

بررسی توانایی رشد خارشتر (*Alhagi maurorum Medik.*) در اراضی شور استان یزد

هادی پیراسته انوشه^{۱*}، مهدی شیران تفتی^۲، فرهاد دهقانی^۳ و غلامحسین رنجبر^۲

۱- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

پست الکترونیک: h.pirasteh.a@gmail.com

۲- محقق، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۳- دانشیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

چکیده

در این پژوهش برخی ویژگی‌های خاک و همچنین رشد خارشتر (*Alhagi maurorum Medik.*) در اراضی شور استان یزد در سال‌های ۹۹-۱۳۹۸ پایش گردید. بر این اساس، توانایی رشد این گونه در اراضی شور بررسی شد. برای این کار هفت مرتع استان یزد شامل بافق، جوادیه، بهاباد، جلگه، اردکان، عقدا و ابرکوه با پوشش غالب خارشتر انتخاب گردید. شوری عصاره اشباع و اسیدیته خاک، شوری و اسیدیته آب، وزن تر و وزن خشک خارشتر با استفاده از نمونه‌برداری و شوری ظاهری خاک با استفاده از دستگاه القاءگر الکترومغناطیس (EM38) پایش شد. نتایج نشان داد که ضرایب تبیین (R^2) برآورد شوری خاک با استفاده از دستگاه EM38 برای مناطق مختلف قابل قبول و بین ۰/۵۲ تا ۰/۸۶ متغیر بود. شوری خاک در اراضی مورد بررسی از ۲/۱۷ گرم املاح در کیلوگرم خاک در عقدا تا ۲۲۶/۵ گرم املاح در کیلوگرم خاک در اردکان برای عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری و از ۰/۴۰ گرم املاح در کیلوگرم خاک در بافق تا ۱۱۸/۳ گرم املاح در کیلوگرم خاک در اردکان برای عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری متغیر بود. بیشینه تولید خارشتر، برابر با ۲۵ تن در هکتار وزن تر و ۷ تن در هکتار وزن خشک بود. در بافق با شوری آب ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شوری خاک ۱۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد. به‌طور میانگین بیشترین تولید به ترتیب در بافق، بهاباد، ابرکوه، عقدا و اردکان مشاهده شد که تقریباً با تغییرات شوری و اسیدیته خاک منطبق بود. بنابراین به نظر می‌رسد که خارشتر تحمل بسیار بالایی به شوری آب و خاک دارد، ولی به اسیدیته خاک حساس می‌باشد. استفاده از دستگاه EM38 برای ارزیابی شوری خاک در اراضی با پوشش خارشتر استان یزد دقت قابل قبولی داشت و برای پایش شوری خاک سایر مراتع توصیه می‌شود، ولی واسنجی در هر منطقه و برای هر عمق خاک به‌صورت جداگانه ضروریست.

واژه‌های کلیدی: زروفیت، شورورزی، علوفه، هالوفیت.

مقدمه

(al., 2017). حجم آب‌های شور در کشور نیز قابل توجه می‌باشد، به‌طوری‌که در چنین شرایطی، استفاده از گیاهان شورورزی برای تولید علوفه یک راهکار کاربردی است (Ranjbar et al., 2019). یکی از گیاهان شورورزی که تحمل بالایی به شوری و خشکی دارد خارشتر (*Alhagi sp.*) است. خارشتر از خانواده

ایران پس از هند و پاکستان در صدر کشورهای تهدیدشونده از نظر تنش شوری محسوب می‌گردد. برخی گزارش‌ها میزان اراضی تحت شور کشور را در حدود ۲۵ تا ۲۷ میلیون هکتار گزارش کرده‌اند (Hedayati Firoozabadi et

جلوگیری می‌کند (Zhang et al., 2018). این گیاه به‌عنوان یک گیاه دارویی بسیار مورد توجه بوده و شاخساره آن در درمان اختلالات گوارشی، سنگ کلیه و دردهای رماتیسمی استفاده می‌شود (Gharibnaseri & Mard, 2007). برگ‌های خارشتر به‌عنوان علوفه نیز توسط دام‌ها به‌ویژه شتر و بز مورد قرار می‌گیرد. پاسخ گونه‌های مختلفی از خارشتر به تنش‌های شوری و خشکی در مطالعات مختلفی بررسی شده است که می‌توان به بررسی گونه *A. pseudalhagi* (Kurban et al., 2017, 1999, 1998; Shawkat et al., 2017, 2004; Jie et al., 2008; Zhang et al., 2010, 2018) و گونه *A. graecorum* (Zobayed et al., 2007) اشاره کرد. در تمامی این مطالعات خارشتر به‌عنوان یک گیاه متحمل به تنش شوری معرفی شده است ولی همه این مطالعات خارشتر را به‌عنوان یک علف هرز در نظر گرفته است. تحقیقی در مورد کاربرد آن به‌صورت علوفه‌ای یا در شرایط مرتعی و رویش طبیعی انجام نشده است. پایش شوری و سایر ویژگی‌های خاک می‌تواند نقش مهمی در مدیریت مراتع داشته باشد، ولی به‌دلیل وسعت زیاد و هزینه بالای نمونه‌برداری‌های تخریبی مشکل است. برای ارزیابی تحمل به شوری باید میزان شوری خاک و عملکرد محصول در نقاط مختلف اندازه‌گیری شود. میزان شوری خاک هم در زمان و هم در مکان متغیر است و پوشش دادن این تغییرپذیری نیازمند گرفتن تعداد زیادی نمونه است. برای ارزیابی سریع و آسان شوری خاک در مناطق وسیع برای این کار می‌توان از ابزارهای قابل حمل (Portable) بدون نیاز به نمونه‌برداری تخریبی استفاده کرد. یکی از این ابزارها، دستگاه القاء‌گر الکترومغناطیس (EM38) است. دستگاه EM38 یک ابزار قابل حمل است که می‌تواند شوری خاک را به‌صورت سنجش از نزدیک (Proximal Sensing) تخمین بزند. این فناوری به‌دلیل اینکه برای انجام اندازه‌گیری نیازی به گرفتن نمونه خاک ندارد، از آسانی و راحتی بیشتری نسبت به سایر روش‌های اندازه‌گیری شوری برخوردار است. علت‌های دیگری مانند قابلیت حمل آسان، آسانی کار، کاهش زمان و همچنین هزینه‌های نمونه‌برداری صحرائی نیز وجود دارد که آن را نسبت به سایر روش‌های

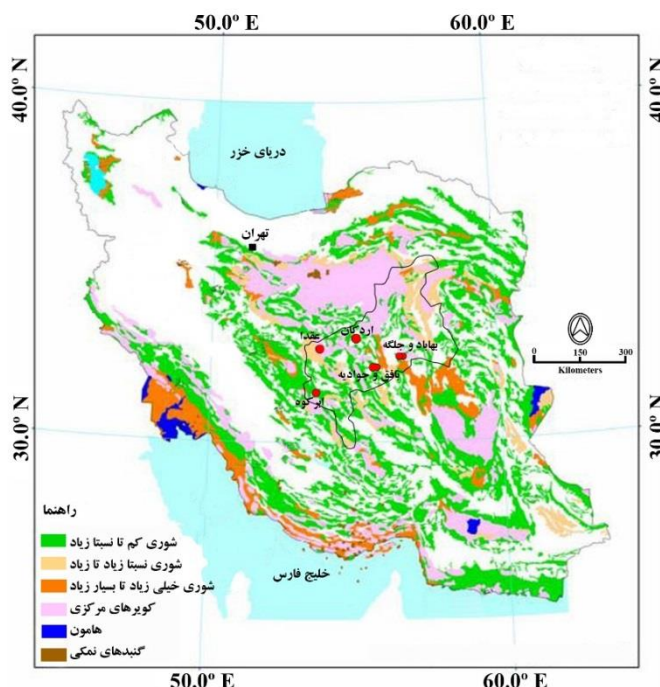
بقولات (Fabaceae)، گیاهی بوته‌ای چندساله با منشأ ایران-تورانی و دارای خارهای فراوان است (Bazoobandi et al., 2006). شش گونه مهم خارشتر شامل *A. maurorum*، *A. kirghisorum*، *A. graecorum canescens* و *A. sparsifolia nepalensis* است. مهم‌ترین گونه‌هایی که در ایران به‌فراوانی یافت می‌شود گونه‌های *maurorum* (مترادف *graecorum* و *camelorum persarum* و *pseudalhagi*) (مترادف *mannifera*) هستند (Pirasteh-Anosheh, 2020). گونه *graecorum* نسبت به گونه *maurorum* قدی کوتاه‌تر، خارهای انبوه‌تر، کاسه گل کاملاً دنداندار، میوه پوشیده از کرک‌های ابریشمی فشرده و نیامی تقریباً دانه‌تسبیحی دارد (Pirasteh-Anosheh, 2020). خارشتر دارای هفت مرحله فنولوژی شامل سبزشدن، رویش شاخه‌های اصلی، ایجاد انشعاب فرعی، غنچه‌دهی، گل‌دهی، میوه‌دهی و رسیدگی می‌باشد. این ۷ مرحله در مناطق کویر مرکزی ایران در حدود ۷ ماه به طول می‌انجامد؛ بدین صورت که خارشتر در دهه سوم اسفند سبز می‌شود، در اوایل اردیبهشت غنچه، در اواسط اردیبهشت گل و در اواخر اردیبهشت میوه می‌دهد و در طول تابستان بذرها حاصل به مرحله رسیدگی می‌رسند (Nikfam et al., 2013). خارشتر را در خاک‌های خشک، صخره‌ای و نمکی می‌توان یافت. خارشتر در حال حاضر در تمامی مناطق معتدل و گرمسیر دنیا می‌روید، اما بومی هند، آسیای صغیر، قسمت‌های جنوبی روسیه و شمال آفریقا است و جزو فلور طبیعی ایران و توران، غرب ترکیه و قبرس محسوب می‌شود (Munakamwe, 2016). خارشتر در ایران، شمال آفریقا، عربستان، فلسطین، سوریه، عراق، پاکستان، قفقاز و آسیای مرکزی و افغانستان به‌فراوانی می‌روید (Yang et al., 2017). این گیاه در ایران تقریباً در تمام نقاط از جمله البرز و اطراف تهران، بخش مرکزی، شمال شرقی، شرق، جنوب شرقی، شمال و شمال غربی رشد می‌کند (Pirasteh-Anosheh, 2020). اما به‌طورکلی خارشتر خاص مناطق خشک و نیمه‌خشک است و در خاک‌های قلیایی بهترین رشد را دارد (Li et al., 2020). به‌دلیل چندساله بودن، ریشه‌های عمیق و پراکنش وسیع، خارشتر تپه‌های شنی را پایدار نگه می‌دارد و از فرسایش خاک

در هفت مرتع خارشتر در استان یزد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در اراضی شور با پوشش طبیعی خارشتر در استان یزد در سال‌های ۹۹-۱۳۹۸ طراحی و اجرا شد. برای این کار مهمترین مراتع استان یزد که خارشتر پوشش غالب آن بود انتخاب گردید و با مراجعه به این اراضی نمونه‌گیری انجام شد. در گام اول، هفت مرتع مهم در استان یزد شامل بافق، جوادیه، بهاباد، جلگه، اردکان، عقدا و ابرکوه شناسایی شدند که موقعیت آنها در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است.

متداول متفاوت می‌کند. واسنجی دستگاه EM38 در باغ‌های پسته یا دشت‌های بایر (Rahimian & Hasheminejhad, 2011; Meshkat *et al.*, 2013; Dehghan Banadaki *et al.*, 2014; Rahimian *et al.*, 2014) انجام شده و همبستگی‌های خوبی نیز گزارش شده است. این دستگاه ابزار مناسبی برای بررسی رشد گیاهان مرتعی در مقیاس وسیعی از اراضی هستند که تاکنون برای خارشتر یا سایر گیاهان مرتعی استفاده نشده است. اطلاعات کمی در مورد توانایی رشد و میزان تولید خارشتر در اراضی شور وجود دارد. بدین منظور این پژوهش به منظور پایش برخی ویژگی‌های خاک و آب و تولید گیاهی



شکل ۱- موقعیت مناطق بررسی شده در استان یزد (Moameni, 2011)

استفاده از دستگاه EM38 پایش گردید. فاصله‌های یادداشت‌برداری به‌طور رفت و برگشتی به‌صورتی انتخاب گردید که کل اراضی مورد بررسی را پوشش دهد. در هر منطقه از آب کشاورزی مزارع کنار اراضی مورد بررسی نیز نمونه‌برداری شد و هدایت الکتریکی و اسیدیته آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. در هر هفت منطقه، از چهار نقطه به‌طور تصادفی کل بوته‌های خارشتر در سطح یک

در هر نمونه‌گیری، نخست از چهار نقطه هر منطقه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بود و کل اراضی مورد بررسی را پوشش می‌داد، از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتری خاک نمونه تهیه گردید. هدایت الکتریکی عصاره اشباع، اسیدیته و درصد رطوبت نمونه‌های خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. سپس اراضی با فاصله‌های تقریباً یک‌نواخت با ثبت موقعیت جغرافیایی، شوری خاک با

مترمربع برداشت شد و پس از انتقال به آزمایش وزن تر و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. وزن خشک پس از نگهداری نمونه‌ها در آون تهویه‌دار با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به دست آمد.

جدول ۱- مشخصات مناطق بررسی شده در استان یزد

ردیف	شهرستان	منطقه	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مساحت پیمایش شده (مترمربع)
۱	بافق	بافق	۵۵/۲۹°	۳۱/۸۰°	۹۷۶	۳۹۳۸
۲	بافق	جوادیه	۵۵/۲۹°	۳۱/۸۰°	۹۷۴	۴۴۱۶
۳	بهباد	بهباد	۵۵/۹۶°	۳۱/۹۸°	۱۳۶۵	۲۵۲۹
۴	بهباد	جلگه	۵۵/۹۶°	۳۱/۹۸°	۱۳۶۹	۱۱۳۹۶
۵	اردکان	چاه‌افضل	۵۳/۹۶°	۳۲/۵۲°	۹۷۵	۱۶۱۶۱
۶	عقدا	مرکزی	۵۳/۶۳°	۳۲/۴۴°	۱۱۵۵	۵۹۸۳۲
۷	ابركوه	تيجرد	۵۳/۴۳°	۳۱/۰۹°	۱۴۸۲	۳۳۳۰

رگرسیون چندگانه برای تعیین مؤثرترین صفات بر وزن تر و خشک انجام شد. تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، برآورد ضرایب همبستگی و رگرسیون چندگانه با نرم‌افزارهای آماری SAS ver. 9.4 و Minitab ver. 19.2 انجام شد.

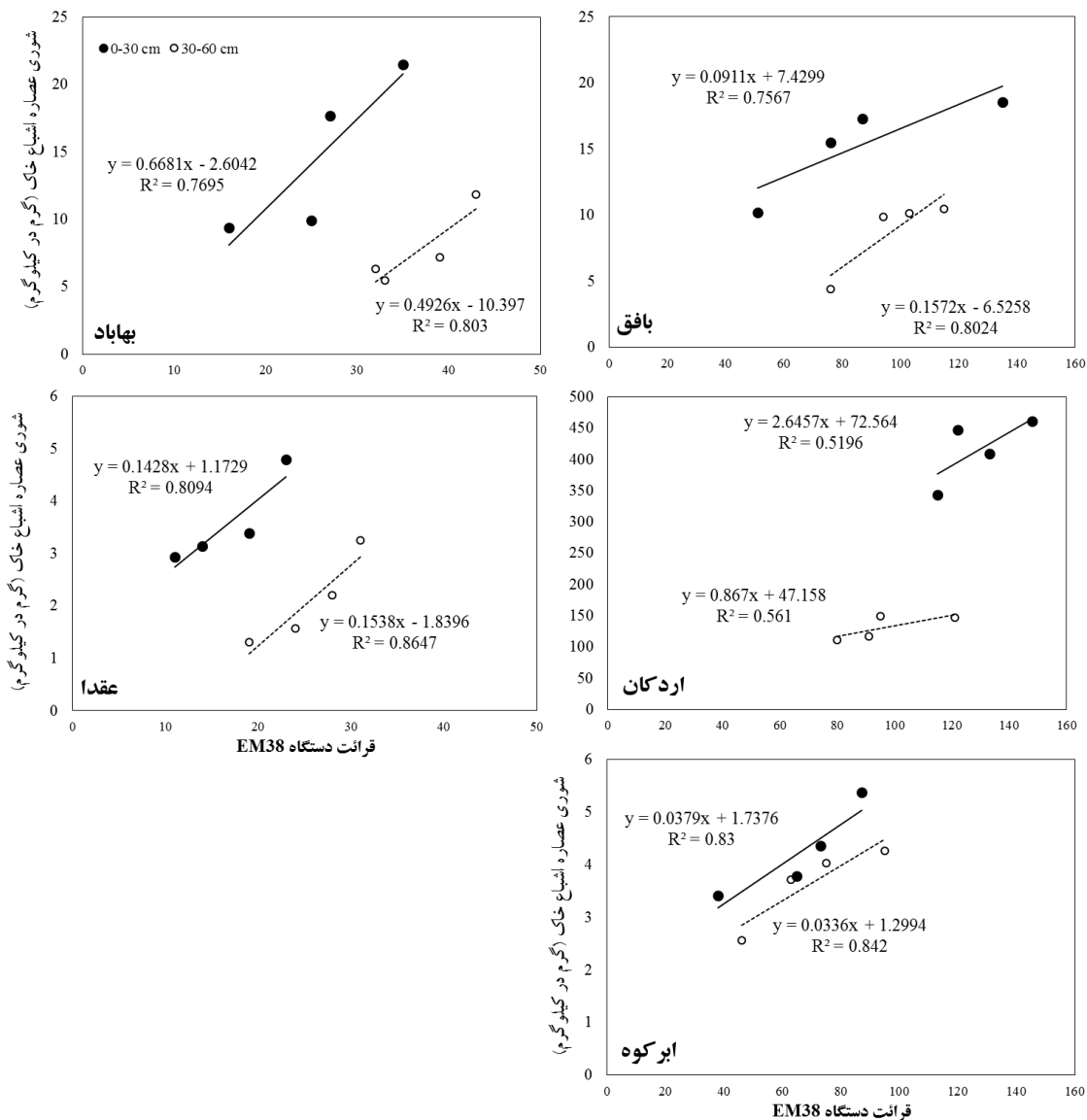
نتایج

براساس مطالعات پیشین، بهترین روش واسنجی برای تبدیل قرائت‌های دستگاه EM38 به شوری عصاره اشباع خاک، به‌کارگیری مستقیم روابط رگرسیونی است. برای این کار، بهترین روش رگرسیون خطی برای مناطق مختلف و برای دو عمق به‌صورت جداگانه بود. ضریب رگرسیون (R^2) برای مناطق مختلف بین ۰/۵۲ تا ۰/۸۶ متغیر بود (شکل ۲). به‌طورکلی رابطه قابل قبولی بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک در مناطق مختلف مشاهده شد (شکل ۲). ضریب رگرسیون (R^2) برای ارتباط بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک در مناطق بافق، بهباد، اردکان، عقدا و ابرکوه در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری به‌ترتیب برابر با ۰/۷۷، ۰/۷۶، ۰/۵۱، ۰/۸۰ و ۰/۸۳ و در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری به‌ترتیب برابر با

در نقاط یادداشت‌برداری، هدایت الکتریکی ظاهری خاک توسط دستگاه القاء‌گر الکترومغناطیس (EM38) انجام گردید. رابطه رگرسیونی بین شوری عصاره اشباع خاک (بر حسب گرم املح در کیلوگرم خاک) در چهار نقطه نمونه‌برداری شده با قرائت دستگاه EM38 در آن نقاط ترسیم و رابطه خط آن به دست آمد. با استفاده از رابطه خط، در سایر نقاطی که نمونه‌برداری انجام نشد، شوری خاک برآورد شد. بهترین ضریب همبستگی (R^2) در شرایط به دست آمد که برای هر منطقه و برای هر عمق به‌صورت جداگانه محاسبه گردید. قرائت عمودی برای عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری و قرائت افقی برای عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری در نظر گرفته شد. رابطه رگرسیونی بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک توسط نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 به دست آمد. همچنین داده‌های شوری و اسیدیته خاک و وزن تر و خشک اراضی مورد بررسی، پس از تجزیه واریانس، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند. تجزیه آماری همبستگی برای برآورد ارتباط بین شوری و اسیدیته خاک و آب با وزن تر و خشک خارشتر و تجزیه

نشان داده شده است (شکل ۳). با توجه به ارتباط رگرسیونی خطی و منفی که بین قرائت دستگاه EM38 با ضریب رگرسیون به دست آمد، مشخص شد که در شرایط شوری پایین که دستگاه EM38 عدد کمتری را نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک بالاتر خواهد بود و با اطمینان بیشتری می‌توان شوری خاک را تخمین زد.

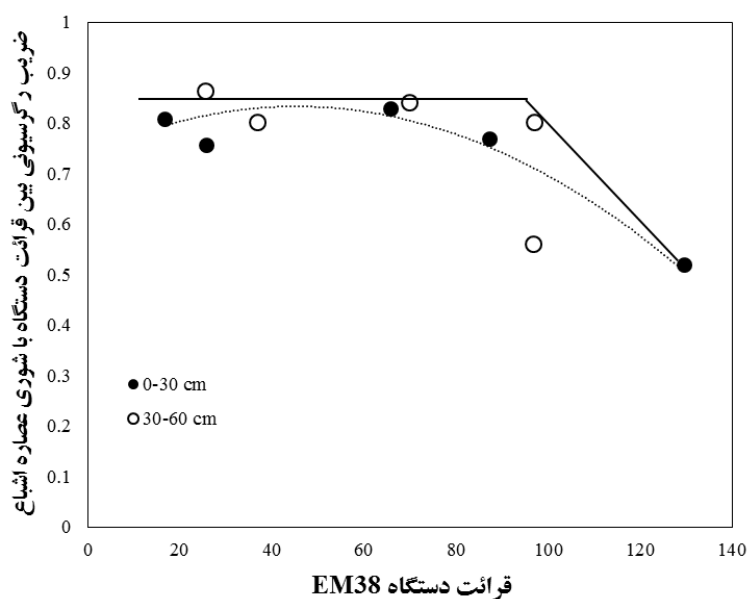
البته تفاوت قابل توجهی بین ضرایب رگرسیونی دو عمق خاک در هر منطقه مشاهده نشد، ولی بین مناطق این تفاوت‌ها قابل ملاحظه بود. در اردکان که شوری خاک بسیار بالا بود، قرائت دستگاه EM38 فاصله زیادی با شوری اندازه‌گیری شده عصاره اشباع خاک داشت. این موضوع در رابطه رگرسیونی بین قرائت دستگاه EM38 با ضریب رگرسیون



شکل ۲- رابطه بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک در مناطق مختلف

EM38 است. نتایج پژوهش Rahimian و همکاران (۲۰۱۴) حکایت از عدم وجود روابط آماری معنی‌دار بین قرائت‌های EM38 با درصد رس، سیلت، شن و دمای خاک در منطقه اردکان استان یزد داشت. این در حالی است که همبستگی‌ها بین قرائت‌های افقی EM38 و جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق ۰-۳۰ و ۰-۶۰ سانتیمتری با ضرایب تبیین ۰/۶۸ و ۰/۶۵ معنی‌دار به‌دست آمد. همچنین ضرایب تبیین اصلاح‌شده برای درصد رطوبت حجمی اعماق ۰-۳۰ و ۰-۹۰ سانتیمتری خاک معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر با ۰/۷۴، ۰/۶۹ و ۰/۷۸ به‌دست آمد. همچنین Schmidhalter و همکاران (۲۰۰۱) نیز مشاهده کردند که همبستگی هدایت الکتریکی ظاهری با میزان رس و رطوبت خاک به ترتیب ۰/۳۱ تا ۰/۶۷ و ۰/۳۱ تا ۰/۶۴ بود؛ در صورتی که به‌طورکلی با میزان سیلت و شن رابطه‌ای نداشت.

بررسی داده‌ها نشان داد که بهترین روش واسنجی برای تبدیل قرائت‌های دستگاه به شوری عصاره اشباع خاک، رگرسیون خطی برای مناطق مختلف و برای دو عمق به‌صورت جداگانه بود. رگرسیون خطی بین قرائت EM38 با شوری عصاره اشباع خاک قابل قبول بود. ضریب تبیین این رابطه در مناطق مختلف بین ۰/۵۲ تا ۰/۸۶ متغیر بود. پژوهش‌های مختلفی در مورد واسنجی دستگاه EM38 انجام شده است که اغلب آنها حکایت از کارآبودن این دستگاه در تخمین شوری خاک داشت. Dehghan Banadaki و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند مدلی که برای برآورد شوری خاک در دشت خوی‌دک-فهرج استان یزد با استفاده از هر دو قرائت افقی و عمودی دستگاه به‌دست آمد یک رابطه غیرخطی است که این رابطه دارای ضریب تبیین ۹۰ درصد می‌باشد که این ضریب تبیین نشان‌دهنده دقت بالای مدل در برآورد شوری خاک با استفاده از داده‌های قرائت‌شده از دستگاه



شکل ۳- رابطه بین قرائت دستگاه EM38 با ضریب رگرسیونی بین قرائت دستگاه EM38 با شوری عصاره اشباع خاک محور نقطه‌چین خط رگرسیون و خط توپر نشان‌دهنده روند کلی تغییرات داده‌هاست.

نماید و بخشی از علوفه مورد نیاز را تأمین کند (Amiri *et al.*, 2012, 2016). این تحمل به شوری و توانایی رشد و بقا در شرایط بسیار شور با سازوکارهای تحمل به شوری خارشرتر مرتبط است. در یک مطالعه (Kurban *et al.*, 1998) سازوکار تحمل به شوری در خارشرتر به پایداری غشا و تنظیم اسمزی نسبت داده شد که اهمیت بیشتری از تأثیرات یونی داشت. همچنین بیان شده است که رشد سریع و توانایی بالا در فتوسنتز در خارشرتر موجب تحمل بالای این گیاه به تنش شوری شده است (Kurban *et al.*, 1999). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اسیدپتت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری در بین مناطق مورد بررسی به طور معنی داری متفاوت بود (جدول ۲). همچنین وزن تر و خشک نیز در بین مناطق مورد بررسی تفاوت معنی داری با هم داشتند (جدول ۲). با توجه به متفاوت بودن شوری و اسیدپتت خاک در اراضی مورد بررسی، وزن تر و خشک خارشرتر نیز در این مناطق متفاوت بود (جدول ۴). وزن تر در این اراضی از ۹/۹۰ تن در هکتار در اردکان تا ۲۴/۹۷ تن در هکتار در بافق متغیر بود. وزن خشک نیز دامنه‌ای بین ۳/۴۳ تن در هکتار در اردکان تا ۶/۸۹ تن در هکتار در بافق داشت. به طور میانگین اراضی خارشرتر استان یزد دارای وزن تر و خشکی به ترتیب برابر با ۱۷ و ۵ تن در هکتار داشتند. نتایج تجزیه برآورد ضرایب همبستگی شوری و اسیدپتت خاک و آب با وزن تر و خشک (جدول ۵) نشان داد که وزن تر خارشرتر در اراضی شور استان یزد با شوری خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری، شوری آب و اسیدپتت خاک در هر دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری همبستگی منفی و معنی داری داشت. همچنین همبستگی وزن خشک با شوری خاک در هر دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری، شوری آب و اسیدپتت خاک در هر دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری منفی و معنی دار بود (جدول ۵). نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نیز اسیدپتت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری، شوری خاک در هر

بنابراین به نظر می‌رسد که در مناطق با شوری بالاتر، توانایی تخمین شوری توسط دستگاه EM38 کاهش پیدا می‌کند. این موضوع در اردکان که شوری خاک بسیار بالا بود، به خوبی نشان داده شد. بنابراین در مناطق با سطوح شوری‌های معمول مانند زمین‌های کشاورزی، با اطمینان بیشتری می‌توان شوری خاک را با استفاده از دستگاه EM38 تخمین زد. Rahimian و Hasheminejad (۲۰۱۱) و Cheraghi و همکاران (۲۰۰۷)، در تحقیقات خود در باغ‌های پسته منطقه چاه‌افضل در شمال اردکان در استان یزد، از EM38 برای تهیه نقشه شوری خاک اعماق مختلف با متوسط درصد رطوبت وزنی ۲۵ و ۳۵ درصد استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد که روابط رگرسیونی بین شوری اعماق مختلف خاک و قرائت‌های افقی و عمودی دستگاه مذکور در رطوبت وزنی ۳۵ درصد بهتر قابل استخراج بوده و ضرایب R2 بین ۰/۶۷ تا ۰/۸۵ به دست آمد. با وجود این Sudduth و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از دستگاه EM38 ارتباط قابلیت هدایت الکتریکی ظاهری خاک را با ویژگی‌های خاک در سطح مرکزی-شمالی آمریکا بررسی و گزارش کردند که همبستگی هدایت ظاهری خاک با میزان رس و ظرفیت تبادل کاتیونی در تمامی مناطق و رطوبت خاک، سیلت، شن و کربن ارگانیک در برخی مناطق مورد بررسی بالاست.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، شوری خاک در هر دو عمق مختلف در مناطق مورد بررسی تفاوت معنی داری با هم داشتند (جدول ۲). توزیع شوری در هفت منطقه بررسی شده غیریکنواخت بود (جدول ۳). خارشرتر در همه اراضی از ۲/۱۷ گرم املاح در کیلوگرم خاک در عقدا تا ۲۲۶/۵/۹ گرم املاح در کیلوگرم خاک در اردکان برای عمق ۰-۳۰ سانتیمتری و از ۰/۴ گرم املاح در کیلوگرم خاک در بافق تا ۱۱۸/۲۵ گرم املاح در کیلوگرم خاک در اردکان برای عمق ۳۰-۶۰ سانتیمتری پراکنش داشت. پژوهشگران عقیده دارند که خارشرتر می‌تواند به راحتی در علفزارهای شور رشد

۶۰ سانتیمتری، شوری خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری، اسیدپته خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری و شوری خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری برآورد شد (جدول ۷).

عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری و اسیدپته خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری را به ترتیب به عنوان مؤثرترین صفات بر وزن تر خارشتر در اراضی بررسی شده در استان یزد تعیین کرد (جدول ۶). همچنین، مؤثرترین صفات بر وزن خشک خارشتر به ترتیب اسیدپته خاک در عمق ۳۰ تا

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	شوری خاک		اسیدپته خاک		وزن تر	وزن خشک
		(۰-۳۰) سانتیمتری	(۳۰-۶۰) سانتیمتری	(۰-۳۰) سانتیمتری	(۳۰-۶۰) سانتیمتری		
منطقه	۶	۳۸۲۰/۱۴**	۷۰۲/۱۳**	۵/۸۴*	۱/۷۳ ^{ns}	۱۱۲/۳۷**	۶/۵۸**
خطا	۲۱	۴۵۱/۲۲	۷۷/۱۱	۱/۱۷	۱/۶۷	۱۴/۳۳	۰/۶۷
ضریب تغییرات		۳۱/۳۸	۲۶/۵۵	۱۴/۳۷	۱۷/۴۴	۲۲/۰۸	۱۶/۴۱

ns: غیر معنی‌دار، * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- میانگین شوری (گرم املاح در کیلوگرم خاک) و اسیدیته خاک و آب در اراضی خارشتر بررسی شده در استان یزد

منطقه	میانگین شوری خاک		شوری آب*	کمینه شوری خاک*		بیشینه شوری خاک*		اسیدیته خاک	
	۰-۳۰)	۳۰-۶۰)		۰-۳۰)	۳۰-۶۰)	۰-۳۰)	۳۰-۶۰)	۰-۳۰)	۳۰-۶۰)
	سانتیمتری)	سانتیمتری)		سانتیمتری)	سانتیمتری)	سانتیمتری)	سانتیمتری)	سانتیمتری)	سانتیمتری)
بافق	۱۵/۱۲d	۶/۷۷cd	۱۱/۵۲	۰/۴۰	۱۰/۹۸	۱۹/۷۳	۱۹/۲۴	۷/۰۹a	۷/۰۷c
جوادیه	۱۵/۴۳d	۷/۶۳cd	۱۱/۵۲	۱/۰۲	۱۲/۱۷	۱۸/۳۱	۲۳/۰۱	۷/۲۳a	۷/۶۱a-d
بهباد	۳۷/۸۲b	۱۶/۶۰b	۵/۱۳	۳/۸۹	۱۲/۷۶	۴۰/۳۵	۱۴۷/۰۵	۷/۶۲a	۷/۹۳ab
جلگه	۲۷/۲۹c	۱۱/۴۳bc	۵/۱۳	۰/۴۵	۸/۷۵	۵۶/۶۰	۱۱۴/۳۱	۷/۵۲a	۷/۵۱a-c
اردکان	۳۷۰/۷۹a	۱۸۱/۵۵a	۱۳/۷۶	۱۱۸/۲۵	۲۲۶/۵۴	۳۶۵/۹۲	۷۲۴/۹۰	۷/۵۶a	۷/۳۸a-c
عقدا	۳/۳۱e	۳/۰۷d	۶/۲۵	۰/۴۷	۲/۱۷	۹/۵۴	۵/۸۵	۷/۶۴a	۷/۹۸a
ابرکوه	۴/۰۶e	۴/۴۷cd	۴/۴۱	۳/۳۵	۲/۶۵	۵/۷۷	۵/۶۸	۷/۱۵a	۷/۲۵bc

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نیستند.

** مقایسه میانگین برای بیشینه و کمینه شوری خاک، با توجه به گزارش موردی نتایج و همچنین برای شوری و اسیدیته آب با توجه به وجود تنها یک نمونه در هر منطقه انجام نشده است.

جدول ۴- میانگین شوری (گرم املاح در کیلوگرم خاک) و اسیدیته خاک در اراضی خارشتر بررسی شده در استان یزد

منطقه	شوری خاک*	اسیدیته خاک*	وزن تر	وزن خشک
بافق	۱۱/۰۲cd	۷/۰۸b	۲۴/۹۷a	۶/۸۹a
جوادیه	۱۱/۵۳cd	۷/۴۲ab	۲۳/۲۲a	۶/۷۵a
پهاباد	۲۷/۲۱b	۷/۷۸a	۱۵/۹۵c	۳/۹۳c
جلگه	۱۹/۴۵c	۷/a۵۲ab	۱۷/۷۹b	۵/۲۶b
اردکان	۲۷۶/۱۷a	۷/۴۷ab	۹/۹e	۳/۴۳e
عقدا	۳/۱۹e	۷/۸۱a	۱۲/۰۵d	۳/۶۹de
ابركوه	۴/۲۷de	۷/۲۰ab	۱۶/۱۳bc	۴/۸۸b

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نیستند.
*: میانگین دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری

جدول ۵- همبستگی شوری و اسیدیته خاک و آب با وزن تر و خشک خارشتر در اراضی بررسی شده

وزن تر	شوری خاک		اسیدیته خاک		وزن خشک
	(۰-۳۰ سانتیمتری)	(۳۰-۶۰ سانتیمتری)	(۰-۳۰ سانتیمتری)	(۳۰-۶۰ سانتیمتری)	
۰/۷۰۶*	۰/۴۰۲	۰/۶۹۸*	۰/۷۱۱*	۰/۸۲۲*	۰/۰۲۲
۰/۸۲۰**	۰/۸۴۴**	۰/۷۰۳*	۰/۸۴۵**	۰/۷۶۰*	۰/۱۱۰

** و * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۶- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای تعیین مؤثرترین صفات بر وزن تر خارشتر در اراضی بررسی شده

گام	ویژگی	R ² جزئی	R ² مدل	مقدار F
۱	اسیدیته خاک (۳۰-۶۰ سانتیمتری)	۰/۸۱۱۰	۰/۸۱۱۰	۱۲۴/۲۰**
۲	شوری خاک (۰-۳۰ سانتیمتری)	۰/۱۱۲۱	۰/۹۲۳۱	۸۱/۴۴**
۳	اسیدیته خاک (۰-۳۰ سانتیمتری)	۰/۰۵۵۶	۰/۹۷۸۷	۶۷/۳۳**

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای تعیین مؤثرترین صفات بر وزن خشک خارشتر در اراضی بررسی شده

گام	ویژگی	R ² جزئی	R ² مدل	مقدار F
۱	اسیدیته خاک (۰-۳۰ سانتیمتری)	۰/۸۸۱۵	۰/۸۸۱۵	۱۶۰/۱۳**
۲	شوری خاک (۳۰-۶۰ سانتیمتری)	۰/۰۵۹۸	۰/۹۴۱۳	۹۸/۳۳**
۳	اسیدیته خاک (۳۰-۶۰ سانتیمتری)	۰/۰۳۰۳	۰/۹۷۱۶	۴۵/۹۱**
۴	شوری خاک (۰-۳۰ سانتیمتری)	۰/۰۱۲۰	۰/۹۸۳۶	۹/۱۴*

بحث

به‌طور کلی میانگین شوری خاک در اراضی خارشتر از حدود ۳ تا ۲۷۶ گرم املاح در کیلوگرم خاک به‌ترتیب در عقدا و اردکان متغیر بود. به‌طور میانگین بیشترین رویش و تولید گیاهی به‌ترتیب در بافق، بهاباد، ابرکوه، عقدا و اردکان مشاهده شد که تقریباً با تغییرات شوری و اسیدیته خاک آنها منطبق بود. بیشترین وزن خشک تولیدی خارشتر حدود ۷ تن در هکتار بود که در بافق (شوری آب ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شوری خاک ۱۱ گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. نتایج نشان داد که خارشتر تحمل بسیار بالایی به شوری آب و خاک دارد، ولی به اسیدیته خاک متحمل نبود، کما اینکه در عقدا که شوری خاک پایین بود، به علت بالاتر بودن اسیدیته خاک نتوانست تولید بالایی داشته باشد. با توجه به یافته‌ها، اگرچه امکان رشد و بقای خارشتر با استفاده از منابع آب لب‌شور (عقدا و ابرکوه)، شور (باقق) و بسیار شور (بهاباد و اردکان) وجود دارد، ولی کشت آن تنها با آب شور یا بسیار شور توصیه می‌شود، زیرا با آب لب‌شور امکان کشت گیاهان دیگری با ارزش افزوده بیشتر وجود دارد.

منابع مورد استفاده

- M.H., 2007. An overview of salinity problem in Iran: assessment and monitoring technology: 21. In: Anonymous (Ed.). *Advances in the Assessment and Monitoring of Salinization and Status of Biosaline Agriculture*. FAO Press, 82p.
- Dehghan Banadaki, M.K., Jamali, A.A., Rousta, M.J. and Dashtakian, K., 2014. Correlation of EM38 device for soil salinity assessment in Fahraj plain. *Proceedings of the 1st Congress on Application of Modern Science and Technology in Agriculture and Natural Resources, Iran*, 6 March: 1-7.
- Gharibnaseri, M.K. and Mard, S.A., 2007. Gastroprotective effect of *Alhagi camelorum* on experimental gastric ulcer in rats. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 10: 343-350.
- Hedayati Firoozabadi, A., Kazemeini, S. and Pirasteh-Anosheh, H., 2017. Evaluation of different planting ratio of sorghum-kochia intercropping in varied salinity conditions. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(3): 685-698.
- Jie, Z., Jiang, Z.F. and Arndt, S.K., 2008. Growth, physiological characteristics and ion distribution of NaCl stressed *Alhagi sparsifolia* seedlings. *Chinese Science Bulletin*, 53: 169-176.
- Kurban, H., Hirofumi, S., Kunito, N., Rahmutulla, A. and Fujita, K., 1998 Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic solutes in the leguminous plants *Alhagi pseudalhagi* and *Vigna radiate*. *Soil Science and Plant Nutrition*, 44(4): 589-597.
- Kurban, H., Hirofumi, S., Kunito, N. and Rahmutulla, A., 1999. Effect of salinity on growth, photosynthesis in leguminous plant *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 45(4): 851-62.
- Li, J., Liu, W. and Zhang, X., 2020. Evaluation algorithm of *Alhagi sparsifolia* desertification control under different irrigation amounts. *Earth Sciences Research Journal*, 24(4): 449-457.
- Meshkat, M., Rahimian, M. and Taghizadeh-Mehrjard, R., 2013. Investigation of EM38 accuracy for monitoring of soil salinity and its comparing with traditional method (Case study: Yazd-Ardakan plain). *Arid Biome*, 3(2): 72-83.
- Moameni, A., 2011. Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. *Iranian Journal of Soil Research*, 24: 203-215.
- Munakamwe, Z., 2016. Tackling camelthorn (*Alhagi maurorum* Medik.) in Victoria, Australia. *Plant Protection Quarterly*, 31(2): 44-45.
- Nikfam, F., Baghestani, M.A., Mirvakili, S.M. and Meighani, F., 2013. Investigating of phenological stages of camelthorn (*Alhagi pseudalhagi* L.) In
- Amiri, B., Assareh, M., Jafari, M., Rasuli, B. and Jafari, A., 2012. Effect of NaCl & Na₂SO₄ on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* & *Alhagi persarum*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(2): 233-243.
- Amiri, B., Afshari, A. and Rasouli, B., 2016. Investigation of new forage sources in different composition and silage with *Alhagi camelorum* and *Halocnemum strobilaceum* in Bushehr. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(3): 487-498.
- Arndt, S.K., Arampatsis, C., Foetzki, A., Li, X., Zeng, F. and Zhang, X., 2004. Contrasting patterns of leaf solute accumulation and salt adaptation in four phreatophytic desert plants in a hyperarid desert with saline groundwater. *Journal of Arid Environments*, 59: 259-270.
- Bazoobandi, M., Barati, M. and Haghghi, S., 2006. Physiological response of *Alhagi pseudalhagi* to root exhausting management during fallow season. *Journal of Weed Science*, 2: 84-95.
- Cheraghi, S.A.M., Hasheminejad, Y. and Rahimian,

- in *Alhagi pseudalhagi*. Journal of Agricultural Science and Technology, 18: 411-423.
- Sudduth, K.A., Kitchena, N.R., Wieboldb, W.J., Batchelor, W.D., Bollerod, G.A., Bullockd D.G., Claye, D.E., Palmb, H.L., Piercef, F.J., Schulerg, R.T. and Thelen K.D., 2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. Computers and Electronics in Agriculture, 46: 263-283.
 - Yang, X., Zheng, J.H., Mu, C. and Lin, J., 2017. Predictions of potential geographical distribution of *Alhagi sparsifolia* under climate change. China Journal of Chinese Materia Medica, 42(3): 450-455.
 - Zhang, X.L., Zeng, F.J., Liu, B., Liu, Z., An, G.Z. and Sun, X.W., 2010. Effects of different soil moisture treatments on the photosynthesis and dry matter accumulation of *Alhagi sparsifolia* seedlings. Journal of Arid Zone Research, 4: 649-655.
 - Zhang, B., Gui, D., Gao, X., Shareef, M., Li, L. and Zeng, F., 2018. Controlling soil factor in plant growth and salt tolerance of leguminous plant *Alhagi sparsifolia* Shap. In saline deserts, northwest China. Journal of Contemporary Problems of Ecology, 11: 111-121.
 - Zobayed, M.A., Murch, S.J. and El-Demerdash, M.A., 2007. NaCl enhances growth and morphogenesis potential of *Alhagi graecorum*. In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 53: 54-35.
 - Yazd province. Journal of Weed Ecology, 1: 1-8.
 - Pirasteh-Anosheh, H., 2020. Breaking seed dormancy of camelthorn (*Alhagi maurorum*) using different treatment and salinity tolerance threshold level evaluation at germination stage. Iranian Journal of Seed Research, 7: 181-192.
 - Rahimian, M.H. and Hasheminejad, Y., 2011. Calibration of electromagnetic induction device (EM38) for soil salinity assessment. Iranian Journal of Soil Research, 24(3): 243-252.
 - Rahimian, M., Nouri, M., Tabatabaei, S. and Qaemnia, A., 2014. Correlation of EM38 data and some soil physical properties under salinity condition. Iranian Journal of Soil Research, 28: 197-207.
 - Ranjbar, G., Dehghani, F., Pirasteh-Anosheh, H. and Banakar, M., 2019. Improving salt tolerance threshold of *Salicornia bigelovii* at germination stage using gibberellic acid pretreatment at different levels of seawater salinity. Iranian Journal of Range and Desert Research, 26: 62-72.
 - Schmidhalter, U., Zintel, A. and Neudecker, E., 2001. Calibration of electromagnetic induction measurements to survey the spatial variability of soils. Proceedings of the 8th Conference Precision Agriculture. France, 8-11 July: 479-484.
 - Shawkat, M., Nasir, M., Chen, Q. and Kurban, H., 2017. Effect of salt stress on photosynthetic gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters

Evaluating the ability of camelthorn (*Alhagi maurorum* Medik.) growth in saline lands of Yazd Province

H. Pirasteh-Anosheh^{1*}, M. Shiran Tafti², F. Dehghany³ and G. Ranjbar³

1*-Corresponding author, Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran, Email: h.pirasteh.a@gmail.com

2- Researcher, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

3- Associate Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

Received: 09/06/2020

Accepted: 02/01/2021

Abstract

In the current research, some soil properties and growth of camelthorn (*Alhagi maurorum* Medik.) were monitored in saline lands in Yazd Province during 2019-2020. Accordingly, the ability of this species was determined for growing in saline lands. For this purpose, seven rangelands in Yazd consisting of Bafgh, Javadieh, Bahabad, Jolgeh, Ardakan, Aghda, and Abarkooh were selected, in which *Alhagi* was dominant vegetation. The salinity of saturated extract (ECe) and pH of the soil, salinity and pH of water, fresh and dry weight were measured by sampling, and apparent soil salinity (ECa) was assessed by electromagnetic induction device (EM38). The results showed that regression coefficients (R²) of estimating soil salinity using EM38 devices in different regions were accepted and varied between 0.52-0.86. Soil salinity levels varied over the surveyed lands from 2.17 g salt/kg soil in Aghda to 226.5 g salt/kg soil in Ardakan for 0-30 cm soil depth and from 0.4 g salt/kg soil in Bafgh to 118.3 g salt/kg soil in Ardakan for 30-60 cm soil depth. The maximum production of ryegrass, equal to 25 tons ha⁻¹ of fresh weight and 7 tons ha⁻¹ of dry weight, was observed in Bafgh with water salinity of 12 dS m⁻¹ and soil salinity of 11 g kg⁻¹. On average, the highest production was observed in Bafgh, Bahabad, Abarkooh, Aqda, and Ardakan, respectively, which was almost consistent with changes in soil salinity and acidity. It seems that *Alhagi* has a high tolerance to water and soil salinity; however, it is sensitive to soil pH. The use of the EM38 device to evaluate soil salinity in lands with camelthorn cover of Yazd province was reasonably accurate and recommended for monitoring the soil salinity of other rangelands. However, calibration in each area and for each soil depth separately is necessary.

Keywords: Xerophyte, haloculture, forage, halophyte.