بررسی تأثیر کاربرد پلیمر آکوازورب بر آبیاری نهالهای کاج (*Pinus eldarica*)، زیتون (*Olea europea*) و آتریپلکس (*Atriplex canescens*)

عباس پورمیدانی[۱] و حسین خاکدامن[۱]

چکیده

این تحقیق در سالهای ۱۳۸۱-۱۳۸۰ به منظور بررسی تأثیر کاربرد پلیمر آکوازورب بر آبیاری نهالهای مختلف در ایستگاه تثبیت شن حسین‌آباد شهرستان قم، در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی (RCBD) و به صورت فاکتوریل در سه تکرار و با فواصل کاشت چهار متر اجرا گردید. عامل اول شامل نهالهای کاج (*Pinus eldarica*)، زیتون (*Olea europea*) و آتریپلکس (*Atriplex canescens*) بود. عامل دوم شامل سطوح صفر، یک و دو پلیمر آکوازورب (به ترتیب صفر، دو و چهار درصد وزنی خاک اطراف نهالها تا عمق ۵۰ سانتیمتری و فاصله آبیاری سه برابر نرمال) و شاهد با آبیاری نرمال بود. متغیرها و صفات درصد رطوبت خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری قبل و بعد از آبیاری، قدرت بقا و شادابی نهالها در سه مرحله رویشی یک، سه و شش ماه پس از کاشت در کلیه نهالها اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین سطوح مختلف عامل اول به روش دانکن نشان داد که میان گونه‌های تحت بررسی از نظر قدرت بقا و شادابی نهالها در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. آتریپلکس، زیتون و کاج به ترتیب بیشترین نمره زنده‌مانی نهالها را در شش ماه پس از کاشت داشتند. همچنین میان سطوح مختلف کاربرد پلیمر در کلیه صفات به جز نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق ۵۰ سانتیمتری، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده گردید. کاربرد سطوح مختلف پلیمر تأثیر متفاوتی بر صفات تحت بررسی داشت. در کلیه صفات، سطح صفر پلیمر و شاهد (با آبیاری نرمال) در گروههای مجزا قرار گرفتند. سطح دو پلیمر بیشتر با تیمار شاهد در یک گروه قرار داشت. بنابراین استفاده از پلیمرهای مذکور را می‌توان به جای آبیاری نرمال در دوره استقرار اولیه نهالها توصیه نمود. همچنین سطوح یک و دو پلیمر از نظر کلیه صفات تحت بررسی در یک گروه قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، بنابراین استفاده از سطح یک پلیمر دارای صرفه اقتصادی بیشتری خواهد بود. به طور کلی استفاده از پلیمر را در زمان کاشت نهال گونه‌های مذکور، به منظور کاهش میزان و تعداد آبیاری، با حفظ زنده‌مانی آنها می‌توان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آکوازورب، آبیاری، پلیمر، کاج، زیتون و آتریپلکس

۱- اعضاء هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم.
پست الکترونیکی: pourmeidani2003@ yahoo.com
تاریخ دریافت: ۸۳/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۳/۱۲/۱۱

مقدمه

آب در مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان بزرگترین عامل محدود کننده در اجرای عملیات بیولوژیکی و درختکاری محسوب می‌گردد. تأمین آب در این مناطق معمولاً بسیار پرهزینه و مقدار آن نیز محدود می‌باشد. این مشکل در ماههای گرم سال و دوره کاشت و استقرار نهالها بیشتر مشهود است. علاوه بر تحقیقات وسیعی که در دنیا جهت شناخت عوامل ژنتیکی و فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در گیاهان انجام می‌شود، امروزه تحقیق در خصوص استفاده از مواد پلیمری که دارای قابلیت و ظرفیت بالای نگهداری آب بوده و با کاهش میزان تبخیر، و نفوذ آب آبیاری به اعماق خاک، میزان آب در دسترس گیاه را افزایش می‌دهند نیز اهمیت ویژه‌ای دارد.

Huttermann و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که با افزودن مواد پلیمری به خاک، رشد گیاه فزونی می‌یابد. پلیمر آبدوست مورد استفاده در این تحقیق با نام تجاری Stockosorb به وسیله شرکت Stockhausen در آلمان تولید می‌شود. این ماده می‌تواند به ازاء هر گرم تا میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر آب قابل استفاده گیاه را به خود جذب کند. نکته قابل توجه این است که آبگیری این نوع پلیمر و تشکیل ترکیب لرزانک (jelly) مانند از مخلوط پلیمر و ذرات خاک، مانع تهویه خاک و تنفس بذر و یا ریشه نمی‌شود. در شرایط یکسان، چنانچه فقط تهویه خاک و تنفس ریشه مختل شود، جذب فعال به وسیله گیاه و رشد آن مختل می‌گردد (Amberger، ۱۹۹٦). در تحقیقی دیگر با همین نوع پلیمر برای درختکاری در آفریقای جنوبی ملاحظه شد که خشکیدگی درختان در اثر کم آبی تا حدود ۹۲ الی ۹۵ درصد کاهش می‌یابد (.Anon، ۱۹۹۸).

Dehgan و همکاران (۱۹۹٤) با آزمون پلیمر مذکور در چهارسطح ۰، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد حجمی برای کشت گونه‌ای از جنس .*Photinia* sp بیشترین میزان ماده خشک را در ریشه و اندامهای هوایی از سطح مصرف ۰/۷۵ درصد بدست آورد. مصرف همین نوع پلیمر در سه سطح ۰/۲، ۰/٤ و۰/٦ درصد حجمی در نهالهای پده (*Populus euphratica*) نشان داد که با کاهش آبیاری، نهالهای کشت شده در سطوح

مصرف کم و متوسط بسیار زودتر دچار کاهش رشد و دیگر عوارض خشکی می‌شوند (Huttermann و همکاران، ۱۹۹۷). در تحقیقی دیگر از همین مؤلفان در مورد رویش بذر کاج حلب (*Pinus halepensis*) ملاحظه شد که هرچه سطح مصرف پلیمر در دامنه ۰/٤–۰ درصد افزایش یابد، موفقیت کاشت افزایش یافته و در سطح مصرف ۰/٤ درصد تمامی بذرها می‌رویند. در حالی که در تیمار شاهد (بدون پلیمر) تنها ۳۸ درصد بذرها رویدند (Huttermann و همکاران، ۱۹۹۹).

AL-Yazidi (۲۰۰۰) نشان داد که پلیمر آبدوست Akva-Gran از جنس پلی اکریل آمید برای شرایط خشک و بیابانی مناسب است. وی به این نتیجه رسید که زمانی که دانه‌های پلیمر اشباع شده باشند، به یک هیدروژل تبدیل شده و به طور فعال جذب اجزاء خاک سطحی می‌شوند. بدین ترتیب اندازه دانه‌ها افزایش و هوادهی و ثبات آب موجود در توده خاک بهبود می‌یابد، و میزان مصرف آب در زمینهای زراعی حدود ٤۰٪–۲۰٪ کاهش پیدا می‌کند. همچنین سرعت جوانه‌زنی و رشد محصولات افزایش خواهد یافت. وی متذکر شد که در استفاده از افزودنیهای نگهدارنده آب مانند Akva-Gran یا ذرات ریز پلیمر Aquastor باید دقت و مراقبت لازم بعمل آید. دانه‌های Aquastor بایستی درعمق۱۰–۵ سانتیمتری به خاک اضافه شوند. در نتیجه رطوبت را به سرعت از خاک جذب کرده و حجم توده آنها تا حدود ۵۰۰ برابر افزایش می‌یابد.

در سال ۱۹۸۷ میلادی در دانشگاه کوچی ژاپن با کاربرد ماده اصلاحی با نام ایگتا در خاک، وزن ماده خشک و ریشه گیاه گوجه فرنگی افزایش نشان داد. همچنین زمان گلدهی گیاه ۸ روز و اولین برداشت میوه ۲۸ روز زودتر از حالت طبیعی آغاز گردید. نتایج نشان داد که خاکهای درشت بافت بر اثرآبگیری ۵۰–٤۰ و خاکهای ریز بافت ۷۰–٤۰ درصد افزایش حجم نشان می‌دهد (.Anon، ۱۹۸۹). این تحقیق با هدف معرفی مواد پلیمری به‌منظور کاهش آب مصرفی جهت آبیاری، کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم استقرار نهالها و نیز معرفی میزان مناسب استفاده از پلیمر برای نهالهای مختلف انجام گردید.

مواد و روشها

پلیمر آکوازورب یک کوپلیمر پلی آکریل آمید است که آب را در خود ذخیره می‌کند. عمل آنرا می‌توان با یک اسفنج مقایسه کرد، با این تفاوت که اسفنج با آب یا بدون آب حجم خود را حفظ می‌کند، ولی آکوازورب قابلیت انبساط و انقباض در زمان جذب و دفع آب داشته و ظرفیت جذب آب در آن به کیفیت آب بستگی دارد. این پلیمر در تماس با آب مقطر تقریباً معادل ۵۰۰ برابر وزنش آب جذب می‌کند. با افزایش میزان نمک در آب مقدار جذب کاهش یافته و برای مصارف کشاورزی یک گرم آکوازورب قادر به جذب ۲۰۰ میلی‌لیتر آب می‌باشد. در شرایط هوازی امکان فساد آن بسیار کم است و پلیمر می‌تواند به نحو مطلوبی برای حداقل پنج سال کارایی داشته باشد. در شرایط غیرهوازی پلیمر توسط یونهای آهن دو ظرفیتی (Fe^{+2}) شکسته می‌شود (بی‌نام، ۱۳٦۸).

محل اجرای طرح، ایستگاه تثبیت شن حسین‌آباد قم با خاک شن ـ لومی، Ec ٦/۲ میلی‌موس بر سانتیمتر، pH خاک برابر با۸/۱ و pH آب آبیاری ۷/٤ بود. متوسط بارندگی در منطقه ۱۲٦ میلیمتر در سال، حرارت مطلق سردترین ماه سال c °۱۱– و حداکثر ثبت شده c °٤٥/٦ می‌باشد. براساس طبقه‌بندی کوپن منطقه دارای تیپ اقلیمی Bwhs که معرف اقلیم خشک بیابانی با میانگین دمای سالیانه بیشتر از ۱۸ درجه سانتیگراد می‌باشد.

به منظور بررسی تأثیرسطوح مختلف پلیمر آکوازورب بر میزان و تعداد آبیاری نهالهای مختلف و جهت کنترل خطای ناشی از غیر یکنواختی عرصه آزمایشی به دلیل وسیع بودن آن، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی (RCBD)، به صورت فاکتوریل در سه تکرار (حداقل تکرار لازم جهت انجام تجزیه‌های آماری) و فواصل کاشت چهار متر و ۹ نهال در هر تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل نهالهای کاج (*Pinus eldarica*)، زیتون (*Olea europea*) و آتریپلکس (*Atriplex canescens*) بود.

عامل دوم شامل سطوح صفر، یک و دو پلیمر آکوازورب (به ترتیب صفر، دو و چهار درصد وزنی خاک اطراف نهالها تا عمق ۵۰ سانتیمتری و فاصله آبیاری سه برابر نرمال) و شاهد با آبیاری نرمال بود. پس از آماده‌سازی زمین در اواسط اسفند ماه، گودالهایی به شعاع ۰/۵ متر تهیه و بعد ردیفهای مربوط به تیمارهای سطوح یک (دو درصد وزنی خاک) و دو پلیمر (چهار درصد وزنی خاک)، در هر تکرار مشخص و خاک کف گودال تا عمق ۰/۵ متر با پلیمر مخلوط گردید (جدول شماره ۱). در این تحقیق از نهالهای یکساله استفاده گردید، بنابراین با توجه به عمق نفوذ ریشه آنها، عمق ۰/۵ متر جهت مخلوط کردن پلیمر با خاک و بررسی تأثیر کاربرد آن کافی به نظر رسید.

در زمان کاشت نهالها و به منظور اندازه‌گیری سریع و دقیق درصد رطوبت خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری، از بلوکهای گچی استفاده شد. درصد رطوبت خاک در دو عمق مذکور یکروز قبل از آبیاری و نیز یک هفته بعد از آن، در کلیه تیمارها با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج اندازه‌گیری گردید. انتخاب دو عمق مذکور به دلیل کم بودن عمق نفوذ ریشه نهالهای یکساله و با توجه به عمق خاک حاوی پلیمر بود. مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده بر اساس فرمول کالیبره بلوکهای گچی در خاک اشباع از آب و ضریب همبستگی بدست آمده اصلاح شد. نسبت درصد رطوبت خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری پس از آبیاری به قبل از آن به منظور تعیین میزان تأثیر پلیمر بکار رفته در حفظ رطوبت محاسبه گردید. وضعیت زنده‌مانی نهالها با استفاده از شاخص کیفی (٤-۰) ارزیابی و بعد به منظور افزایش دقت در تجزیه و تحلیل آماری، با فرمول [۲×(۰/۵ + نمره زنده‌مانی)] اصلاح شد. نمرات صفر و ۹ به ترتیب نشان‌دهنده نهال کاملاً خشک و کاملاً شاداب بودند. با توجه به اینکه آبیاری کلیه نهالها در اواخر مهرماه به علت سرد شدن هوای منطقه و عدم نیاز به آبیاری قطع گردید، بنابراین این شاخص در سه نوبت یکماه، سه ماه و شش ماه پس از کاشت نهالها تعیین گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه و تحلیل گردیدند.

جدول شمارهٔ ۱- مشخصات هر یک از سطوح عامل دوم بکار رفته در آزمایش

شمارهٔ سطح	مشخصات تیمار (سطح)
۱	سطح صفر- (بدون کاربرد پلیمر و با آبیاری حداقل)- نهالهای تحت این تیمار در کاج، زیتون و آتریپلکس به ترتیب هر ۳۰،۳۰ و ٦۰ روز یکبار آبیاری گردیدند.
۲	سطح یک پلیمر(۲٪ وزنی خاک)- نهالهای تحت این تیمار در کاج، زیتون و آتریپلکس به ترتیب هر ۳۰،۳۰ و ٦۰ روز یکبار آبیاری گردیدند.
۳	سطح دو پلیمر (٤٪ وزنی خاک)- نهالهای تحت این تیمار در کاج، زیتون و آتریپلکس به ترتیب هر ۳۰، ۳۰ و٦۰ روز یکبار آبیاری گردیدند.
٤	شاهد(با آبیاری نرمال)- نهالهای تحت این تیمار در کاج، زیتون و آتریپلکس به ترتیب هر ۱۰، ۱۰ و ۲۰ روز یکبار آبیاری گردیدند.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول شمارهٔ ۲ آمده است. گونه‌های مختلف از نظر درصد رطوبت خاک در دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری و نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند که نشان دهنده یکسان بودن درصد رطوبت خاک برای هر سه گونه بود. ولی از نظر قدرت بقاء و زنده‌مانی نهالها در طول اجرای طرح با یکدیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری داشتند. این امر نشان‌دهنده واکنش متفاوت گونه‌های مختلف به شرایط آزمایش بود. همچنین اثر متقابل نوع گونه × سطوح پلیمر نیز برای نمره بقا و شادابی نهالها معنی‌دار شد. اثر تکرار برای اکثر صفات تحت مطالعه معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده یکنواختی بستر کاشت و وضعیت هر تیمار در تکرارهای مختلف می‌باشد. ضریب تغییرات (cv%) از ٦/۲٪ برای قدرت بقا و شادابی نهالها سه ماه پس از کاشت تا ۱۵/۸٪ برای نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق۵۰ سانتیمتری در نوسان بود. درکلیه صفات به جز نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق ۵۰ سانتیمتری

(که می‌تواند ناشی از بالا بودن میزان ضریب تغییرات باشد)، بین سطوح مختلف عامل دوم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید که نشان دهنده تأثیر فاحش کاربرد پلیمر بر متغیرهای تحت بررسی است.

به منظور شناخت بهتر وضعیت هر عامل و اثر متقابل آنها، میانگین سطوح مختلف آنها در کلیه صفات تحت بررسی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردید. جدول شمارهٔ ۳ مقایسه میانگین گونه‌های مختلف گیاهی از نظر متغیرهای تحت بررسی را نشان می دهد. از نظر درصد رطوبت خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری قبل از آبیاری و درصد رطوبت خاک در عمق ۵۰ سانتیمتری بعد از آبیاری و قدرت و بقاء و زنده‌مانی نهالها یک ماه پس از کاشت، هر سه گونه در یک گروه قرار گرفتند. در حالی که از نظر نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری کاج و زیتون در یک گروه و آتریپلکس در گروه دوم قرار گرفت. این امر می‌تواند به دلیل بیشتر بودن فاصله آبیاری نهالها در آتریپلکس نسبت به دوگونه دیگر باشد. هر گونه گیاهی از نظر زنده‌مانی نهالها در یک گروه مجزا جای گرفت. به عبارت دیگر تفاوت در زنده‌مانی نهالها میان گونه‌ها زیاد بود. آتریپلکس بیشترین و کاج کمترین نمره شاخص زنده‌مانی را داشتند. با توجه به فواصل بیشتر آبیاری، درصد رطوبت خاک تقریباً در کلیه تیمارها در آتریپلکس کمتر از مقدار مشابه در گونه‌های کاج و زیتون بود. در حالی که شاخص زنده‌مانی درکاج در طول اجرای طرح به شدت کاهش یافت، این شاخص در آتریپلکس کاهش چندانی نداشت.

جدول شمارهٔ ۲- نتایج تجزیه واریانس متغیرهای تحت بررسی در گونه‌های گیاهی و سطوح مختلف پلیمر

متغیرهای تحت بررسی	میانگین مربعات (MS)					ضریب تغییرات (٪CV)
	تکرار df =۲	گونه گیاهی df=۲	سطوح پلیمر df=۳	گونه * پلیمر df=٦	اشتباه df=۲۲	
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۳۷/۵ ns	۲۷/۸ ns	۲۰۲ **	۲۷/۵ ns	۱۵/۹	۱٦
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۹۰/۷ **	۱۷/۲ ns	۱۵٦/۹ **	۵۵/۲ *	۱۵/۱	۱۱/٤
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۵۸/۸ *	٤۷/۷ ns	۸۷۲ **	۵۲ **	۱٤	۹/۷
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۱۳۲ *	۷٦ ns	۷٦۱ **	۵۵/٦ ns	۳۲/۸	۱۱/۹
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق ۲۵ سانتیمتری	۰/۰۸ ns	۰/۱٦ ns	۰/۵۵ **	۰/۱۲ ns	۰/۰۵	۱٤/٤
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن درعمق ۵۰ سانتیمتری	۰/۰۹ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۵	۱۵/۸
قدرت بقا وشادابی نهالها یکماه بعد از کاشت	۰/۱۹ ns	۳/۳۳ **	۲/٤ **	۰/۲۲ ns	۰/٤۵	۹/۲
قدرت بقا وشادابی نهالها سه ماه بعد از کاشت	۰/۰۸ ns	۳۲/٦ **	٤/۸ **	۰/۳۲ *	۰/۱	٦/۲
قدرت بقا وشادابی نهالها شش ماه بعد از کاشت	۰/۱۵ ns	٤۹/٦ **	۸/۵ **	۱/۵ **	۰/۱۳	٦/۹
نسبت زنده‌مانی شش ماه بعد از کاشت به یکماه پس از کاشت	۰/۰۲ *	۰/٦۲ **	۰/۰۹ **	۰/۰۳ **	۰/۰۱	۷/۵

** : در سطح احتمال ۱٪معنی‌دار است.

* : در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است.

ns : در سطح احتمال ۵٪ غیر معنی‌دار است.

جدول شمارهٔ ۳- مقایسه میانگین متغیرهای تحت بررسی در سه گونه کاج، زیتون و آتریپلکس

متغیرها	کاج	زیتون	آتریپلکس
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	^{A}۲۳/۲	^{A}۲۵/۲	^{A}۲۶/۲
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	^{A}۳۵	^{A}۳۳/۶	^{A}۳۳/۷
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	^{AB}۳۷/۸	^{A}۴۰/۸	^{B}۳۷/۱
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	^{A}۴۶/۴	^{A}۵۰/۹	^{A}۴۶/۷
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن درعمق ۲۵ سانتیمتری	^{A}۱/۵	^{A}۱/۶	^{A}۱/۴۲
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری بـه قبـل از آن در عمـق ۵۰ سانتیمتری	^{A}۱/۳	^{A}۱/۵	^{A}۱/۴
قدرت بقا و شادابی یکماه بعد از کاشت	^{A}۷/۵	^{A}۷/۱	^{A}۷/۷
قدرت بقا وشادابی سه ماه بعد از کاشت	^{C}۴/۴	^{B}۶/۳	^{A}۷/۷
قدرت بقا وشادابی شش ماه بعد از کاشت	^{C}۳/۲	^{B}۵/۲	^{A}۷/۲
نسبت زنده‌مانی شش ماه بعد از کاشت بـه یکمـاه پـس از کاشت	^{B}۰/۶۳	^{B}۰/۷	^{A}۰/۸

ارقام دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول شمارهٔ ٤ مقایسه میانگین سطوح مختلف کاربرد پلیمر را نشان می‌دهد. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، از نظر کلیه صفات سطح صفر پلیمر و تیمار شاهد (آبیاری نرمال و بدون کاربرد پلیمر)، در گروههای مجزا قرار گرفتند. سطوح یک و دو پلیمر از نظر کلیه صفات به جز درصد رطوبت خاک در عمق ۲۵ سانتیمتری قبل و بعد از آبیاری و نسبت زنده‌مانی نهالها ٦ ماه پس از کاشت به یک ماه پس از آن، در یک گروه قرار گرفتند. بنابراین استفاده از سطح یک پلیمر دارای صرفه اقتصادی بیشتری خواهد بود. همچنین سطح دو پلیمر و تیمار شاهد به جز در متغیرهای نسبت درصد خاک بعد و قبل از آبیاری و نسبت زنده‌مانی ٦ ماه به ۱ ماه پس از کاشت، در یک گروه قرار گرفتند. به عبارت دیگر سطح دو پلیمر علاوه بر اینکه اختلاف معنی‌داری از نظر متغیرهای تحت بررسی با شاهد نداشت، درصد رطوبت خاک بیشتری را نسبت به تیمار شاهد نگه داشته و به تدریج در اختیار گیاه قرار داده و بدین گونه با وجود مصرف کمتر آب نسبت به تیمار شاهد، توانسته است شاخص زنده‌مانی مشابهی داشته باشد. باید توجه نمود که فاصله آبیاری در سطح دو پلیمر دو برابر شاهد بوده است.

جدول شمارهٔ ۵ مقایسه میانگین سطوح مختلف عامل اول در چهار سطح عامل دوم را نشان می‌دهد. استفاده از پلیمر توانست درصد بالایی از آب استفاده شده را در منطقه اطراف ریشه نگه دارد، به طوری که درصد رطوبت خاک در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری در سطوح یک و دو پلیمر در هر سه گونه به صورت مشترک در گروه AB قرار گرفتند. بیشترین زنده‌مانی نهالها در طول اجرای طرح در آتریپلکس مشاهده شد. به طوری که نهالهای آن در سطوح یک و دو پلیمر و شاهد، ششماه پس از کاشت به تنهایی در گروه A قرار گرفتند. تیمار سطح دو پلیمر در زیتون نیز گروه B را تشکیل داد. بنابراین استفاده از سطوح یک و دو پلیمر به ترتیب در آتریپلکس و زیتون قابل توصیه می‌باشد.

جدول شمارهٔ ٤- مقایسه میانگین متغیرهای مختلف در چهار سطح عامل دوم

صفت	سطح صفر پلیمر	سطح یک پلیمر	سطح دو پلیمر	شاهد با آبیاری نرمال
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۱۸/۹ C	۲۳/٤ B	۲۹/٦ A	۲۷/٦ A
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۲۸ B	۳۵ A	۳۷/۵ A	۳۵/۹ A
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۲۵/٦ C	٤۲ B	٤۹/۱ A	۳۹/۸ B
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۳٤/۵ B	۵۳/۵ A	۵٤ A	۵۰/۱ A
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن درعمق ۲۵ سانتیمتری	۱/٦ A	۱/۵ A	۱/٦ A	۱/٤٤ A
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق ۵۰ سانتیمتری	۱/٤ A	۱/۳ A	۱/۵ A	۱/٤ A
قدرت بقا و شادابی یکماه بعد از کاشت	٦/٦ B	۷/۵ A	۷/٤ A	۷/۸ A
قدرت بقا وشادابی سه ماه بعد از کاشت	۵/۲ C	٦/۱ B	٦/٤ AB	۷ A
قدرت بقا وشادابی شش ماه بعد از کاشت	۳/۸ C	۵/۳ B	۵/٦ AB	٦ A
نسبت زنده‌مانی شش ماه بعد از کاشت به یکماه پس از کاشت	۰/٦۳ B	۰/٦۳ B	۰/٦۸ A	۰/۸٦ A

ارقام دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول شمارهٔ ۵- مقایسه میانگین سطوح مختلف عامل اول در چهار سطح عامل دوم

صفات	سطح صفر پلیمر			سطح یک پلیمر			سطح دو پلیمر			شاهد(با آبیاری نرمال)		
	کاج	زیتون	آتریپلکس	کاج	زیتون	آتریپلکس	کاج	زیتون	آتریپلکس	کاج	زیتون	آتریپلکس
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۱۸/٤ E	۲۰/۲ DE	۱۸/۱ E	۲۰/۱ DE	۲٤/۳ BC	۲۵/۷ A-D	۳۱/۹ A	۲۷/۵ ABC	۲۹/۵ ABC	۲۲/۳ CD	۲۸/۹ ABC	۳۱/٤ AB
درصد رطوبت خاک قبل از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۲۷/٤ CD	۳۱/٦ BCD	۲۵/۱ D	۳۸/۳ AB	۳۰/۹ BCD	۳۵/۸ AB	٤۰/٦ A	۳۲/۲ BCD	۳۹/۸ A	۳۳/۷ ABC	۳۹/۷ A	۳٤/۲ ABC
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۲۵ سانتیمتری	۲۵/۹ DE	۲۷/۲ DE	۲۳/۸ E	٤۳/۹ BC	۳۹/۹ C	٤۲/۳ C	۵۰/۵ AB	۵۲/۸ A	٤٤ C	۳۰/۸ D	٤۳/۵ C	۳۸/۳ C
درصد رطوبت خاک بعد از آبیاری در عمق ۵۰ سانتیمتری	۳۱/۷ D	۳٦/۸ CD	۳۵ CD	۵۷/۸ A	۵۱/۲ AB	۵۱/٦ AB	۵۲ AB	۵۹/٦ A	۵۰/۳ AB	٤٤/۲ BC	۵٦ A	٤۹/۹ AB
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن درعمق ۲۵ سانتیمتری	۱/٦ BC	۱/٦ BC	۱/۷ BC	۱/۵ BC	۱/٤ BC	۱/٤ BC	۱/٦ BC	۰/۰۷ D	۰/۰۸ D	۰/۰۷ D	۱/۸ AB	۲/۲ A
نسبت رطوبت خاک بعد از آبیاری به قبل از آن در عمق ۵۰ سانتیمتری	۱/٤ A	۱/۵ A	۱/۵ A	۱/۳ A	۱/٤ A	۱/٤ A	۱/۵ A	۰/۰٦ B	۰/۰۷ B	۰/۰٦ B	۱/۵ A	۱/۵ A
قدرت بقا و شادابی یکماه بعد از کاشت	٦/٦ CD	۵/۹ D	۷/۲ ABC	۸ AB	٦/۹ BCD	۷/۷ ABC	۷/۸ ABC	٦/۷ BCD	۷/٦ ABC	۷/۷ ABC	۷/۳ ABC	۸/۳ A
قدرت بقا وشادابی سه ماه بعد از کاشت	۳/٤	۵ E	۷/۲ BC	٤/۵ F	٦/۳ D	۷/۷ B	٤/٤ F	٦/۸ CD	۷/٦ B	۵/٤ E	۷/۳ BC	۸/۳ A
قدرت بقا وشادابی شش ماه بعد از کاشت	۲/٤	۳ FG	٦ BC	۳/۲ F	۵/۳ D	۷/۷ A	۲/۸ FG	٦/٦ B	۷/۳ A	٤/٤ E	۵/۸ CD	۷/۹ A
نسبت زنده‌مانی شش ماه بعد از کاشت به یکماه پس از کاشت	۰/٦۲ C	۰/٦٤ C	۰/۷ BC	۰/٦۳ C	۰/۸۷ A	۰/۷٤	۰/٦۸ BC	۰/۰۲ E	۰/۰۲ E	۰/۰۲ E	۰/٦٦ BC	۰/٤ D

ارقام دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

در هر سه گونه تیمارهای سطوح یک و دو پلیمر با شاهد (آبیاری نرمال) از نظر اکثر صفات تحت بررسی در یک گروه قرار گرفتند. به عبارت دیگر نهالهای تحت تیمار سطوح یک و دو پلیمر دارای وضعیت مشابهی با نهالهای شاهد بودند. این امر به ویژه در مورد قدرت بقا و شادابی نهالهای هر سه گونه در طی شش ماه اول کاشت مشهود بود. بررسی اثر متقابل سطوح مختلف دو عامل نشان داد که استفاده از سطوح یک و دو پلیمر به ترتیب در آتریپلکس و زیتون قابل توصیه می‌باشد، استنباط حاصل از این وضعیت گویای امکان بکارگیری پلیمر به جای آبیاری نهالها به صورت نرمال می‌باشد. این موضوع می‌تواند در حل معضل تأمین آب مناسب جهت استقرار نهالها در مناطق خشک و نیمه خشک، کمک شایانی نماید.

در سایر آزمایشهای صورت گرفته نیز رفتار یکنواخت و مشابهی از گونه‌های گیاهی در مقابل استفاده از سطوح مختلف پلیمرها مشاهده نگردیده است. Winkelman (۱۹۹٦) گزارش کرد که واکنش گونه *Deutzia scabra* به استفاده از پلیمرهای گروه آکوازورب مطلوب و واکنش برگ نو (*Ligustrum ovalifolium*) ضعیف بود. زنده‌مانی و تعداد برگ در گونه اول در تیمار ۱/۷۵ گرم در لیتر پلیمر با تیمار شاهد (آبیاری نرمال) تفاوت معنی‌داری نداشت، در حالی که در برگ نو استفاده از سطوح مختلف پلیمر باعث کاهش تعداد و سطح برگ و وزن خشک ریشه نسبت به شاهد گردید. Mohammad (۱۹۹۵) اثر مقادیر مختلف پلیمر موسوم به آکازورب را بر روی ۱۰ گونه مختلف درختی بررسی کرد. هر چند تفاوت معنی‌داری بین شاهد و کاربرد پلیمر در گونه‌های مختلف از نظر ارتفاع و زنده‌مانی وجود نداشت، لیکن گونه *Zizyphus mauritiana* و *Acacia nilotica* به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین درصد کاهش ارتفاع و زنده‌مانی نسبت به شاهد بودند.

منابع مورد استفاده

۱- بی نام، ۱۳٦۸. استفاده از پلیمرها در اصلاح خاک و کشاورزی. انتشارات شرکت SNF فرانسه. ترجمه شرکت پارسا. ۳۵ صفحه.

2- Al-Yazidi- K.S., 2000. Increasing the efficiency of agricultural production in areas of risky farming. Mezhdunarodny Journal. 2: 54-56.

3- Amberger, A., 1996. Pflanzenernaehrung. UTB, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

4- Anonymous, 1989. Fertilizers Dep. Sumitomo chemical Co. LTD. 1989. Igeta green-G.Technical information. 1-17.

5- Anonymous, 1998. Polymer gel holds water for tree seedlings. S A forestry, July/August.

6- Dehghan. B.,Yeager.T. H., Almira. F.C.,1994. Photinia and Podocarpus growth response to a hydrophilic polymer-amended medium. Hort. Sci. 29 (6): 641-644.

7- Huttermann. A., Reise, K., Zomorrodi, M., 1997. The use of hydrogels for afforestation of difficult stands: water and salt stress. In: Zhou, H., Weisgerber, H. (eds.), Afforestation in semi-arid regions Datong/Jinshatan, China: 167- 177.

8- Huttermann. A., Zomorrodi, M., Reise. K.,1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil and Tillage Research, 50: 295-304.

9- Mohammad, H. 1995. Use of polymer for dry afforestation in Cholistan. Pakistan Journal of Forestry. 45 (1): 25-28.

10- Winkelman-M., 1996. The effect of hydrophilic polyacrylamide on woody plants under droughted condition. Arboricultural Journal. 20 (4): 387-404.