مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2021.125051
جلد ۲۸ شماره ۳، صفحه ۴۳۴-۴۲۴، (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1400.28.3.4.2

بررسی اثرهای معدن منگنز صوفیوند شهرستان هرسین بر خاک و خصوصیات فیزیولوژیک گونه *Astragalus parrowianus*

فرهاد ویسی[1] و داود اخضری[2*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

۲*- نویسنده مسول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

پست‌الکترونیک: akhzari@malayeru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۶

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر معدن منگنز صوفیوند شهرستان هرسین استان کرمانشاه بر خصوصیات خاک، رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه گون زرد (*Astragalus parrowianus*) در سال ۱۳۹۸ انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در اردیبهشت‌ماه از خاک و گیاه بر اساس طرح سیستماتیک تصادفی در پنج دایره هم مرکز در فواصل مختلف ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری در اطراف معدن منگنز صوفیوند انجام گردید. همچنین ۶ نمونه از گیاه گون و خاک منطقه شاهد (خارج از مراتع اطراف معدن و در شرایط مشابه ادافیکی و توپوگرافی) نیز تهیه شد. نتایج نشان داد که رشد و خصوصیات فیزیولوژیک گون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله از معدن منگنز قرار گرفته است. به‌طوری‌که بیشترین نسبت وزن ریشه به اندام هوایی (۰/۸۵)، فاکتور انتقال (۱/۹)، فاکتور غلظت ریشه (۴) و نسبت پرولین (۰/۸ µmol/g) در گون در فاصله ۱۰۰ متری از معدن مشاهده شد که در سطح احتمال ۰/۰۵ با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین کمترین طول ساقه (۱۲ cm)، کل محتوای نیتروژن (٪ ۳)، اسانس (٪ ۰/۲)، فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۴۵ Units/mg) و آنزیم پراکسیداز (۰/۲ Units/mg) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز مشاهده شد که همگی با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ داشتند. مقایسه میانگین مقدار کمی پارامترهای مذکور در فواصل ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری با تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که هر چه به معدن نزدیک شویم اثرهای منگنز بر گیاه گون بیشتر و مخرب‌تر شده است.

واژه‌های کلیدی: کاتالاز، پراکسیداز، پرولین، مواد آلی، کرمانشاه، Astragalus.

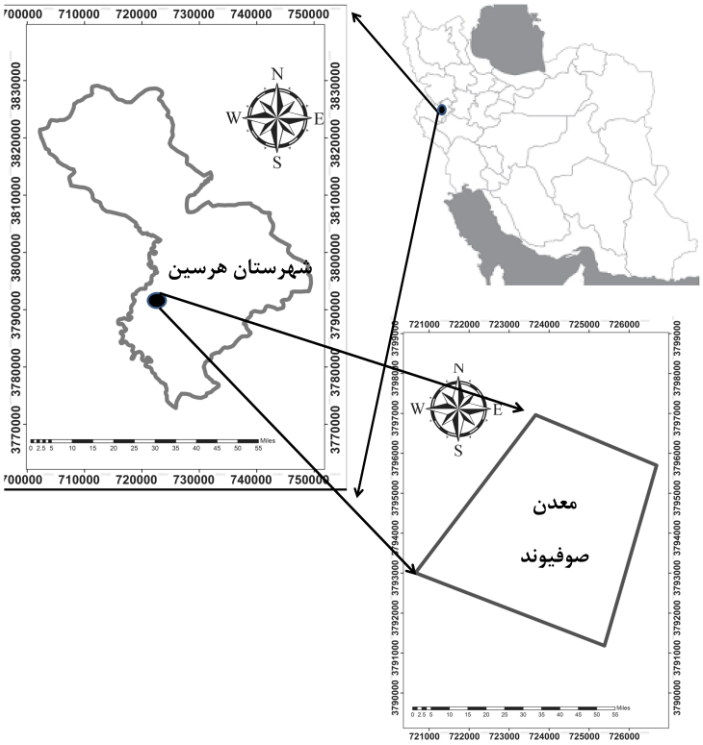
مقدمه

مراتع از مهمترین منابع تجدید شونده هستند که به‌دلیل وسعت و اثرهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خاص، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Aliakbari *et al*., 2010). اما در ایران نیز همانند اغلب کشورهای در حال توسعه، مراتع به دلایل مختلف ازجمله مدیریت غیراصولی در معرض تخریب و نابودی قرار گرفته‌اند (Aliakbari *et al*., 2010). گون (*Astragalus* spp.) یکی از این گیاهان مرتعی است که در ایران بیش از ۷۰۰ گونه دارد (Masoumi, 2005). به‌طورکلی معادن یکی از منابع رهاسازی فلزات سنگین در محیط‌زیست هستند (Tavankar & Shafeghat, 2008). وجود فلزات سنگین در اطراف این معادن، امری بدیهی است که برحسب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در فواصل مختلف از معادن منتشر می‌شوند (Fakhimi, 2020). فلزات سنگین از

آلاینده‌های خطرناک زیست محیطی هستند که از طریق ورود به زنجیره غذایی موجب بروز خطرات برای گیاهان، سایر موجودات زنده و انسان‌ها می‌شوند. آلودگی خاک به فلزات سنگین به دلیل سمیت و پایداری آنها در محیط‌زیست و نگرانی از نظر سلامت عمومی اهمیت دارد (Afonne & Ifediba, 2020). عناصری با وزن اتمی ۶۳/۵۴ تا ۲۰۰/۵۹ و چگالی بالاتر از ۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب جزو فلزات سنگین طبقه بندی می‌شوند (Madani *et al*., 2010). فلزات به‌طور طبیعی در غلظت‌های کم در خاک و سنگ یافت می‌شوند، اما فعالیت های انسانی سبب افزایش مقادیر رهاسازی و انتشار آنها در محیط‌زیست می‌شود (Askari *et al*., 2020). منابع مهم انسانی ورود فلزات سنگین به خاک شامل معدن‌کاوی، صنایع، حمل و نقل جاده‌ای، کوره‌سوزانی پسماند، استفاده از کودها و سموم شیمیایی کشاورزی است. اگرچه بسیاری از این فلزات ازجمله عناصر ضروری برای گیاهان محسوب می‌شوند، باوجوداین غلظت‌های بالای آنها سبب ایجاد اثرهای سمی در گیاهان و کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Tian *et al*., 2009). معمولا تراکم و تنوع پوشش‌گیاهی در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین کمتر از مناطق غیرآلوده اطراف است (Vafadar & Zare Mayvan, 2006). در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، گیاهانی که توانایی رشد، سازگاری و جذب فلزات را دارند، از جنبه‌های علمی و کاربردی از اهمیت زیادی برخوردارند (Askari *et al*., 2020). گیاهانی که قادر به جذب آلاینده‌های محیطی هستند، به عنوان یکی از ابزارهای پاکسازی خاک‌های آلوده مطرح هستند (Kord *et al*., 2018). فلزات سنگین موجود در خاک‌های آلوده به وسیله گیاهان جذب شده که در این بین برخی گیاهان میزان جذب بالاتری را نشان می دهند (Alavi & Moslemi, 2013). گیاهان می‌توانند فلزات سنگین را از خاک به وسیله ریشه خود و از هوا به وسیله روزنه برگ‌ها جذب کنند (Li *et al*., 2021). اقتصادی بودن و سازگاری گیاهان با محیط‌زیست ازجمله مزایای استفاده از آنها به عنوان راه حلی برای جذب عناصر سنگین است (Saleem *et al*., 2020). معادن منگنز از طریق انتشار گردوغبار و گازهای آلاینده محیط‌زیست را در معرض آلودگی قرار می‌دهند (Rossini-Oliva *et al*., 2020). معادن منگنز از آن دسته صنایعی هستند که گردوغبار حاصل از آنها می‌تواند اثرهای منفی بالقوه‌ای بر اکوسیستم داشته باشد. البته فرایند تولید و استخراج منگنز به دلیل ماهیتی که دارد به عنوان یکی از منابع مهم آلودگی محیط‌زیست شناخته می‌شود (Liu *et al*., 2020). معادن منگنز ممکن است اثرهای نامطلوبی بر خاک و پوشش گیاهی مراتع داشته باشند. معدن منگنز صوفیوند در منطقه‌ای مرتعی احداث شده که تیپ غالب پوشش گیاهی این منطقه بوته‌های *Astragalus parrowianus* است. با توجه به ارزش اقتصادی و محیط‌زیستی خاک و گونه‌های مرتعی، مطالعه اثرهای معادن منگنز بر آنها اهمیت زیادی دارد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرهای معدن منگنز صوفیوند، شهرستان هرسین بر خاک و خصوصیات فیزیولوژیک گونه *Astragalus parrowianus* بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت سال ۱۳۹۸ در محدوده معدن منگنز روستای صوفیوند شهرستان هرسین استان کرمانشاه انجام شد. معدن منگنز مورد نظر در "۱۲ ' ۲۶ °۴۷ طول شرقی و "۳۸ ' ۱۵ °۳۴ عرض شمالی واقع شده است. اقلیم این منطقه معتدل بوده و براساس آمار ۱۵ ساله ایستگاه سینوپتیک شهرستان هرسین، میانگین بارندگی ۴۱۷ میلی‌متر در سال است. نمونه‌برداری از خاک و گیاه بر اساس طرح سیستماتیک تصادفی در چهار دایره هم مرکز در فواصل مختلف ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری در اطراف معدن منگنز صوفیوند (به گونه‌ای که معدن در مرکز این دایره‌ها قرار گیرد) انجام شد. نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌های گون توسط پلات‌های یک مترمربعی جمع‌آوری شدند. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک مراتع اطراف معدن صوفیوند در اردیبهشت سال ۱۳۹۸ (قبل از گلدهی گون) در امتداد دایره‌های هم مرکز در فواصل ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری به گونه‌ای انجام شد که معدن در مرکز همه این دایره‌های فرضی قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت معدن منگنز صوفیوند در شهرستان هرسین، استان کرمانشاه و ایران

در هر دایره فاصله‌ای از معدن منگنز، ۶ نمونه از خاک و گون جمع‌آوری شد. برای انجام مقایسات آماری، از فاصله حدود ۵۰۰۰ متری از معدن مذکور و در شرایط مشابه ادافیکی و توپوگرافی، ۶ نمونه از گیاه گون و ۶ نمونه از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری از خاک (به‌عنوان شاهد نمونه‌های گیاهی و خاک) تهیه شد. غلظت عنصر منگنز با استفاده از روش تحلیلی طیف‌سنجی پلاسمای القایی (ICP-OES) در دانشگاه کرمانشاه اندازه‌گیری شد. فاکتور انتقال (Translocation Factor) از محاسبه نسبت غلظت منگنز موجود در شاخ و برگ گون به غلظت منگنز موجود در ریشه گون محاسبه شد (Marchiol *et al.*, 2004). همچنین فاکتور غلظت ریشه (Root Concentration Factor) با توجه به غلظت عنصر منگنز در ریشه گیاه گون محاسبه شد (Yoon *et al.*, 2006). اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز با روش Chance و Maehly (۱۹۵۵) انجام شد. در این تحقیق برای تعیین غلظت پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) خاک بوسیله pH و EC متر در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد. درصد آهک و مواد آلی خاک به‌ترتیب با روش‌های تیتراسیون و والکلی-بلک تعیین شدند. وزن مخصوص ظاهری از روش استاندارد و بافت خاک نیز از روش هیدرومتر تعیین گردید.

قبل از انجام هر گونه تحلیل آماری، بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولوموگراف-اسمیرنوف و همگنی داده‌ها با آزمون لیون انجام شد. با توجه به نرمال و همگنی داده‌ها، تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS19 و تجزیه واریانس یک‌طرفه در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

اثر فاصله از معدن منگنز بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج به‌دست آمده از بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و

شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. مقایسه میانگین ماده آلی، آهک، هدایت الکتریکی، اسیدیته و وزن مخصوص ظاهری خاک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ است. البته بررسی میانگین غلظت منگنز (mg/kg)، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در غلظت این عنصر در فواصل مختلف از معدن بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر فاصله از معدن منگنز بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

ویژگی خاک	فاصله از معدن (متر)					
	شاهد	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
ماده آلی (٪)	۰/۰۱۸ a	۰/۰۱۷ a	۰/۰۱۶ a	۰/۰۱۵ a	۰/۰۱۷ a	۰/۰۱۴ a
آهک (٪)	۴۲/۲۶ a	۳۹/۱۳ a	۳۷/۱۴ a	۳۹/۱۶ a	۳۹/۶۳ a	۳۲/۱۱ a
هدایت الکتریکی	۰/۳۴ a	۰/۴۳ a	۰/۴۱ a	۰/۴۰ a	۰/۳۹ a	۰/۴۲ a
اسیدیته	۷/۰۳ a	۷/۰۲ a	۶/۸۲ a	۵/۸۲ a	۷/۰۲ a	۷/۰۱ a
وزن مخصوص ظاهری	۱/۱۳ a	۱/۱۳ a	۱/۲۴ a	۱/۶۷ a	۱/۳۸ a	۱/۲۵ a
غلظت منگنز (mg/kg)	۸۲/۶۷ d	۱۱۷/۲۲ a	۱۰۲/۳۸ bc	۹۱/۱۹ cd	۸۹/۲۲ d	۸۸/۳۱ d

حرو لاتین غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین صفات در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

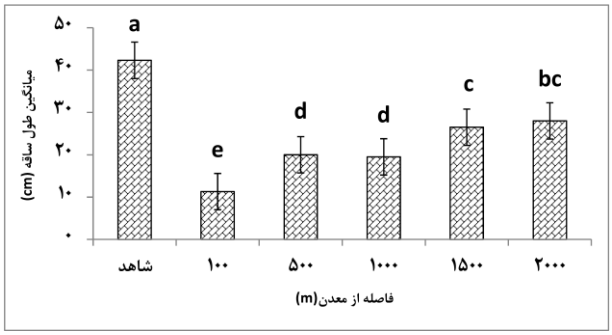
بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین طول ساقه (شکل ۲) نشان داد که ارتفاع ساقه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین میزان طول ساقه (۱۲ سانتی‌متر) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین طول ساقه (۴۲ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان طول ساقه در همه فواصل بررسی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

اثر فاصله از معدن منگنز بر طول ساقه، نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی، نیتروژن کل، فاکتورهای انتقال، غلظت ریشه و غلظت پرولین گیاه گون

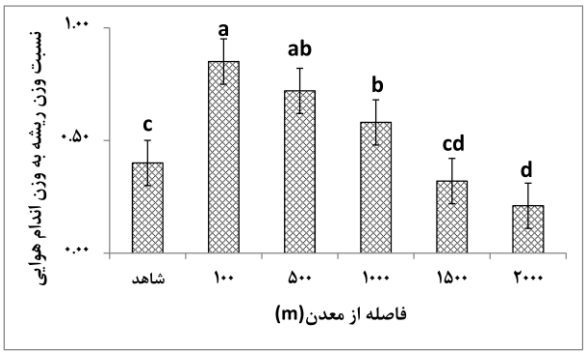
بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون (شکل ۳) نشان داد که نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن کاهش یافته است. به‌طوری‌که کمترین نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون (۰/۲) در فاصله ۲۰۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون (۰/۸۵) در فاصله۱۰۰ متری مشاهده شد (شکل ۳). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون در همه فواصل بررسی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین کل محتوای نیتروژن گیاه گون (شکل ۴) نشان داد که محتوای نیترژن گیاه گون به طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن افزایش می‌یابد. به طوری‌که کمترین کل محتوای نیترژن گیاه گون (۳٪) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین محتوای نیترژن گون (۸٪) در نمونه شاهد مشاهده شد (شکل ۴). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان طول ساقه در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین فاکتور انتقال در گیاه گون (شکل ۵) نشان داد که فاکتور انتقال در گیاه گون به‌طور معنی داری با افزایش فاصله از معدن کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین فاکتور انتقال در گیاه گون (۰/۵) در تیمار شاهد و بیشترین نسبت فاکتور انتقال در گیاه گون (۱/۹) در فاصله

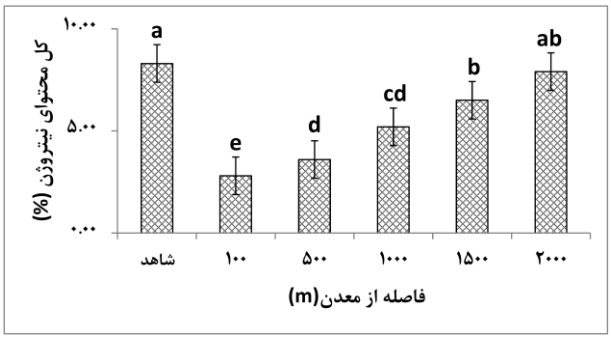
۱۰۰ متری مشاهده شد (شکل ۵). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین فاکتور غلظت ریشه گیاه گون (شکل ۶) نشان داد که فاکتور غلظت ریشه گیاه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین فاکتور غلظت ریشه گیاه گون (۲/۱) در تیمار شاهد و بیشترین نسبت فاکتور غلظت ریشه گیاه گون (۴) در فاصله ۱۰۰ متری مشاهده شد (شکل ۶). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین پرولین گیاه گون (شکل ۷) نشان داد که پرولین گیاه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین پرولین (۰/۳۵) گیاه گون در تیمار شاهد و بیشترین پرولین (۰/۸) گیاه گون در فاصله ۱۰۰ متری مشاهده شد (شکل ۷). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



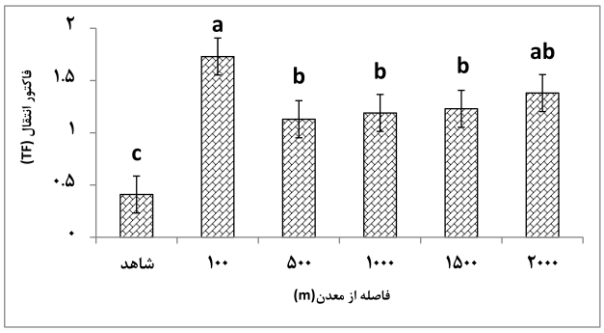
شکل ۲- میانگین طول ساقه در فواصل مختلف از معدن



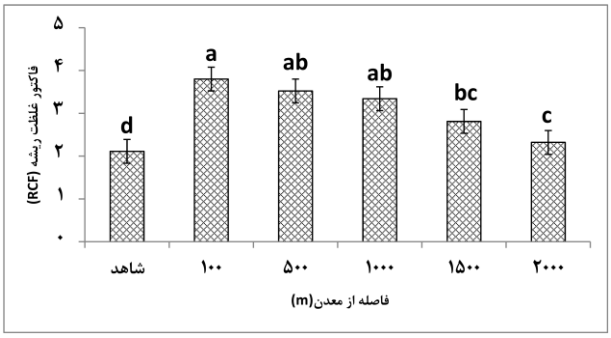
شکل ۳- میانگین نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی



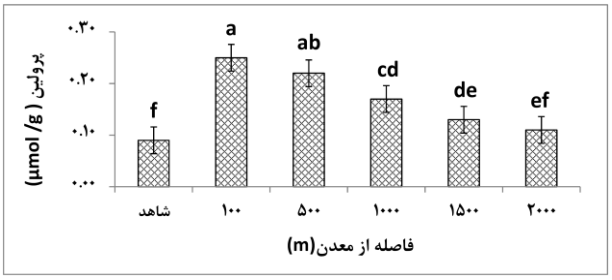
شکل ۴- نیتروژن کل در فواصل مختلف از معدن منگنز



شکل ۵- نسبت فاکتور انتقال در فواصل مختلف از معدن منگنز



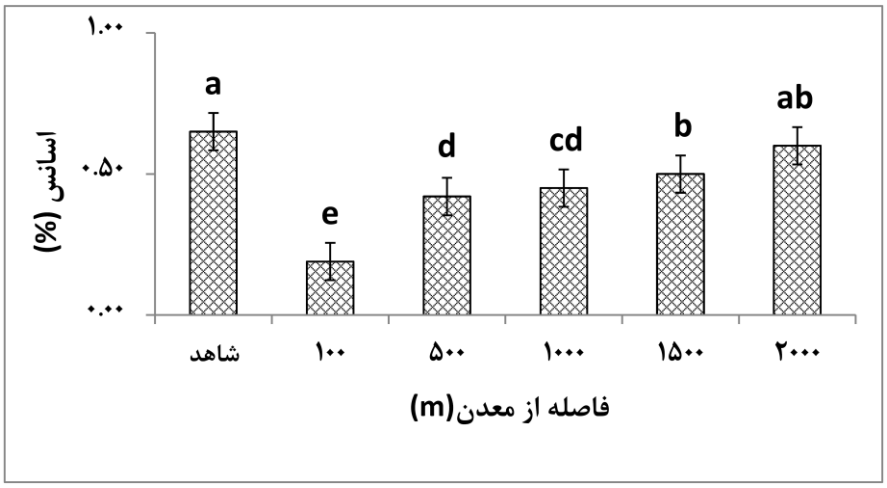
شکل ۶- فاکتور غلظت ریشه در فواصل مختلف



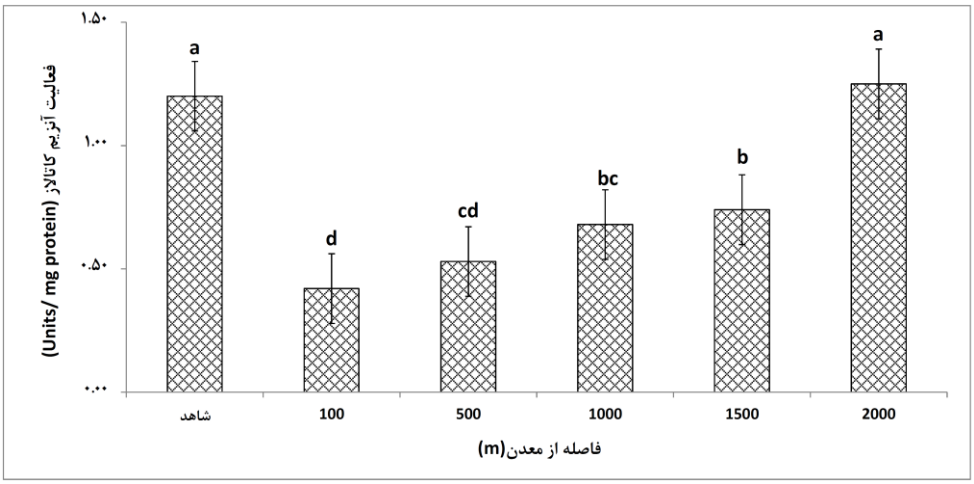
شکل ۷- میانگین پرولین گیاه گون در فواصل مختلف

اثر فاصله از معدن منگنز بر میانگین درصد اسانس گیاه گون

بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین درصد اسانس گون (شکل ۸) نشان داد که درصد اسانس گیاه گون به‌طور معنی داری با افزایش فاصله از معدن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین اسانس گیاه گون (۰/۲٪) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین اسانس گیاه گون (۰/۸٪) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۸). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان اسانس گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



شکل ۸- میانگین درصد اسانس گیاه گون در فاصله‌های مختلف از معدن منگنز



شکل۹- میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز گیاه گون در فاصله‌های مختلف از معدن منگنز

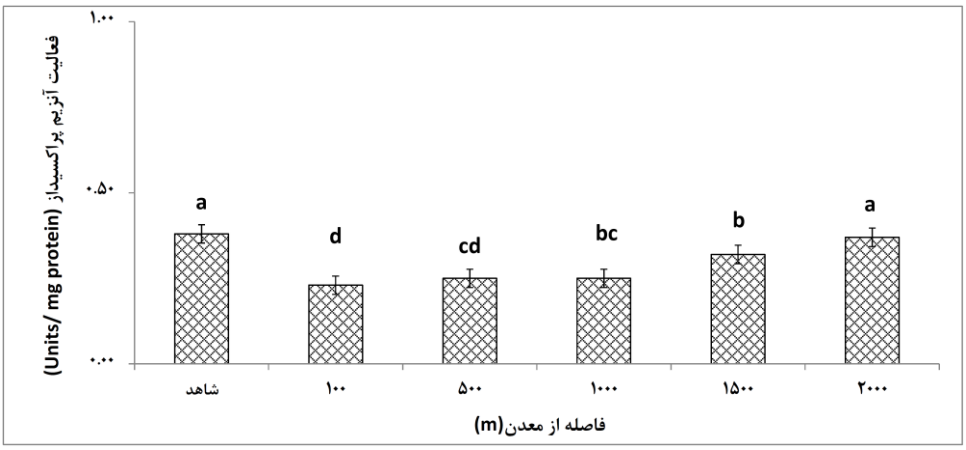
اثر فاصله از معدن منگنز بر میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون

بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون (شکل ۹) نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون (۰/۴۵) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون (۱/۳٪)

در فاصله ۲۰۰۰ متری مشاهده شد (شکل ۹). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

اثر فاصله از معدن منگنز بر میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون

بررسی نتایج به‌دست آمده از میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون (شکل ۱۰) نشان داد که فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله از معدن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون (۰/۲) در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون (۰/۴) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱۰). همچنین بررسی نتایج آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که میان فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون در همه فواصل بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



شکل ۱۰- میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه گون در فاصله‌های مختلف از معدن منگنز

بحث

ماده آلی، آهک، هدایت الکتریکی، اسیدیته و وزن مخصوص ظاهری ازجمله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هستند که در تحرک فلزات سنگین تأثیر بسزایی دارند (Zeeshan *et al.*, 2021). مقایسه میانگین ماده آلی، آهک، هدایت الکتریکی، اسیدیته و وزن مخصوص ظاهری خاک در فواصل مختلف از معدن منگنز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. درحالی‌که بررسی میانگین غلظت منگنز (mg/kg)نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار این صفت در فواصل مختلف از معدن مورد بررسی بود. Qin و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از مهمترین عوامل مؤثر در تحرک فلزات سنگین است و تأثیر معنی‌داری بر غلظت منگنز انباشته شده در گیاه دارد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج ارائه شده توسط Deng و همکاران (۲۰۲۰) که اعلام کردند غلظت منگنز در فواصل مختلف از خاک اطراف معدن تفاوت معنی‌داری دارد، در یک راستاست. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش فاصله از معدن منگنز میانگین طول ساقه در گیاه گون کاهش پیدا کرده و دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بود. نتایج ارائه شده نشان‌دهنده غلظت بالاتر منگنز در خاک های نزدیکتر به معدن بود که احتمالاً این افزایش غلظت منگنز، باعث کاهش رشد گیاه گون شده است. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج Rossini-Oliva و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند افزایش غلظت ریشه سبب کاهش طول اندام هوایی است، هم‌خوانی دارد. پژوهش‌های دیگر نشان‌دهنده آن است که سمیت منگنز کمتر به ریشه‌های گیاه

آسیب وارد می‌کند بلکه منگنز به دلیل جذب آسان و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی، بیشتر اندام هوایی را متأثر می‌نماید (Qin *et al*., 2020). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که هر چه فاصله بوته‌های گون به معدن منگنز نزدیکتر باشد نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی بیشتر شده که اختلاف معنی‌داری با شاهد دارد. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که وقتی گیاهان در معرض غلظت‌های بالای فلزات سنگین قرار می‌گیرند، وزن تر و خشک و طول بخش هوایی و ریشه در آنها کاهش می‌یابد (Cheng & Huang, 2006). پارامتر نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی در مطالعات فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پارامتر نشان‌دهنده توان سازگاری گیاهان در برابر تنش‌های غیرزنده محیطی مانند تنش آلودگی به فلزات سنگین است. البته هرچه مقدار عددی وزن ریشه به وزن اندام هوایی بیشتر باشد، نشان‌دهنده شدت بالاتر تنش محیطی است (Akhzari *et al*., 2016). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با کاهش فاصله از معدن، میزان محتوای نیتروژن گیاه گون به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، به گونه ای که کمترین محتوای نیتروژن این گیاه در فاصله ۱۰۰ متری از معدن مشاهده شد. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های Liu و همکاران (۲۰۲۰) که بیان کردند افزایش غلظت منگنز سبب کاهش محتوای نیتروژن گیاه شد، هم‌خوانی دارد. فاکتور انتقال برای ارزیابی توانایی گیاه در انتقال فلزات سنگین از ریشه به اندام هوایی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقادیر کمتر از یک این پارامتر نشان دهنده توان بیشتر گیاه به تجمع فلزات سنگین در اندام‌های زیرزمینی و تمایل کمتر برای انتقال فلزات سنگین به اندام هوایی است (Akhzari *et al*., 2016). انحلال‌پذیری فلزات سنگین در مایعات بافتی و متابولیسم حاکم بر گونه گیاهی ازجمله عوامل اصلی در تعیین مقدار عددی این پارامتر است (Singh & Chakraborty, 2020). نتایج این تحقیق نشان داد که در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز بالاترین مقدار عددی فاکتور انتقال مشاهده شد. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات Singh و Chakraborty (۲۰۲۰) که نشان دادند فاکتور انتقال در آلودگی‌های شدیدتر بیشتر است، مطابقت دارد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین میانگین فاکتور غلظت ریشه در فاصله ۱۰۰ متری از معدن منگنز مشاهده شد و مقدار عددی آن با تیمار شاهد در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در تأیید نتایج این بخش از پژوهش، Kavi-Kishore (۲۰۰۵) بیان کرد که افزایش میزان فلز سنگین مس در خاک سبب افزایش فاکتور غلظت ریشه در گیاه کلزا شده‌است. به‌طوری‌که بیشترین غلظت پرولین در کمترین فاصله از معدن منگنز مشاهده شد و با دور شدن از معدن، غلظت این پروتئین کاهش یافته است. پرولین یکی از ترکیبات مهم سیستم دفاعی گیاهان در شرایط تنش است. این پروتئین در هنگام مواجهه گیاه با تنش‌های محیطی در گیاه ایجاد می‌شود (Akhzari & Shayganfar, 2019). تجمع پرولین در پاسخ به تنش فلزات سنگین، یک سازوکار دفاعی در میان گیاهان است. گیاه با تجمع پرولین، پلی‌آمین، ترهالوز، افزایش ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها و پروتئین سازی می‌تواند در برابر تنش محیطی ایجاد شده مقاومت کند. ازاین‌رو به نظر می‌رسد افزایش میزان پرولین در کاهش اثرهای تنش نقش دارد (Akhzari & Shayganfar, 2019). پرولین تحمل گیاهان به تنش را از طریق سازوکارهایی مانند تنظیم اسمزی، حفاظت آنزیم‌ها در برابر دناتوره شدن و تثبیت سنتز پروتئین افزایش می‌دهد (Kavi-Kishore, 2005). تجزیه نتایج آماری سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد که کمترین و بیشترین درصد اسانس گونه گیاهی گون به‌ترتیب در ۱۰۰ متری و تیمار شاهد مشاهده شده است و با افزایش فاصله از معدن، درصد اسانس به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج تحقیق Youssef (۲۰۲۰) که به کاهش درصد اسانس گونه گیاهی *Ocimum basilicum* تحت تنش فلزات سنگین دلالت دارد، در یک راستاست. نتایج تجزیه واریانس مقدار کمی داده‌های مربوط به آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نشان داد که بیشترین مقدار عددی این آنزیم‌ها در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در

فاصله ۱۰۰ متری مشاهده شده است. بنابراین نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج پژوهش Pan و همکاران (۲۰۱۸) که نشان دادند با افزایش غلظت منگنز ترکیبات ثانویه مورد نیاز برای تولید و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز کاهش می‌یابد، در یک راستاست.

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که اثرهای مخرب معدن‌کاوی در فواصل نزدیک‌تر به معدن بیشتر است. به‌طوری‌که هر چه به معدن نزدیک شویم اثرهای منگنز بر گیاه گون بیشتر و مخرب‌تر شده است. فلزات سنگین از طریق چرای دام‌ها وارد بدن دام و در نهایت مواد غذایی مورد استفاده انسان‌ها می‌شوند. بنابراین بهتر است که چرای دام در فواصل نزدیک به معدن انجام نشود.

منابع مورد استفاده

– Afonne, O.J. and Ifediba, E.C., 2020. Heavy metals risks in plant foods – need to step up precautionary measures. Journal of Current Opinion in Toxicology, 22 (3): 1-6.

– Akhzari, D. and Shayganfar, A., 2019. The interaction of *Artemisia persica* allelopathy, drought and *Arbuscular Mycorrhizal* Fungi on Growth and Physiological Indices of *Ferula haussknechtii* H. Wolff ex Rech.f. Journal of Ecopersia, 7(4): 203-210.

– Akhzari, D., Khedmati, M., Soleymani, A.R. and Pessarakli, M., 2016. Growth, survival, protein content, and phytoremediation potency of various rangeland plant species (*Medicago polymorpha* L., *Medicago rigidula* L., and *Onobrychis sativa* L.) Grown in Vermicompost-Containing Potting Media. Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47(20):2261-2270.

– Alavi, I. and Moslemi, M., 2013. Selection and prioritization of suitable plant species for mine land reclamation using fuzzy TOPSIS method Case study: Chadormaloo Iron Ore Mine, Bafgh, Yazd Province. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 20 (3): 486-494.

– Aliakbari, M., Jafari, R., Vahabi, M.R. and Saadatfar, A., 2010. Determining potential site for *Astragalus verus* with combination of GIS and remote sensing. Journal of Remote sensing and GIS in Natural Resources, 1 (1): 15-29.

– Askari, M.S., Alamdari, P., Chahardoli, S. and Afshari, A., 2020. Quantification of heavy metal pollution for environmental assessment of soil condition. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 192 (2): 153-162.

– Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Journal of Plant and Soil, 39 (1): 205-207.

– Chance, M. and Maehly, A.C., 1955. Assay of catalases and peroxidases. Journal of Methods in Enzymology, 2 (3): 764-817.

– Cheng, S. and Huang, C., 2006. Influence of cadmium on growth of root vegetable and accumulation of cadmium in the edible root. International Journal of Applied Sciences and Engineering, 4 (3): 243–252.

– Deng, J. Yin, Y. Zhu, W. and Zhou, Y., 2020. Response of soil environment factors and microbial communities to phytoremediation with *Robinia pseudoacacia* in an open-cut magnesite mine, 31 (16): 2340-2355.

– Fakhimi, E., 2020. The effect of mining on changes in diversity, richness and vegetation structure of rangelands (Case study Copper Mine in Dareh Zereshk, Yazd province, Iran). Iranian Journal of Range and Desert Research, 27 (4): 774-786.

– Kavi-Kishore, P.B., Sangam, S., Amrutha, R.N., Laxmi, P.S., Naidu, K.R., Sambasiva-Rao, K.R.S., Rao, S., Reddy, K.J. and Nese, S., 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Journal of Current Science, 88 (3): 424-438.

– Kord, B., Safikhani, F., Khademi, A. and Pourabbasi, S. 2018. Investigating the role of rangeland plants in remediation of soils contaminated with lead and zinc. Iranian Journal of Range and Desert Research, 25 (1): 78-88.

– Li, X., Zhang, M., Li, Y., Yu, X. and Nie, J., 2021. Effect of neonicotinoid dinotefuran on root exudates of Brassica rapa var. chinensis. Journal of Chemosphere, 3 (2): 129-136.

– Liu, K., Liang, X., Li, C., Yu. F. and Li, Y., 2020. Nutrient status and pollution levels in five areas around a manganese mine in southern China. Journal of Frontiers of Environmental Science & Engineering. 14 (2): 90-100.

– Madani, E., Safyanian, A.R., Mirghafari, N. and Khodakarami, L., 2010. Determining the spatial distribution of heavy metals (iron, cobalt and vanadium) in the soil surface of Hamadan Province. Geomatic Conference, 1-10.

– Marchiol, L. Assolari, S. Sacco, P. and Zerbi, G., 2004. Phytoextraction of heavy metals by canola and radish grown on multicontaminated soil. Journal of

Environmental Pollution, 132 (1): 21-27.
– Masoumi, A.A., 2005. Astragalus of Iran. Publications of Forests and Rangelands Research Institute, 786 P.
– Pan, G., Liu, W., Zhang, H. and Liu, P., 2018. Morphophysiological responses and tolerance mechanisms of *Xanthium strumarium* to manganese stress. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety, 165 (2): 654–661.
– Qin, C., Yuan, X., Xiong, T., Tan, Y. and Wang, H., 2020. Physicochemical properties, metal availability and bacterial community structure in heavy metal-polluted soil remediated by montmorillonite-based amendments. Journal of Chemosphere, 261(4): 128-135.
– Rossini-Oliva, S., Abreu, M.M. and Leidi, E.O., 2020. Strategies in a metallophyte species to cope with manganese excess. Environ Geochem Health, 43 (2): 1523–1535.
– Saleem, M.H., Ali, S., Hussain, S., Kamran, M., Chattha, M.S., Ahmad, S., Aqeel, M., Rizwan, M., Aljarba, N.H. and Alkahtani, S., 2020. Flax (*Linum usitatissimum* L.): A Potential candidate for phytoremediation? Journal of Biological and Economical Points of View, Plants, 9 (3): 49-56.
– Singh, S. and Chakraborty, S., 2020. Performance of organic substrate amended constructed wetland treating acid mine drainage (AMD) of North-Eastern India. Journal of Hazardous Materials, 397 (2): 122-127.
– Tavankar, F. and Shafeghat, A., 2008. Chromium concentrations in the soil around plants and cement factories Wiki. Tente Conference on Natural Resources and Environment, University of Arsanjan.
– Tian, D., Zhu, F., Yan, W., Xi, F., Xiang, W., Deng, X. and Peng, C., 2009. Heavy metal accumulation by panicled goldenrain tree (*Koelreuteria paniculata*) and common elaeocarpus (*elaeocarpus decipens*) in abandoned mine soils in southern china. Journal of Environmental sciences, 21(3): 340-345.
– Vafadar, M. and Zare ayvan, H., 2006. Compare the role of some herbaceous plants in absorption of heavy metals Case Study: Ramsar forested area. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 13(4): 142-149.
– Yoon, J. Cao, X. Zhou, Q. and Ma, L.Q., 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. Journal of Science of the Total Environment, 368 (2-3): 456-464.
– Youssef, N.A., 2020. Changes in the morphological traits and the essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) as induced by cadmium and lead treatments. International Journal of Phytoremediation, 23 (3): 291-299.
– Zeeshan, M. Ahmad, W., Hussain, F., Ahamd, W., Numan, M., Shah, M. and Ahmad, I., 2021. Phytostabalization of the heavy metals in the soil with biochar applications, the impact on chlorophyll, carotene, soil fertility and tomato crop yield. Journal of Cleaner Production, 255 (1): 120-128.

Investigation of the effects of Sufivand- manganese mine in Hersin County on soil and physiological characteristics of *Astragalus parrowianus*

F. Veysei[1] and D. Akhzari[2*]

1-M.Sc. Student of Rangeland Sciences, College of Natural Resources and Environment, Department of Nature Engineering, Malayer University, Malayer, Iran

2*-Corresponding author, Associate Professor, Department of Nature Engineering, Malayer University, Iran, Email: d_akhzari@yahoo.com

Received:11/05/2019 Accepted: 04/04/2020

Abstract

This study aimed to investigate the effect of the Sufivand-manganese mine (located in Harsin city of Kermanshah province) on soil characteristics, plant growth, and some physiological traits of yellow milk-vetch (*Astragalus parrowianus*). Soil and plant samples of natural rangeland were taken in May around Sufivand mine at different distances in the 100,500.1000,1500 and 2000 meters far from the mine, respectively. The statistical design of this project was based on a systematic random methodology in the five concentric circles around the Manganese mine. Six samples of soil and *Astragalus* plant outside of manganese mine boundary (was not affected by mine) with the same edaphic and topographic conditions were sampled as a control treatment. The results of this project indicated that measured physiological properties and plant growth were significantly affected by the distance from the Manganese mine. Hence, the maximum rate of root weight to canopy weight (0.85), transfer factor (1.9), root density factor (4), and proline content (0.8 µmol / g) was significantly observed at (p 0.05) compared to the control treatment at a distance of 100 meters from the mine. The minimum stem length (12 cm), total nitrogen content (3%), essential oil content (0.2%), catalase activity (0.45 Units/mg) and peroxidase activity (0.2 Units/mg) at 100 meters distance from the mine were significantly different from the control at (p 0.05). It is concluded that the closest distance to the mine, the higher hazard of manganese to the Rangeland plants.

Keywords: Catalase, peroxidase, proline, organic matter, Kermanshah, Astragalus.