۵ میلی‌متر) مشاهده می‌شود. این ترکیب‌های تیماری تفاوت معنی‌داری با دیگر ترکیب‌های تیماری در سطح ۵ درصد داشتند، ولی با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۵، چپ).



شکل ۵- اثر متقابل تیمارهای ماده کاشت و نگهداری رطوبت بر قطر ساقه نهال‌های گازرخ
(حروف نامشابه نشانه اختلاف آماری در سطح ۵ درصد بین تیمارها می‌باشد)

بحث

نتایج بررسی آزمایشگاهی نشان داد که پلیمر جاذب‌رطوبت تراکاتم در ابتدا دارای توان جذب آب زیاد به میزان ۶۰ برابر وزن خود است و ۹ ماه قادر است این رطوبت را در خود نگه دارد. با گذشت زمان قدرت آبگیری و مدت زمان نگهداری آب کاهش می‌یابد؛ به‌طوری که در نوبت چهاردهم آبگیری که بعد از سه سال انجام گرفت، ظرفیت آبگیری به ۲۵ برابر و دوام نگهداری آب به ۷۴ روز تقلیل یافت. محاسبات نشان می‌دهد خاصیت آبگیری و توان نگهداری آب در این نوع پلیمر بعد از مدت ۲۲۰۰ روز به‌طور کامل از بین می‌رود. این بررسی، مؤید نتایجی است که بانج شفیعی و همکاران (۱۳۸۵) به آن اشاره کردند. این در شرایطی است که درختان و درختچه‌های استفاده‌شده در جنگلکاری دیم، در سن ۶-۵ سالگی در حال گسترش تاج و اندام هوایی خود هستند و نیاز آبی آنها نسبت به سال‌های اولیه افزایش می‌یابد؛ اما به یکباره با تنش خشکی شدید مواجه خواهند شد و از بین خواهند رفت. نتایج حاکی از آن است که تیمار پلیمر جاذب‌رطوبت در هیچ یک از تیمارهای بذری و نهال گلدانی، قابلیت رقابت با روش‌های خاروخاشاک در کف گودال عمیق، ورقهٔ پلی‌اتیلنی در سطح گودال و حتی بانکت هلالی را ندارد و فقط با تیمار تشتک در یک سطح قرار دارد. نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های زنگویی‌نسب و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر تاثیر مثبت سوپرجاذب بر شاخص‌های رشد گیاهان آتریپلکس و تاغ مغایرت دارد که علت آن ممکن است تفاوت نوع مادهٔ جاذب‌رطوبت، خصوصیات خاک، شرایط نگهداری و آبیاری تیمارها باشد. به‌علاوه این نتایج، با یافته‌های Shahriarie *et al.* (2011) مبنی بر تأثیر مثبت پلیمر بر گونهٔ دائمی قره‌داغ نیز مغایرت دارد که علت

آن تحقیق روی درختچهٔ چندساله و استقراریافتهٔ گیاه قره‌داغ است که با شرایط تحقیقاتی حاضرکه تأثیر جاذب‌رطوبت در مراحل اولیهٔ استقرار نهال در طبیعت بررسی شد، تفاوت دارد.

مشاهدات میدانی نشان می‌دهند در اراضی‌ای که بافت خاک سنگین و ذرات رس در ترکیب خاک به‌نسبت زیاد است، افزودن پلیمر نه‌تنها عملکرد مثبتی از نظر زنده‌مانی و رشد رویشی نهال‌ها ندارد، بلکه با متورم کردن خاک و بالا آمدن تودهٔ خاک اطراف ریشه، سبب پارگی ریشه‌های فرعی و مویین و قرار گرفتن ریشه‌ها در معرض هوا و افزایش تبخیر، در زمان خشک شدن و شکاف برداشتن خاک می‌شود که در ابتدا باعث بروز تنش خشکی در گیاه و در ادامه سبب خشک شدن نهال‌ها می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که تیمار ورقهٔ پلی‌اتیلنی به‌دلیل ممانعت از تبخیر رطوبت ذخیره‌شده در گودال، بیشترین تأثیر را بر رشد ارتفاعی گازرخ دارد که مشابه نتایج تحقیقات اسلامی و فرزام‌نیا (۱۳۸۸) در مورد مقایسهٔ انواع مالچ‌ها و حفظ طولانی مدت‌تر رطوبت خاک توسط پوشش پلاستیکی و بررسی منظمی و همکاران (۱۳۸۹)، درکاربرد مالچ پلاستیکی در جنگلکاری تاغ و تقلیل نوبت آبیاری و همچنین تحقیقات Opara *et al.* (1992) مبنی بر تأثیر بیشتر تیمار پوشش پلاستیکی در حفظ رطوبت خاک در مقایسه با مواد است. نادری و واشقانی (۱۳۸۵) اعمال بار و فشار را که به عمق و نوع خاک بستگی دارد، موجب کاهش بازده هیدروژل‌ها در جذب آب دانسته و بهترین اسیدیته برای عملکرد خوب هیدروژل‌ها را محدودهٔ خنثی بیان کرد. به‌نظر می‌رسد زیاد بودن درصد رس در ترکیب خاک و قلیایی بودن زیاد خاک (۸/۴-۸/۲) از دیگر عوامل عدم موفقیت پلیمر جاذب‌رطوبت تراکاتم در این تحقیق باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق استفاده از جاذب‌رطوبت تراکاتم در جنگلکاری‌های دیم گونهٔ گزروغن در ناحیه جنوب‌شرق ایران توصیه نمی‌شود و بهره‌گیری از دیگر روش‌های حفظ رطوبت مانند ورقه‌های پلاستیکی و تیمار بقایای گیاهی و خاروخاشاک در کف گودال‌های عمیق دراین خصوص کارسازتر است.

منابع

اسلامی، امیر و مسعود فرزام‌نیا، ۱۳۸۸. اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته، مجلهٔ آبیاری و زهکشی ایران، ۲: ۷۹-۸۷.

بانج‌شفیعی، شهرام و اسماعیل رهبر، ۱۳۸۲. تأثیر پلیمر بر پدیده‌های رویشی و موفقیت پانیکوم، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۰: ۱۱۱-۱۲۹.

بانج‌شفیعی، شهرام، اسماعیل رهبر و فرهاد خاکساریان، ۱۳۸۵. اثر نوعی پلیمر آبدوست بر ویژگی‌های رطوبتی خاک‌های شنی، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳ (۲): ۱۳۹-۱۴۴.

بانج‌شفیعی، عباس، جواد اسحاقی‌راد، احمد علیجانپور و مجید پاتو، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر کاربرد سوپرجاذب و دورهٔ آبیاری بر رشد نهالهای بنه (*Pistacia atlantica*) (مطالعهٔ موردی: نهالستان دکتر جوانشیر، پیرانشهر)، مجلهٔ جنگل ایران، ۴ (۲): ۱۰۱-۱۱۲.

راد، محمدهادی، ۱۳۷۸. تاثیر مواد پوشانندهٔ خاک (مالچ) بر استقرار و رشد رویشی تاغ، مجموعه مقالات هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۰-۱۲ اسفند ماه: ۴۶۰-۴۶۹.

زنگوی‌نسب، شیما، حجت امامی، علیرضا آستارایی و علیرضا یاری، ۱۳۹۱الف. تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب و دور آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و شاخص‌های رشدی گیاه آتریپلکس، مجلهٔ پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶ (۲): ۲۱۱-۲۲۳.

زنگویی‌نسب، شیما، حجت امامی، علیرضا آستارایی و علیرضا یاری، ۱۳۹۱ب. اثرات هیدروژل استاکوزرب و آبیاری بر رشد و استقرار نهال تاغ، اولین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه، ۹-۱۰ خرداد ۱۳۹۱، کرج، مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب، ۶ ص.

منظمی، معصومه، سید رضا تربتی و جواد جورابلو، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر مالچ‌های پلاستیکی بر کاهش تبخیر و تعرق در اجرای پروژه نهالکاری، دومین کنفرانس فرسایش بادی در ایران ، یزد، ۲۷-۲۸ بهمن ماه: ۴ ص.

نادری، فهیمه و ابراهیم واشقانی فراهانی، ۱۳۸۵. حفظ رطوبت خاک با استفاده از پلیمرهای جاذب آب (هیدروژل)، مجلهٔ علوم خاک و آب، ۲۰ (۱): ۶۴-۷۲.

Abdulrahman, I., A.I. Al-Humaid, and E.M. Ansary, 2007. Effects of Hydrophilic Polymer on the Survival of buttonwood seedlings grown under drought stress, *Journal of Plant Nutrition*, 30(1): 53–66.

Aggarwal, P., S. P. Bhardmaj, and A.K. Khullar, 1992. Appropriate tillage systems for rain feed wheat in Doon valley, *Annals of Agricultural Research*, 13: 116- 173

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 bio resource and agricultural engineering department, California Polytechnic State University, 478 pp.

Jalota, S.K., 1993. Evaporation through a soil mulch in relation to characteristics and evaporativity, *Australian Journal Soil Research*, 31: 131-6.

Maurya, P.R., and R. Lal, 1981. Effects of different mulch materials on soil properties and the root growth and yield of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna unguiculata*), *Field Crops Research*, 4: 33-45.

Opara, O., O. Salau, and R. Swennen, 1992. Response of plantain to mulch on a tropical ultisol: Part II. Effect of different mulching materials on soil hydrological properties, *International Agrophysics*, 6: 3-4.

Pawar, H.K., 1990. Use of plastic as a mulch in scheduling of irrigation to ginger in semi-arid climate. Proceeding of the 11the International Congress on the use of Plastics in Agriculture, New Delhi India, 26th February-2nd March 1990.

Shahriari, A.R., S. Noori, J. Abedi Koupai, and F. Asaleh, 2011. Effect of irrigation with treated municipal waste water on yield of *Nitraria schoberi* under greenhouse conditions, *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 3: 13-22.

Silberbush, M., E. Adar, and Y. De Malach, 1993. Use of a hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes II. Cabbage irrigated by sprinkling with different salinities, *Agricultural Water Management*, 23: 315-327.

Taylor, K.C., and R.G. Halfacre, 1986. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*, *HortScience*, 21:1159-1161.

Wallace, A., and G.A. Wallace, 1990. Soil and crop improvement with water-soluble polymers, *Soil Technology*, 3:1-8.

Efficiency of TerraCottem hydrophilic polymer in rain-fed afforestations

H. Keneshloo[1*], and G.R. Damizadeh[2]

[1] Assistant Prof., Forest Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, I. R. Iran
[2] Research Instructors, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Hormozgan, I. R. Iran

(Received: 18 July 2013, Accepted: 25 July 2015)

Abstract

Drought is an important problem in habitat restoration and afforestation of woodlands in arid and hot regions. To overcome this problem and achieve a proper and an easy method to store moisture in the soil, one of hydrophilic polymer called "TerraCottem" was compared with other methods of water conservation. In this research, potential of polymer in water holding and absorption and their effects on survival and growth characteristics of *Moringa peregrina* were studied. In order to investigate the effect of moisture conservation methods on *M. peregrina* planting, a trial conducted as split-plot design with three replicates in which main plots consisted of: seed and pot seedling and sub/plots consisted of five conservation methods (straw and dried residual at the bottom of planting dig, tourkinest, plastic film, polymer materials mixed with soil and ditch) at Bashagard region in 2008 for four years. The results showed that absorption and water-holding capacity decreased with time by the polymers, so that after 2200 days reduced to zero. The results indicated that there were significant differences between the moisture conservation methods with respect to *Moringa* mortality. The highest survival belonged to dried residual and plastic film treatments 24% and 14%, respectively. The lowest survival belonged to polymer material and ditch treatments. There were significant differences between the storage systems in respect to *M. peregrina* growth characteristics: total height, stem diameter and canopy cover ($p<0.01$) and dry residual, tourkinest and plastic film treatments had the greatest performance whereas polymer and ditch showed lowest performance. Therefore, with reducing the polymer's ability for absorbing and holding water in long term, application of polymer in rain-fed plantations in hot and dry regions with medium to heavy textured soils and alkaline is not recommended.

Keywords: Moisture conservation, *Moringa peregrina*, Polymer TerraCottem, Rain-fed, Warm and dry region.

[*] Corresponding author Tel: +989124547716 Email: hkeneshlo@yahoo.com