اثر تنش فشردگی و رطوبت خاک بر رشد و ریشه‌دوانی نهال زیتون در گلخانه*

حسین سردابی[1]

چکیده

هدف از انجام آزمایش بررسی اثرات تنشهای فشردگی و رطوبت خاک بر رشد و ریشه‌دوانی نهالهای زیتون می‌باشد. آزمایش در شرایط محیطی گلخانه‌ای و گلدانی و در قالب روش آماری فاکتوریل و در طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار به اجرا در آمد که تیمارها شامل دو سطح فشردگی خاک (وزن مخصوص ظاهری ۱/۳ و ۱/٦ گرم بر سانتیمتر مکعب) و دو دور آبیاری (سه و شش روزه) بودند. از نهالهای بذری رقم زرد زیتون و خاک لوم شنی رسی برای اجرای آزمایش استفاده شد. در پایان آزمایش صفات کمی نهالها شامل زنده‌مانی، طول یا ارتفاع نهال، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، و طول کلی سیستم ریشه اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط روشهای آماری تجزیه واریانس و آزمون معنی‌دار بودن تفاوت میانگینها و بکارگیری نرم‌افزار SPSS9 انجام شد. داده‌ها نشان می‌دهند که تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کمی نهالها نداشتند و تنها فشردگی خاک دارای اثر معنی‌دار بود. فشردگی خاک برخلاف نتایج اعلام شده توسط سایر محققان، نه تنها اثر منفی نداشت، بلکه موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک و طول کلی ریشه‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: اندام هوایی، تنش رطوبت، خاک، رشد، ریشه، زنده‌مانی، زیتون، فشردگی.

تاریخ دریافت: ۸۳/٤/۹ تاریخ پذیرش: ۸۳/۸/۱۲

* این مقاله از طرح پژوهشی شمارهٔ ۰۵-۱۰۱۲۹۰۰۰-۰۳-۸۱ مصوب مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع استخراج شده است.

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، صندوق پستی ۱۱٦-۱۳۱۸۵.

E-mail: sardabi@rifr-ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

محدودیت رشد ریشه به علت مقاومت مکانیکی خاک، یکی از وسیعترین و جدیترین چالشهای ناشی از فشردگی خاک بر اثر عملیات کشاورزی است (Scott و Erickson، ١٩٦٤، Taylor و همکاران، ١٩٦٦ و ١٩٧٢، Boone وهمکاران، ١٩٧٨). بسیاری از بررسیها نشان داده‌اند که با افزایش مقاومت مکانیکی خاک ناشی از فشردگی لایه‌های آن در مزرعه، عمق و تراکم ریشه‌دوانی کاهش پیدا می‌کند (Phillips و Kirkham، ١٩٦٢، Taylor و Burnett، ١٩٦٣، Trouse، ١٩٦٦، Sheesley و همکاران، ١٩٧٤، Voorhees، ١٩٧٧). در صورتی که درجه فشردگی خاک خیلی زیاد باشد، معمولاً موجب کاهش میزان توسعه ریشه در داخل حجم خاک می‌گردد. به هر حال، ممکن است در حالی که در لایه سطحی خاک انشعاب ریشه زیاد باشد، در قسمت فشرده خاک، توسعه ریشه به شدت محدود باشد (Boone و همکاران، ١٩٨٤). ازدیاد ریشه‌ها در سطح خاک (که به میزان زیاد تحت تأثیر تغییرات میزان رطوبت و دما است) ممکن است باعث کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها گردد (So، ١٩٨٧).

محدودیت رشد ریشه باعث کاهش محصول‌دهی گیاهان می‌گردد. به عنوان مثال پنبه (Taylor و همکاران، ١٩٦٤، Carter و همکاران،١٩٦٥، Lowry و همکاران،١٩٧٠)، ذرت خوشه‌ای (Taylor و همکاران، ١٩٦٤) و سویا (Rogers و Thurlow، ١٩٧٣). در بسیاری از موارد، به ویژه در محیطهای خشک، افزایش استرس رطوبتی گیاه به همراه کاهش رشد ریشه ، به عنوان عوامل عمده محدودیت رشد گیاه محسوب می‌شوند.

به طور کلی ریشه‌ها به هنگام برخورد با لایه‌های فشرده خاک و توقف رشد طولی آنها، اقدام به ایجاد ریشه‌های فرعی می‌نمایند. در واقع ریشه‌ها به جای رشد عمودی و نفوذ به داخل اعماق خاک، با توسعه ریشه‌های فرعی، رشد افقی خواهند نمود. به عبارت دیگر ریشه‌ها به هنگام برخورد به موانعی مانند سنگ، سخت لایه‌ها و لایه‌های فشرده خاک، تغییر مسیر داده و دنبال راههای دیگری جهت نفوذ بهتر و آسانتر به داخل

Archive of SID

www.SID.ir

خاک خواهند بود. بنابراین در صورت وجود ترکها، کانالهای عبور کرمهای خاکی، افقهای سبکتر خاک، کانالهای حاصل از پوسیدگی ریشه‌های قدیمی، کانال مربوط به موجودات خاکزی و غیره، حداکثر استفاده را می‌نمایند (Russell، ۱۹۷۷). به عنوان مثال Sardabi (۱۹۹۷) به منظور آزمایش اثر فشردگی خاکهای جنگلی بر رشد سه گونه جنگلی کاج رادیاتا، اکالیپتوس ویمینالیس و آکاسیای سیاه (*Acacia mearnsii*) در محیط گلخانه (گلدانی)، مشاهده نمود که ریشه تمام گونه‌های جنگلی پس از برخورد با لایه‌های بسیار فشرده، تغییر مسیر داده و در امتداد افقی رشد نموده و پس از خارج شدن از ستون خاک موجود در داخل گلدانهای استوانه‌ای (پولیکا)، در حد فاصل ستون خاک و دیواره گلدان، روی سطح خاک رشد می‌نمایند و گاهی دوباره ریشه‌ها از سطح خاک به داخل ستون خاک نفوذ می‌نمایند. گاهی ریشه‌ها وارد حدفاصل لایه‌های مختلف فشرده خاک موجود در داخل گلدان که چسبندگی ذرات خاک کمتر است، شده‌اند. این امر دلالت براین دارد که اغلب ریشه‌ها خاکهای سبکتر و همراه با تخلخل کافی را ترجیح می‌دهند و در صورت برخورد به موانعی نظیر خاکهای فشرده، مسیرهای راحتر و سهل‌الوصول‌تر را جستجو می‌نمایند. برخی از گونه‌ها مانند اکالیپتوس ویمینالیس دارای توان ضخیم نمودن ریشه‌ها در خاکهای فشرده است تا قدرت کافی جهت شکافتن خاک و نفوذ به اعماق خاک را پیدا نماید. البته ریشه‌ها در خاکهای فشرده اغلب دارای رشد فرعی بیشتری نسبت به رشد طولی هستند و نسبت به شرایط عادی ضخیمتر هستند (Sardabi، ۱۹۹۷).

هدف از انجام آزمایش بررسی اثرتنشهای فشردگی و رطوبت خاک بر رشد و ریشه‌دوانی نهالهای زیتون در محیط گلخانه و گلدان می‌باشد. در صورت محدود شدن رشد ریشه‌ها در این آزمایش، نهالها به عرصه جنگلکاری منتقل خواهند شد تا اثر تنشها، به ویژه فشردگی خاک در استقرار نهالها در شرایط دیم بررسی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

عملیات اجرایی آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۰ شروع گردید. در این مرحله از نهال بذری رقم زرد زیتون برای آزمایش اثر فشردگی خاک بر رشد آن، استفاده شد. نهالها به درون گلدانهای اصلی محتوی خاکهای فشرده منتقل شدند و در داخل گلخانه نگهداری شدند تا به رشد خود ادامه دهند. از لوله‌های پولیکا به طول ٦٥ و قطر ۱۰ سانتیمتر به عنوان گلدان اصلی استفاده شد. چهار تیمار در این مرحله استفاده شد که شامل دو سطح فشردگی خاک شاهد و متوسط (به ترتیب وزن مخصوص ظاهری برابر ۱/۳ و ۱/٦ گرم بر سانتیمتر مکعب) و دو دور آبیاری (سه و شش روزه) بود. آزمایش در قالب روش آماری فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار اجرا شد (شکل شمارهٔ ۱). بنابراین، طرح آماری دارای دو عامل و هر عامل دارای دو سطح (چهار تیمار) می‌باشد و با توجه به سه تکراره بودن آزمایش، واحدهای آزمایش ۱۲ عدد می‌باشند. تعداد نهال گلدانی در هر واحد آزمایشی سه عدد می‌باشد که در کل آزمایش، به ٣٦ عدد می‌رسد. تیمارهای آبیاری از نیمه دوم بهمن ماه آزمایش شدند.

تکرار۱	I_2C_2	I_1C_2	I_1C_1	I_2C_2
تکرار۲	I_2C_1	I_2C_1	I_1C_2	I_1C_2
تکرار۳	I_1C_1	I_2C_1	I_1C_1	I_2C_2

شکل شمارهٔ ۱- طرح آماری مرحله آزمایشی گلدانی در قالب فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی (سطح فشردگی شاهد= C_1، سطح فشردگی متوسط= C_2، دور آبیاری سه روزه= I_1، دور آبیاری شش روزه= I_2)

Archive of SID

www.SID.ir

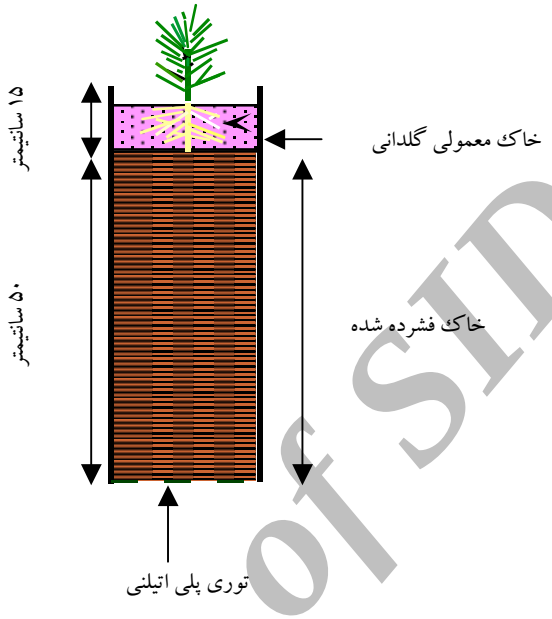
برای فشردن خاکها ابتدا خاک مورد نظر را که در هوای آزاد خشک شده و یکدست و بدون سنگریزه بود، میانگین درصد رطوبت آن را با استفاده از دستگاه اتو (۱۰۵ درجه سانتیگراد) اندازه‌گیری کرده، آنگاه با توجه به میزان ۱۷ درصد رطوبت خاک که برای فشردن خاکها مطلوب است، آب کافی به خاک خشک اضافه نموده و با خاک مخلوط شد. برای پخش یکسان رطوبت در داخل توده خاک مرطوب، خاک را در داخل کیسه پلاستیکی ۵۰ کیلویی دو لایه قرار داده و محکم در آن را بسته و حداقل تا یک هفته نگهداری شد. برای اطمینان از میزان رطوبت خاک در هر کیسه، از هر کدام نمونه کوچکی خارج نموده و درصد رطوبت آن به روش بالا کنترل شد. برای فشرده کردن خاک مرطوب در لوله پولیکا با ارتفاع ۵۰ و قطر ۱۰ سانتیمتر (حجم حدود ۳۶۷۵ سانتیمتر مکعب) و با در نظر گرفتن وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمار فشردگی مورد نظر، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

وزن خاک مرطوب=وزن مخصوص ظاهری خاک خشک× (۱+درصد رطوبت خاک)× حجم گلدان

برای انجام دقیق و یکنواخت عمل فشردگی، لوله از قاعده به بالا به پنج قسمت ۱۰ سانتیمتری تقسیم شده و با ماژیک علامت‌گذاری شدند. آنگاه خاک مورد نظر با توجه به یک پنجم وزن کل، در پنج نوبت فشرده شدند. برای فشردن خاک در هر ۱۰ سانتیمتر ارتفاع لوله، از یک پتک فلزی استوانه‌ای دارای یک دسته بلند فلزی در وسط استفاده شد. سطح بالایی هر لایه فشرده خاک خراش داده شد تا لایه ۱۰ سانتیمتری بعدی به خوبی با لایه ۱۰ سانتیمتری قبلی متصل گردد. قاعده گلدان نیز بوسیله یک لایه پلی اتیلنی دارای چند منفذ (جهت زهکشی) پوشیده شد تا خاک از ته گلدان خارج نگردد (شکل شمارهٔ ۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ۲- شمای نحوه کاشت نهال زیتون درون گلدان پولیکا حاوی خاک فشرده شده

پس از پایان آزمایش در تاریخ ۱۳۸۱/٤/۲٤، صفات کمی اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شدند که شامل ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه‌ها و جمع کل طول ریشه‌ها بود. ارتفاع اندام هوایی توسط خط‌کش تا دقت یک میلیمتر اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها تا دقت ۰/۰۱ گرم و پس از خشک کردن در اتو با دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به مدت سه روز، برآورد گردید. جمع کل طول ریشه‌ها با بکارگیری روش Tennant (۱۹۷۵) ارزیابی شد. این کار با خارج کردن ریشه‌ها از داخل خاک گلدان، پخش قطعات کوچک ریشه روی صفحه دستگاه فتوکپی، تهیه تصویر ریشه‌ها بر صفحه کاغذ، شمارش محل تلاقی ریشه‌ها با خطوط شبکه‌بندی به ابعاد یک در یک سانتیمتر و استفاده از فرمول زیر، انجام شد:

طول ریشه به سانتیمتر=شمارش ضربدر عامل تبدیل طول تنانت (معادل ۰/۷۸۵۷ با توجه به‌ابعاد شبکه‌بندی)

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با بکارگیری روشهای آنالیز واریانس و آزمون معنی‌دار بودن تفاوت میانگینها و کاربرد نرم افزار SPSS9 انجام شد.

نتایج

نتیجه تجزیه واریانس، خصوصیات آماری میانگین کل صفات کمی نهالها و معنی‌دار بودن اختلاف میانگین صفات کمی نهالها در دو سطح آبیاری و فشردگی خاکها در جدولهای به ترتیب شماره ۱تا ۳ به نمایش گذاشته شده‌اند.

جدول شمارهٔ ۱- نتیجه تجزیه واریانس آزمایش گلدانی اثر تیمارهای آبیاری و فشردگی خاک بر صفات کمی نهالهای زیتون در محیط گلخانه (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران)

صفات نهالها / تیمارها	وزن خشک اندام هوایی نهال (گرم)	ارتفاع اندام هوایی (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه (گرم)	مجموع طول ریشه (متر)
آبیاری	ns	ns	ns	ns
فشردگی خاک	ns	ns	**	*
اثر متقابل آبیاری و فشردگی خاک	ns	ns	ns	ns

(ns = معنی‌دار نیست، *= معنی‌دار در سطح پنج درصد، **= معنی‌دار در سطح یک درصد)

جدول شمارهٔ ۲- خصوصیات آماری میانگین کل صفات کمی نهالها در مرحله آزمایش گلخانه‌ای

			حدود اعتماد ۹۵ درصد	
متغیرهای وابسته	میانگین	خطای معیار	مرز پایینی	مرز بالایی
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	٤/٧٢٤	۰/٣٦٦	٣/٩٧٨	٥/٤٧
ارتفاع اندام هوایی (سانتیمتر)	٢٨/٥٤٩	١/٣٨٤	٢٥/٧٢٩	٣١/٣٦٨
وزن خشک ریشه‌ها (گرم)	١/٥٣٢	۰/١٢٨	١/٢٧١	١/٧٩٢
طول کامل ریشه‌ها (متر)	١٨/٤٣١	١/٨٧	١٤/٦٢٢	٢٢/٢٤

Archive of SID

www.SID.ir

همان گونه که در جدول شمارهٔ ۱ ملاحظه می‌شود، از میان تیمارهای اجرا شده فقط فشردگی خاک اثر معنی‌داری داشته است، آن هم فقط بر صفت طول و وزن خشک ریشه‌ها.

با کمال تعجب نتایج (جدول شمارهٔ ۳) نشان می‌دهند که نهالهایی که تحت تنش خشکی و فشردگی قرار گرفته بودند، نسبت به آنهایی که تحت تنش نبوده‌اند دارای ریشه‌دوانی بیشتری بوده‌اند. میانگین طول و وزن خشک ریشه‌ها در خاکهای با رطوبت و فشردگی زیاد یا رطوبت کم و فشردگی زیاد به ترتیب ۲۲/۹٤ متر و ۱/۸ گرم بوده، در صورتی که در خاکهای با رطوبت زیاد و فشردگی کم یا رطوبت کم و فشردگی کم به ترتیب ۱۰/۷٤ تا ۱۵/۷۲ متر و ۱/۲ گرم بوده است.

بحث

رشد و توسعه اغلب گیاهان به هنگام برخورد به لایه‌های فشرده و دارای مقاومت مکانیکی خاک، به ویژه هنگامی که میزان فشردگی بالا باشد، دچار محدودیت یا توقف می‌شود. رشد طولی ریشه اغلب گونه‌ها هنگامی که مقاومت خاک به فروروی (Penetration resistance) به ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوپاسکال برسد، به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد و هنگامی که از ٤۰۰۰ کیلوپاسکال تجاوز کند، به طور کامل متوقف می‌شود (Kirkegaard، ۱۹۹۰). این پدیده در خاکهای با بافت سنگین چنانچه با تنش خشکی یا اشباع رطوبتی همراه باشد، مشکل آفرین خواهد بود، زیرا به ترتیب موجب افزایش مقاومت مکانیکی خاک و خفگی ریشه‌ها بر اثر پدیده غرقابی می‌گردد (Sardabi، ۱۹۹۷). در این آزمایش تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کمی نهالها نداشتند و تنها فشردگی خاک دارای اثر معنی‌دار بود. به احتمال زیاد درصد رطوبت حاصل از اجرای تیمار دور آبیاری زیاد (شش روزه) در حدی نبود که موجب بروز تنش در نهالهای تحت تیمار بشود، در نتیجه تیمارهای آبیاری نتوانستند به صورت

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌داری رشد کمی نهالها را تحت تأثیر قرار دهند. Sardabi (۱۹۹۷) به هنگامی که در آزمایش مشابهی تیمارهای آبیاری مرطوب و خشک را به ترتیب ۰/۱- و ۱- بار (پتانسیل رطوبتی خاک) انتخاب کرد، اثر آنها بر رشد کمی نهالهای سه گونه جنگلی آکاسیای سیاه، اکالیپتوس ویمینالیس و کاج رادیاتا معنی‌دار نبود، ولی با تغییر تیمارهای آبیاری در آزمایش دوم به ترتیب به ۰/۱- و ۱۰- تا ۱۵- بار، اثر آنها معنی‌دار شد.

جدول شمارهٔ ۳- خصوصیات آماری میانگین صفات کمی نهالها در دو سطح فشردگی خاک و آبیاری در مرحله آزمایش گلخانه‌ای

متغیرهای وابسته	سطوح آبیاری	سطوح فشردگی	میانگین	خطای معیار	حدود اعتماد ۹۵ درصد	
					مرز پایینی	مرز بالایی
	۱	۱	۴/۵۸۱ a	۰/۷۳۴	۳/۰۸۵	۶/۰۷۷
وزن خشک اندام		۲	۵/۰۱۸ a	۰/۷۳۴	۳/۵۲۲	۶/۵۱۴
هوایی (گرم)	۲	۱	۴/۰۹۲ a	۰/۷۳۴	۲/۵۹۶	۵/۵۸۸
		۲	۵/۵۹۶ a	۰/۷۳۴	۴/۱۰۰	۷/۰۹۲
	۱	۱	۲۸/۶۹۴ a	۲/۷۴۷	۲۳/۰۹۹	۳۴/۰۲۹
ارتفاع اندام		۲	۳۱/۱۱۱ a	۲/۷۴۷	۲۵/۵۱۶	۳۶/۷۰۶
هوایی (سانتیمتر)	۲	۱	۲۶/۱۱۱ a	۲/۷۴۷	۲۰/۵۱۶	۳۱/۷۰۶
		۲	۲۸/۷۲۲ a	۲/۷۴۷	۲۳/۱۲۷	۳۴/۳۱۷
	۱	۱	۱/۰۶۲ b	۰/۲۳۳	۰/۵۸۶	۱/۵۳۷
وزن خشک		۲	۱/۸۱۶ a	۰/۲۳۳	۱/۳۴۰	۲/۲۹۱
ریشه‌ها (گرم)	۲	۱	۱/۲۱۳b	۰/۲۳۳	۰/۷۳۸	۱/۶۸۹
		۲	۱/۸ a	۰/۲۳۳	۱/۳۲۵	۲/۲۷۵
	۱	۱	۱۰/۷۴ b	۳/۵۶۴	۳/۴۸۱	۱۷/۹۹۹
طول کامل		۲	۲۲/۹۳۸ a	۳/۵۶۴	۱۵/۶۷۹	۳۰/۱۹۷
ریشه‌ها (متر)	۲	۱	۱۵/۷۲ b	۳/۵۶۴	۸/۴۶۱	۲۲/۹۷۹
		۲	۲۲/۰۰۷ a	۳/۵۶۴	۱۴/۷۴۸	۲۹/۲۶۶

(میانگینهای با حروف انگلیسی مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند).

Archive of SID

www.SID.ir

فشردگی خاک برخلاف نتایج اعلام شده توسط سایر محققان، نه تنها اثر منفی نداشت، بلکه موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک و طول کلی ریشه‌های نهالهایی شد که تحت تیمار فشردگی زیاد قرار گرفته بودند. این پدیده به احتمال زیاد در ارتباط با بافت لوم شنی رسی خاک مورد استفاده است. گرچه بسیاری از بررسیها نشان داده است که با افزایش مقاومت مکانیکی خاک ناشی از فشردگی لایه‌های آن در مزرعه، عمق و تراکم ریشه‌دوانی کاهش پیدا می‌کند (Phillips و Kirkham، ۱۹۶۲، Taylor و Burnett، ۱۹۶۳، Trouse، ۱۹۷۱، Sheesley و همکاران، ۱۹۷٤، Voorhees، ۱۹۷۷)، اما در برخی موارد فشردگی خاک در حد متوسط موجب افزایش رشد گیاهان می‌گردد (Voorhees، ۱۹۸۷). با افزایش مقاومت مکانیکی خاک، میزان ریشه‌دوانی به علت افزایش مقاومت ذرات خاک نسبت به جا به جایی، کاهش می‌یابد (Clark و همکاران، ۲۰۰۳). معنی‌دار نشدن اثر فشردگی خاک بر رشد اندامهای هوایی با توجه به محدود نشدن ریشه‌دوانی در سطوح زیاد فشردگی دور از انتظار نیست، زیرا رشد اندامهای هوایی هنگامی کاهش می‌یابد که ریشه‌دوانی محدود یا متوقف گردد.

البته اثر ویژگیهای فیزیولوژیکی درخت زیتون در خنثی کردن یا کاهش اثرات تنش آب بر رشد کمی نهال زیتون، دور از انتظار نیست. جذب آب توسط ریشه‌ها با تنظیم اسمزی که موجب افزایش شیب پتانسیل آب بین ریشه‌ها و خاک می‌گردد، افزایش می‌یابد (Fernandez و Moreno، ۱۹۹۹). افزایش پتانسیل اسمزی با تورم کامل سلولی (Turgor) که ناشی از تنظیم فعال اسمزی است، راهکاری بنیادی در درختان زیتون تحت تنش آب می‌باشد. شیب بالای پتانسیل رطوبتی بین برگها و ریشه‌ها، درختان زیتون را توانا می‌سازد که حتی در شرایط تنش بسیار زیاد خشکی (رطوبت پتانسیل خاک معادل ۲/۵- مگاپاسکال یا ۲۵- بار) و با فرض قابل توجه بودن قابلیت ذخیره آب در خاک، آب جذب کنند و در دوره‌های طولانی مدت خشکی زنده بمانند (Dichio و همکاران، ۲۰۰۳). Dichio و همکاران (۱۹۹۷) علاوه بر عامل فوق، ضخیم

Archive of SID

www.SID.ir

و زمخت بودن دیواره سلولی را نیز عامل بردباری زیتون در برابر تنش خشکی به حساب می‌آورند. Fernandez و همکاران (۱۹۹۷) بسته شدن روزنه‌های سلولی (Stomata) زیتون به هنگام تنش خشکی را نیز پدیده مهمی جهت جلوگیری از هدر رفت رطوبت و افزایش بردباری آن در برابر خشکی می‌دانند.

گیاهان تحت تنش خشکی از جمله زیتون، دارای برگهای ضخیمتر و تعداد روزنه‌های کمتر نسبت به گیاهان مشابه در شرایط آبیاری می‌باشند که این پدیده موجب افزایش بردباری گیاهان تحت تنش می‌گردد (Barker و همکاران، ۲۰۰۰).

از آنجایی که در این آزمایش تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کمی نهالها نداشتند و درصد رطوبت حاصل از اجرای تیمار دور آبیاری زیاد (شش روزه) در حدی نبود که موجب بروز تنش در نهالهای تحت تیمار بشود، تکرار آزمایش گلخانه‌ای به همراه برقراری تنش افزونتر فشردگی و رطوبت ضروری است. بدیهی است که تنش رطوبت با کنترل پتانسیل رطوبتی خاک در دامنه‌ای نزدیک به نقطه پژمردگی باید برقرار شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

1- Barker, E.A., Procopiou, J. and Janoudi, A., 2000. The leaf and fruit cuticles of selected drought tolerant plants. In: M.J. Bukovac (ed.) International Symposium on Growth and Development of Fruit Crops. East Lansing, Michigan, USA, 19-21 June, 1997. *Acta Horticulturae*, 527: 85-93.

2- Boone, F.R., Bouma, J. and De Smet, L.A.H., 1978. A case study on the effect of soil compaction on potato growth in a loam sand soil. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 26: 405-420.

3- Boone, F. R., Kroesbergen, B. and Boers, A., 1984. Soil conditions and growth of spring barley on a tilled and untilled marine loam soil. A joint study of the Westmaas Research Group on New Tillage Systems. Center for Agricultural Publishing and Documentation, The Netherlands. Agricultural Research Report No. 925: 124-166.

4- Carter, L.M., Stockton, J.R., Tavernetti, J.R. and Colwich, R.F., 1965. Precision tillage for cotton production. *Transaction of ASAE*, 8(2): 177-179.

5- Clark, L.J., Whalley, W.R. and Barraclough, P.B., 2003. How do roots penetrate strong soil. *Plant and Soil*, 255: 93-104.

6- Dichio, B., Nuzzo, V., Xiloyannis, C., Celano, G. and Anelopoulos, K., 1997. Drought stress-induced variation of pressure-volume relationships in *Olea europaea* L. cv. "Coratina". In: II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. *ISHS Acta Horticulturae*, 449: 401-410.

7- Dichio, B., Xiloyannis, C., Anelopoulos, K., Nuzzo,V., Bufo, S.A. and Celano, G., 2003. Drought induced variations of water relations parameters in *olea europaea*. *Plant and Soil*, 257: 381-389.

8- Fernandez, J.E. and Moreno, F,. 1999. Water use by the olive tree. In: M.B. Kirkham (ed.) Water use in crop production. Haworth Press, Inc.: 101-162.

9- Fernandez, J.E., Moreno, F., Giron, I.F. and Blazquez, O.M., 1997. Control of water consumption by the olive tree. In: II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. *ISHS Acta Horticulturae*, 449: 83-90.

10- Kirkegaard, J.A., 1990. The effects of compaction on the growth of Pigeon Pea on clay soils. University of Queensland. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, 289 p.

11- Lowry, F.E., Taylor, H.M. and Huck, M.G., 1970. Growth rate and yield of cotton as influenced by depth and bulk density of soil. *Soil Science Society of America Proceedings*, 34: 306-309.

12- Phillips, R. E. and Kirkham, D., 1962. Soil compaction in the field and corn growth. *Agronomy Journal*, 54: 29-34.49.

Archive of SID

www.SID.ir

13- Rogers, H.T. and Thurlow, D.L., 1973. Soybeans restricted by soil compaction. Highlights of agriculture research. Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, AL 20 (10).
14- Russell, R. S., 1977. Plant root systems: Their function and interaction with the soil. McGraw-Hill (UK), Maidenhead, Berkshire, England: 298 p.
15- Sardabi, H., 1997. An investigation of the relationship between penetration resistance, soil physical properties and the growth of selected tree species. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Forestry. The Australian National University: 144 p.
16- Scott, T. W. and Erickson, A. E., 1964. Effect of aeration and mechanical impedance on the root development of alfalfa, sugar beets and tomatoes. *Agronomy Journal*, 56: 575-576.
17- Sheesley, R., Grimes, D.W. and McClellan, W. D., 1974. Influence of wheel traffic on yield and stand longevity of alfalfa. *Californian Agriculture*: 28: 6-8.
18- So, H.B., 1987. Soil physical factors limiting crop establishment. In: I. M., Wood, W. H., Hazard, and F. R., From, (eds.). Proceedings of Crop Establishment Workshop, AIAS Occasional Publication No. 34: 154-165.
19- Taylor, H. M. and Burnett, E., 1963. Influence of soil strength on root growth habits of plants. *Soil Science*, 98: 174-180.
20- Taylor, H.M., Locke, L.F. and Box, J.E., 1964. Pans in southern Great Plains soils: their effects on yield of cotton and grain sorghum. *Agronomy Journal*, 56: 542-545.
21- Taylor, H. M., Roberson, G. M., Parker, J. R. and Jessie, J., 1966. Soil strength-root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. *Soil Science*, 102: 18-22.
22- Taylor, H. M., Huck, M.G. and Klepper, B., 1972. Root development in relation to soil physical conditions. In: D. Hillel (ed.) Optimising the soil physical environment toward greater crop yields. Academic Press, N. Y. and London: 57-77.
23- Tennant, D., 1975. A test of a modified line intersect method of estimated root length. *Journal of Ecology*, 63: 995-1001.
24- Trouse, A. C., 1966. Alteration of the infiltration permeability capacity of tropical soils by vehicular traffic. In: proceedings of First Pan-American Soil Conservation Congress. Sao Paulo, Brazil: 1103-1109.
25- Voorhees, W. B., 1977. Soil compaction: how it influences moisture, temperature, yield, root growth. *Crops and Soils Magazine*, 29: 7-10.
26- Voorhees, W. B., 1987. Assessment of soil susceptibility to compaction using soil and climatic data bases. *Soil and Tillage Research* 10: 29-38.

Archive of SID

www.SID.ir