

## تأثیر معدنکاری بر تغییرات تنوع، غنا و ساختار پوشش گیاهی مراتع (مطالعه موردی: معدن مس دره زرشک، استان یزد، ایران)

الهام فخمی<sup>\*۱</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران، پست الکترونیک: elhamfakhimi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۰۴

### چکیده

در سال‌های اخیر استخراج از معادن به‌طور چشمگیری افزایش یافته و سبب تخریب منابع طبیعی و محیط‌زیست شده است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر فعالیت‌های معدنکاری بر تنوع، غنا، یکنواختی و ساختار پوشش گیاهی در مراتع اطراف معدن مس دره زرشک واقع در استان یزد انجام شد. برای انجام تحقیق سه سایت نمونه‌برداری با فاصله (۰-۲۰۰)، (۲۰۰-۵۰۰) و (۵۰۰-۱۰۰۰) متر از معدن انتخاب و بعد در هر سایت ۳ ترانسکت ۲۰۰ متری به فاصله ۵۰ متر از هم به صورت عمود بر جهت شیب مستقر و در هر ترانسکت ۱۵ پلات ۲ مترمربعی به فاصله ۱۰ متر از هم قرار گرفت و در هر پلات، درصد تاج پوشش گونه‌های موجود و تراکم هرگونه ثبت شد. نتایج تجزیه واریانس برای شاخص‌های مختلف تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای نشان داد که تمامی شاخص‌ها در سه محدوده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشته است ( $p < 0.05$ ). به طوری که شاخص‌های غنا و تنوع با فاصله از معدن افزایش می‌یابد و در عوض شاخص یکنواختی پوشش گیاهی در نزدیک معدن بیشتر است. همچنین افزایش فاصله از معدن سبب افزایش معنی‌دار درصد تاج پوشش تیره‌های Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, و Chenopodiaceae و Lamiaceae در پوشش گیاهی گردید ( $p < 0.05$ ). علاوه بر این برخی ساختار پوشش گیاهی مانند ژئوفیت، کاموفیت، همی کریپتوفیت، بوته‌ای‌ها، علف گندمیان و چندساله‌ها به‌طور معنی‌داری در نزدیکی معدن کاهش یافتند. به‌طور کلی نتایج حکایت از آن داشت که انجام عملیات معدنکاری تا حد زیادی بر ساختار پوشش گیاهی منطقه تأثیر گذاشته است و سبب کاهش تنوع گیاهی شده است. از این رو لازم است در بررسی خسارت‌های وارده به مرتع مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، ساختار پوشش گیاهی، معدن مس دره زرشک، استان یزد.

### مقدمه

مواد از زمین و معادن گرفته می‌شود. تخریب و تغییر چشم‌انداز طبیعی، تغییرات شدید شکل اولیه طبیعت، تسریع فرایند فرسایش، وقوع سیل و آلودگی‌های آب‌های زیرزمینی و همچنین تخریب پوشش گیاهی از پیامدهای معدنکاری می‌باشد. با توجه به نوع عملیات معدنکاری اثرهای زیست‌محیطی مختلفی بر جای گذاشته می‌شود. آلودگی‌های

امروزه به دلیل اینکه کشور ایران در مسیر پیشرفت قرار گرفته، توجه دولت به معادن به‌عنوان یک صنعت، بیش‌ازپیش افزایش یافته و به همین دلیل بسیاری از عرصه‌های منابع طبیعی دستخوش عملیات معدنکاری شده‌اند. معدنکاری به فعالیت بشر مشتمل بر استخراج کانی‌های ارزشمند یا دیگر

درحالی‌که برخی گونه‌ها در اطراف معدن به مرور زمان حذف و یا کمیاب می‌شوند. معمولاً تنوع گیاهی در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین کمتر از مناطق غیر آلوده است (Merian & Calson, 1991). Monemi و همکاران (۲۰۱۸)، تأثیر معدن بوکسیت را بر ساختار و پوشش گیاهی مراتع اطراف آن در صدرآباد ندوشن یزد بررسی کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که معدنکاری سبب تغییر ساختار پوشش و کاهش تراکم گیاهان در اطراف معدن شده است. همچنین بهره‌برداری از معدن باعث کاهش برخی از بوته‌های ها و علف گندمیان و در نتیجه کاهش تنوع و غنای گونه‌ای در جامعه نزدیک معدن شده است. Jozaghyan و همکاران (۲۰۱۶)، به بررسی تأثیر استخراج معدن رس و گچ بر وضعیت پوشش گیاهی و خاک اکوسیستم مناطق خشک در سگ‌زی اصفهان پرداختند. نتایج وضعیت پوشش و خاک بیانگر آن بود که سرعت بیابان‌زایی در مناطق معدنکاری بیشتر است. Rezaei و همکاران (۲۰۱۵)، اثرهای زیست‌محیطی معدن مس سونگون ورزقان واقع در استان آذربایجان شرقی را بر اکوسیستم طبیعی اطراف معدن بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که افزایش اسیدیته و فلزات سنگین حاصل از فعالیت معدن، تأثیر مهمی بر خاک و پوشش گیاهی اطراف معدن گذاشته و قسمت وسیعی از منطقه عاری از پوشش گیاهی شده است. همچنین بررسی فعالیت‌های معدن قلع Burkuru مشخص نمود که استخراج معدن موجب اثرهای زیست‌محیطی نامطلوب مانند درصد پوشش تاجی، تولید، تراکم و تنوع گیاهان و در نتیجه موجب فرسایش و تخریب خاک شده است (Holm et al., 2002). در مطالعه‌ای دیگر گزارش گردید که استخراج طلا در نیجریه موجب کاهش شدید پوشش گیاهی منطقه و همچنین آلودگی گیاه و خاک گردیده است (Ayobami Salamia, 2003).

با این فرضیه که تخریب مراتع در نزدیک معادن سبب دست‌کاری خاک و تغییر در ساختار پوشش و کاهش تنوع گیاهی می‌شود، این تحقیق باهدف بررسی اثر معدنکاری بر تغییرات تنوع غنا و ساختار پوشش گیاهی در اطراف معدن مس دره زرشک یزد انجام شده است. بنابراین می‌تواند در تعیین خسارت‌های وارد شده از معدن به مرتع و روش‌های

زیست‌محیطی نقش مهمی در بهم‌خوردن تعادل اکوسیستم‌های طبیعی دارد، بنابراین مطالعه اثر آلودگی‌های ناشی از بهره‌برداری از معادن بر اکوسیستم‌های مرتعی از اهمیت بسیاری برخوردار است. از آنجایی‌که اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، بسیار شکننده بوده و در صورت تخریب جوامع گیاهی این مناطق، روند احیاء آنها بسیار کند است، از این رو برای اطمینان از وضعیت و سلامتی این اکوسیستم‌ها، بررسی تغییرات ساختار پوشش گیاهی و تنوع گیاهی امری لازم و ضروریست. زیرا این شاخص‌ها یکی از مهمترین عوامل تغییرات در پوشش گیاهی هر منطقه می‌باشند (Huston, 1979). البته برای مدیریت بهتر مراتع بررسی شاخص ساختار پوشش مراتع نیز مهم است. زیرا حساسیت این شاخص در واکنش به تغییرات ناشی از دست‌کاری مراتع و مدیریت‌های مختلف متفاوت است. در بررسی ساختار پوشش در مراتع، مجموعه‌ای از گونه‌ها که برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مشترک داشته و نقش مشابهی در اکوسیستم دارند مدنظر می‌باشد که در منابع به‌عنوان ساختار پوشش گیاهی از آنها یاد می‌شود (Paruelo, 1996). امروزه بخشی از مطالعات به بررسی اثر تغییرات ناشی از مدیریت‌های مختلف مراتع بر ساختار پوشش گیاهی پرداخته‌اند (Ruthven, 1998; Badri poor, 2007; Baghestani Meybodi et al., 2007; Hosseinzadeh et al., 2008; Fakhimi et al., 2009; Hoshini et al., 2009; Jozaghyan et al., 2016; Amiri et al., 2017; Jafarian et al., 2019). همچنین از طریق مطالعه تنوع گیاهی می‌توان پویایی جامعه گیاهی را در اثر تغییرات ایجاد شده ناشی از دست‌کاری‌ها بررسی نمود. به‌طوری‌که با اندازه‌گیری تنوع می‌توان توزیع گونه‌ها را در محیط بررسی کرد (Mirzaei et al., 2019) و با تأکید بر پویایی بوم‌سازگان، توصیه‌های مدیریتی مناسب ارائه نمود (Van der Maarel, 1988). با توجه به آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از معدنکاری و تغییراتی که غلظت بالای عناصر در خاک اطراف معادن ایجاد می‌کنند برخی از جمعیت‌های گیاهی مقاوم به فلزات سنگین می‌توانند در خاک‌های آلوده رشد کنند که راهبرد بیشتر آنها ممانعت در جذب فلز و محدودیت در انتقال آن می‌باشد،

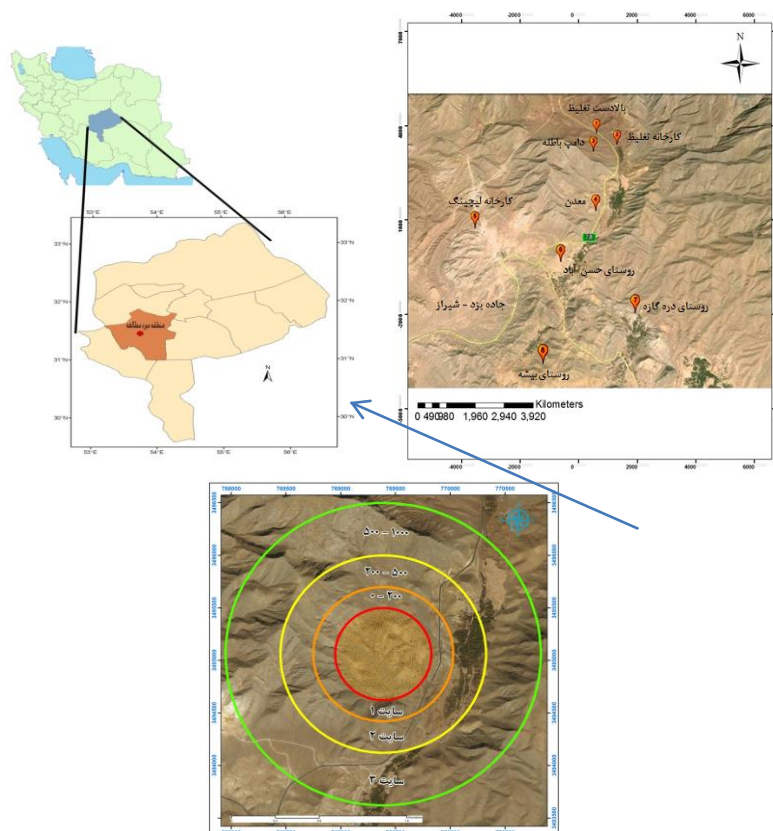
درجه و ۳۶ دقیقه شمالی قرار دارد (شکل ۱). معدن مس دره زرشک در محل روستای دره زرشک و در ارتفاع ۲۴۰۰ متری از سطح دریا واقع شده و توسط ارتفاعات کوه کله کفترو با ارتفاع ۲۹۳۵ متر در غرب و کوه تمبه مرسوخته با ارتفاع ۲۷۰۰ متر در شرق احاطه گردیده است. کانسار مس دره زرشک بر روی یکی از زون‌های تکتونیکی فعال ایران مرکزی و در حاشیه غربی گرانیته شیرکوه قرار دارد. این منطقه به دلیل قرار گرفتن در دامنه‌های شیرکوه، از آب و هوایی نسبتاً خنک برخوردار است (Dalvand *et al.*, 2015).

مدیریت صحیح در جهت کاهش خسارت وارده به مراتع مورد استفاده قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه

منطقه دره زرشک در فاصله ۶۰ کیلومتری جنوب غربی یزد و ۴۵ کیلومتری جنوب غربی تفت در مسیر جاده یزد- شیراز در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۱



شکل ۱- موقعیت سایت‌های نمونه برداری و معدن مس دره زرشک در استان یزد و ایران

مشخصات آنها در جدول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. دلیل انتخاب این فواصل کاهش اثرهای معدنکاری در فواصل دورتر از کانون بحران است (Monemi *et al.*, 2018). لازم به ذکر است که ترکیب گیاهی پوشش مرتع در سایت‌های انتخابی متفاوت است (جدول ۴).

### روش تحقیق

این پژوهش در سه مکان مرتعی با فواصل معین (۲۰۰-۵۰۰، ۱۰۰۰-۵۰۰ متر) از معدن دره زرشک انجام شد (شکل ۱). به طوری که مناطق از نظر عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب نسبتاً مشابه بوده و

گونه‌های ایران (Maassoumi, 1989-2005) و رستنی‌های ایران (Mobayen, 1980-1996) شناسایی شدند و طبقه‌بندی آنها بر اساس طول عمر، فرم رویشی و فرم زیستی (Raunkiaer, 1934) انجام شد. برای بررسی تغییرات ساختار پوشش گیاهی از مؤلفه‌های طول عمر، فرم رویشی و فرم زیستی استفاده شد. با توجه به مزیت‌هایی که هر یک از شاخص‌های بررسی تنوع گونه‌ای نسبت به هم دارند برای بررسی تنوع گونه‌ای در فواصل مختلف از معدن از شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون - واینر استفاده شد. زیرا شاخص شانون به گونه‌های نادر حساس است و در عوض شاخص تنوع سیمپسون به گونه‌های غالب حساس بوده و به گونه‌های با فراوانی زیادتر وزن بیشتری می‌دهد (Torela *et al.*, 2008). برای مقایسه غنای گونه‌ای از شاخص‌های مارگالف و منهینیک استفاده شد (Ejtehadi *et al.*, 2010). این شاخص‌های غنای گونه‌ای با توجه به شرایط منطقه بین صفر تا بی‌نهایت متغیر است. همچنین برای محاسبه یکنواختی گونه‌ای از شاخص پایلو استفاده شد (Ejtehadi *et al.*, 2010). همه این شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه شدند. تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS19 انجام شد.

نمونه‌برداری از اواسط اردیبهشت تا اواخر خردادماه که بیشتر گیاهان منطقه در مرحله رشد رویشی بودند انجام شد. روش نمونه‌برداری تصادفی - سیستماتیک بود، به این صورت که در هر سه سایت نمونه‌برداری محل اولین خط ترانسکت به صورت تصادفی مشخص شد. سپس در هر سایت ۳ ترانسکت ۲۰۰ متری به فاصله ۵۰ متر از هم به صورت عمود بر جهت شیب مستقر و بعد در هر ترانسکت ۱۵ پلات ۲ مترمربعی به فاصله ۱۰ متر از هم قرار گرفت. محل اولین پلات‌گذاری روی هر خط ترانسکت نیز تصادفی بود. ابعاد پلات‌ها بر اساس اندازه و پراکنش گونه‌ها به دست آمد و تعداد پلات‌های مورد نیاز با روش میانگین جمع‌آوری گردید و با توجه به نمونه‌های موجود در هر بار بوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد و مقایسه آنها تصاویر موجود در کتاب فلور یزد (Mozaffarian, 2000) و همچنین با مطالعه منابع فلوری مانند فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1963-2015)، فلور ترکیه (Davis, 1965-1988)، فلور ایران (Assadi *et al.*, 1988-2019)، فلور رنگی ایران (Ghahraman, 1978-2003)،

شاخص تنوع شانون وینر ( $H'$ ) ( $H' = \sum_{i=1}^S [(\frac{n_i}{N}) \ln(\frac{n_i}{N})]$ ) (Shannon & Weaner, 1949)

شاخص تنوع سیمپسون ( $1-D$ ) ( $1-D = 1 - \sum_{i=1}^S [\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}]$ ) (Simpson, 1949)

شاخص یکنواختی پیلو (E) ( $E = \frac{H'}{\ln(S)}$ ) (Pielou, 1966)

شاخص غنای مارگالف ( $R_1$ ) ( $R_1 = \frac{S-1}{\ln N}$ ) (Margalef, 1958)

شاخص غنای منهینیک ( $R_2$ ) ( $R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$ ) (Menhenic, 1964)

N: تعداد کل افراد در نمونه

که در آنها:

S: تعداد گونه در نمونه می‌باشد.

$n_i$ : تعداد افراد گونه  $i$  ام در نمونه

جدول ۱- مشخصات مکان‌های مطالعاتی در مراتع اطراف معدن مس دره زرشک استان یزد

نوع سازند زمین‌شناسی	بافت خاک	شیب غالب	جهت غالب	دامنه ارتفاعی	اقلیم	متوسط دمای سالانه	متوسط بارندگی سالانه (mm)	مکان مطالعاتی / فاصله از معدن
کنگلو-مرا-آهک-مارن-شیل	سیلتی-لوم	۵-۱۲	جنوب-غربی	-۲۶۰۰ ۲۳۰۰	خشک سرد	۱۱/۲	۲۲۰	۰-۲۰۰ متر
کنگلو-مرا-آهک-مارن-شیل	سیلتی-لوم	۵-۱۲	جنوب-غربی	-۲۶۰۰ ۲۳۰۰	خشک سرد	۱۱/۲	۲۲۰	۲۰۰-۵۰۰ متر
کنگلو-مرا-آهک-مارن-شیل	سیلتی-لوم	۵-۱۲	جنوب-غربی	-۲۶۰۰ ۲۳۰۰	خشک سرد	۱۱/۲	۲۲۰	۵۰۰-۱۰۰۰ متر

جدول ۲- مشخصات مکان‌های نمونه‌برداری و پوشش گیاهی در مراتع اطراف معدن مس دره زرشک

درصد خاک لخت	درصد سنگ و سنگ‌ریزه	درصد پوشش لاشبرگ	درصد پوشش تاجی	تیپ گیاهی غالب	مختصات جغرافیایی ابتدای اولین ترانسکت در جهت شمال‌غربی	مختصات جغرافیایی	مکان مطالعاتی / فاصله از معدن
۳۸	۵۰	۲	۱۰	<i>Artemisia sieberi-Astragalus myriacanthus</i>	۳۱°۳۳'۴۸/۷۵۹۴"N ۵۳°۵۰'۹/۲۶۴"E	۳۱°۳۳'۲۷/۱۴"N ۵۳°۵۰'۱۶/۲۴"E	۰-۲۰۰ متر
۴۲	۳۲	۵	۲۱	<i>Artemisia sieberi-Astragalus myriacanthus</i>	۳۱°۳۳'۴۸/۷۵۹۹"N ۵۳°۵۰'۵/۳۳"E	۳۱°۳۳'۱۶/۶۰"N ۵۳°۵۰'۱۲/۹۶"E	۲۰۰-۵۰۰ متر
۳۹	۲۵	۸	۲۸	<i>Artemisia sieberi-Astragalus myriacanthus</i>	۳۱°۳۴'۹/۷۸"N ۵۳°۴۹'۵۷/۶۱۴"E	۳۱°۳۳'۵/۵۱"N ۵۳°۴۹'۵۸/۸۳"E	۵۰۰-۱۰۰۰ متر

جدول ۳- وضعیت و گرایش پوشش مرتع در مکان‌های مطالعاتی در مراتع اطراف معدن مس دره زرشک

مکان مطالعاتی / فاصله از معدن	مختصات جغرافیایی	تیپ گیاهی غالب	وضعیت مرتع (بر اساس روش چهار فاکتوری اصلاح شده)				گرایش مرتع (بر اساس ترازوی گرایش)			
			تاج پوشش گیاهی	ترکیب گیاهی	بنیه و شادابی گیاه	امتیا ز	طبقه وضعیت	امتیا ز	نوع گرایش	
۰-۲۰۰ متر	۳۱°۳۳'۲۷/۱۴"N ۵۳°۵۰'۱۶/۲۴"E	<i>Artemisia sieberi- Astragalus myriacanthus</i>	۶	۶	۱	۱	۱۴	خیلی ضعیف	+۱	مثبت
۲۰۰-۵۰۰ متر	۳۱°۳۳'۱۶/۶۰"N ۵۳°۵۰'۱۲/۹۶"E	<i>Artemisia sieberi- Astragalus myriacanthus</i>	۹	۷	۵	۳	۲۴	ضعیف	-۱	منفی
-۱۰۰۰ ۵۰۰ متر	۳۱°۳۳'۵/۵۱"N ۵۳°۴۹'۵۸/۸۳"E	<i>Artemisia sieberi- Astragalus myriacanthus</i>	۱۰	۸	۶	۶	۳۰	ضعیف	-۱	منفی

جدول ۴- ترکیب گیاهی پوشش مرتع در مکان‌های مطالعاتی در مراتع اطراف معدن مس دره زرشک

مکان مطالعاتی / فاصله از معدن	ترکیب گیاهی در مناطق مورد مطالعه
۰-۲۰۰ متر	<i>Artemisia sieberi-Astragalus myriacanthus- Artemisia aucheri- Hertia angutifolia- Lactuca serriola- Euphorbia connate- Noae macronata- Boissiera squarrosa</i>
۲۰۰-۵۰۰ متر	<i>Astragalus myriacanthus- Artemisia aucheri- Hertia angutifolia- Lactuca serriola- Euphorbia connate- Noae macronata- Boissiera squarrosa- Stachys inflata</i>
۵۰۰-۱۰۰۰ متر	<i>Astragalus myriacanthus- Artemisia aucheri- Hertia angutifolia- Lactuca serriola- Euphorbia connate- Noae macronata- Boissiera squarrosa- Stachys inflata- Stipabarbata- Acantholimon heratense</i>

## نتایج

تغییرات شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای در فواصل مختلف از معدن نتایج تجزیه واریانس برای شاخص‌های مختلف تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای نشان داد که تمامی شاخص‌ها در سه محدوده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشته است

(جدول ۵). شاخص‌های غنایی منهنیک و مارگالوف و تنوع سیسپسون و شانون در فاصله میانی (از ۵۰۰ متر) تا نزدیک معدن به طور معنی‌داری نسبت به فواصل دور از معدن کاهش یافته است. ولی شاخص یکنواختی پایلو در مراتع نزدیک معدن افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۵).

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس به همراه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در فواصل مختلف از معدن دره زرشک استان یزد

مقدار P	مقدار F	فاصله از معدن (متر)			شاخص‌ها
		۵۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۰-۲۰۰	
۰/۰۴*	۶/۷۸	۰/۵۸±۰/۲۳ <sup>a</sup>	۰/۳۸±۰/۷ <sup>b</sup>	۰/۳۴±۰/۱۲ <sup>b</sup>	تنوع سیمپسون
۰/۰۱*	۸/۳۱	۲/۱۶±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۱/۷۶±۰/۷۱ <sup>b</sup>	۱/۵۴±۰/۱۹ <sup>b</sup>	تنوع شانون - واینر
۰/۰۲*	۴۳/۴۱	۳/۶۶±۰/۱۹ <sup>a</sup>	۳/۰۱±۰/۳۲ <sup>b</sup>	۲/۹۲±۰/۱۳ <sup>b</sup>	غنا مارگائف
۰/۰۱*	۱۰/۲۸	۱/۶۳±۰/۷۱ <sup>a</sup>	۱/۲۴±۰/۲۱ <sup>b</sup>	۱/۱۳±۰/۱۰ <sup>b</sup>	غنا منهنیک
۰/۰۵*	۲/۷۶	۰/۳۱±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۵۵±۰/۱۲ <sup>ab</sup>	۰/۷۳±۰/۴۱ <sup>a</sup>	یکنواختی پایلو

اختلاف معنی‌دار با حروف متفاوت نشان داده شده است و علامت \* بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

### تغییرات ساختار پوشش در فواصل مختلف از معدن

تعداد گونه‌های موجود در سایت‌های نمونه‌برداری شامل ۶۸ گونه متعلق به ۱۳ تیره گیاهی بودند. از این تعداد ۷ تیره گیاهی در هر سه سایت مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس تیره‌های مشترک گیاهی در سه سایت در فواصل مختلف از معدن، حکایت از معنی‌دار بودن تغییرات پوشش ۷ تیره گیاهی موجود در سه سایت نمونه‌برداری بود. مقایسه میانگین نشان داد که افزایش فاصله از معدن سبب افزایش معنی‌دار درصد تاج پوشش تیره‌های Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Chenopodiaceae و Lamiaceae در پوشش گیاهی گردید (جدول ۴). در مقابل در منطقه اطراف معدن پوشش تیره Ephedraceae و Zygophyllaceae افزایش می‌یابد (جدول ۶). از تیره‌های موجود در منطقه، تیره‌های Colchicaceae, Caryophilaceae, Brasicaceae, Thymelaceae, Ephedraceae, Convolvulaceae, و Plumbaginaceae در سایت‌های با فاصله (۵۰۰-۲۰۰ متر) و (۱۰۰۰-۵۰۰ متر) از معدن مشاهده شدند و خانواده Iridaceae فقط در فاصله (۵۰۰-۲۰۰) متر از معدن مشاهده شد (جدول ۶). نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساختار پوشش گیاهی نشان می‌دهد که درصد تاج پوشش فرم‌های زیستی نشان می‌دهد که درصد تاج

پوشش فرم‌های زیستی تروفیت، همی کریپتوفیت، ژئوفیت و کاموفیت در هر سه سایت نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار هستند. نتایج مقایسه میانگین ساختار پوشش گیاهی نشان داد که ژئوفیت‌ها، همی کریپتوفیت‌ها و کاموفیت‌ها در فاصله دور از معدن بیشترین سهم را دارند، در صورتی‌که بیشترین درصد تاج پوشش متعلق به تروفیت‌ها در فاصله نزدیک معدن می‌باشد (جدول ۷).

نتایج تجزیه واریانس فرم رویشی نشان می‌دهد که معدنکاری اثر معنی‌داری بر عملکرد پوشش گیاهان بوته‌ای و علف گندمیان داشته است، اما در مقابل پهن‌برگان علفی در فواصل مختلف از معدن دارای اختلاف معنی‌داری نبودند (جدول ۷). همچنین نتایج آنالیز واریانس نشان داد که فاصله از معدن، اثر معنی‌داری بر یکساله‌ها و چندساله‌ها داشته است (جدول ۷). درصد تاج پوشش یکساله‌ها در فواصل مختلف از معدن، دارای اختلاف و بیشترین درصد تاج پوشش یکساله‌ها در فاصله (۰-۲۰۰ متر) نزدیک معدن مشاهده می‌شود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد تاج پوشش چندساله‌ها در نزدیک معدن (۰-۲۰۰ متر) حداقل است و در دو سایت با فاصله متوسط (۵۰۰-۲۰۰ متر) و دور (۱۰۰۰-۵۰۰ متر) از معدن بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۶- آنالیز واریانس به همراه میانگین درصد تاج پوشش تیره‌های گیاهی در فواصل مختلف از معدن دره زرشک استان یزد

نام علمی تیره‌ها	فاصله از معدن (متر)			مقدار F	مقدار p
	۰-۲۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰		
Asteraceae	۰/۵۳±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۱/۸۹±۰/۰۸ <sup>b</sup>	۳/۸۷±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۷۱	۰/۰۲*
Brassicaceae	-	۰/۰۲۸±۰/۱۶	۰/۰۳±۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۷۷
Caryophyllaceae	-	۱/۲۵±۰/۱۸	۱/۳۸±۰/۱۱	۵/۳	۰/۶
Chenopodiaceae	۰/۲±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۹۵±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۱/۱۵±۰/۲۳ <sup>a</sup>	۷/۳۱	۰/۰۱*
Colchicaceae	-	۰/۱۱±۰/۰۶	۰/۲۶±۰/۱۴	۲۹/۹۵	۰/۷
Convolvulaceae	-	۰/۲۵±۰/۱۳	۰/۳۱±۰/۰۴	۱/۷۱	۰/۱۹
Ephedraceae	۰/۶۳±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۰/۲۹±۰/۱۵ <sup>b</sup>	۰/۰۴۹±۰/۰۷ <sup>c</sup>	۴۵/۹۰	۰/۰۱*
Fabaceae	۰/۵۸±۰/۲۷ <sup>c</sup>	۱/۲۱±۰/۲۲ <sup>b</sup>	۱/۶۳±۰/۱۲ <sup>a</sup>	۱/۹۳	۰/۰۴*
Iridaceae	-	۰/۱۳±۰/۱۹	-	-	-
Lamiaceae	۰/۱۳±۰/۱۸ <sup>b</sup>	۰/۳۳±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۴۳±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۳/۱۶	۰/۰۳۷*
Plumbaginaceae	-	۰/۱۵±۰/۰۴	۰/۲۸±۰/۱۳	۴/۸۸	۰/۸۵
Poaceae	۰/۰۳±۰/۲۷ <sup>c</sup>	۰/۲۱±۰/۲۵ <sup>b</sup>	۰/۵۳±۰/۲۰ <sup>a</sup>	۲/۱۸	۰/۰۱۲*
Thymelaceae	-	۰/۰۷±۰/۲۶ <sup>b</sup>	۰/۵±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۷/۱۱	۰/۰۵*
Zygophyllaceae	۰/۵۳±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۲۳±۰/۱۹ <sup>b</sup>	۰/۰۳±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۳/۲۶	۰/۰۳۹*

اختلاف معنی‌دار با حروف متفاوت نشان داده شده است و علامت \* بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

جدول ۷. آنالیز واریانس به همراه میانگین درصد تاج پوشش ساختار پوشش گیاهی، فرم‌زیستی، فرم رویشی و طول عمر در فواصل مختلف از معدن مس دره زرشک استان یزد

مقدار P	مقدار F	فاصله از معدن (متر)			ساختار پوشش گیاهی
		۵۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۰-۲۰۰	
۰/۰۳*	۱۰/۲۷	۰/۲۷±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۰/۶۵±۰/۱۵ <sup>b</sup>	۰/۹±۰/۲۰ <sup>a</sup>	تروفیت
۰/۰۲*	۷/۴۵	۱/۱۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۶±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۴۹±۰/۰۷ <sup>c</sup>	همی کریپتوفیت
۰/۰۱*	۱۳/۸۲	۰/۲۱±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۰/۷۳±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۰۵±۰/۲۱ <sup>c</sup>	فرم‌زیستی
۰/۰۳*	۴۱/۲۳	۹/۵±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۵/۴±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۲/۶±۰/۱۶ <sup>c</sup>	کامفیت
۰/۰۷*	۵/۴	۰/۹۱±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۶۴±۰/۲۴ <sup>b</sup>	۰/۲۱±۰/۱۷ <sup>c</sup>	علف گندمیان
۰/۲۳	۱۲/۶۱	۳/۹±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۲/۸±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۶±۰/۰۳ <sup>a</sup>	فرم رویشی
۰/۰۲۳*	۴/۷	۹/۸±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۵/۸±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۲/۹±۰/۱۵ <sup>c</sup>	بوته
۰/۰۰۱	۱۸/۳۲	۰/۲۷±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۷۵±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۱/۱±۰/۰۳ <sup>a</sup>	طول عمر
۰/۰۴*	۵/۶۷	۴/۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۳/۷±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲/۱±۰/۲۶ <sup>c</sup>	چندساله

اختلاف معنی‌دار با حروف متفاوت نشان داده شده است و علامت \* بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.



## بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از شاخص‌های مورد ارزیابی تنوع و غنای گونه‌ای، در مورد شاخص تنوع شانون - وینر و سیمپسون و همچنین شاخص‌های غنای منهینیک و مارگالف نتایج یکسانی مشاهده شد. به طوری که شاخص‌های ذکر شده در فاصله دور از معدن (۵۰۰-۱۰۰۰ متر) افزایش یافته و اختلاف معنی داری با فواصل نزدیک (۰-۲۰۰ متر) و متوسط (۲۰۰-۵۰۰ متر) از معدن نشان دادند. شاخص تنوع سیمپسون بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد تنوع گونه پایین‌تر است (Ejtehadi et al., 2010)؛ بنابراین با توجه به مطالب گفته شده مقدار این شاخص در فواصل نزدیک و متوسط از معدن به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۳۸ می‌باشد که نشان دهنده تنوع نسبتاً پایین است. مقادیر شاخص شانون - وینر بین ۱/۵ تا ۳/۵ تغییر می‌کند (Ejtehadi et al., 2010) که در این مطالعه مقدار این شاخص در فواصل نزدیک و متوسط از معدن بین ۱/۵۴ و ۱/۷۴ متغیر است که این نشان دهنده تنوع پایین در منطقه دست‌کاری شده است. دامنه شاخص‌های غنای مارگالف (۲/۹۲ تا ۳/۶۶) و منهینیک (۱/۱۳ تا ۱/۶۳) در مراتع مورد مطالعه حکایت از آن دارد که پوشش گیاهی منطقه از غنای مطلوبی برخوردار نیست و دست‌کاری مراتع در منطقه استحصال معدن سبب کاهش چشمگیر غنای گونه‌ای شده است. به طور کلی در نتیجه استحصال معدن، بخش زیادی از پوشش گیاهی از بین رفته است و تنوع و غنای گونه‌ای کاهش یافته است. به عبارتی، تغییرات تنوع و غنای گونه‌ای از ویژگی‌های اکوسیستم‌های دست‌کاری شده است. هرچه تنوع گونه‌ای یک اکوسیستم بیشتر باشد، مقاومت آن در برابر تخریب بیشتر است، زیرا اغلب آشیان‌های اکولوژیک قبلاً اشغال شده و از منابع موجود به بهترین نحو استفاده می‌شود (Young et al., 2000; Mirzaei et al., 2019). نتایج نشان داد که پوشش گیاهی نزدیک معدن تنوع و غنای گونه‌ای کمتری نسبت به مراتع دور از معدن دارد و فعالیت معدن باعث حذف برخی از گونه‌های گیاهی شده است. دلیل کاهش تنوع و غنای گونه-

ای در نزدیک معدن را می‌توان ناشی از عدم توانایی گیاهان برای رشد دوباره به دلیل دست‌کاری و تخریب خاک دانست (Ejtehadi et al., 2010). زیرا در جوامعی که تخریب خاک پی‌درپی انجام می‌شود، تعداد اندکی از گونه‌ها قدرت تحمل این شرایط را خواهند داشت، در نتیجه تنوع و غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد. شاخص تنوع و غنای گونه‌ای در فاصله ۵۰۰ متر از معدن افزایش معنی‌دار یافته که این با نتایج (Holm et al., 2002; Marcantonio et al., 2013; Monemi et al., 2018) هم‌هنگی دارد. بر اساس نتایج شاخص پایلو، یکنواختی در جوامع نزدیک معدن بیشتر است که می‌تواند به دلیل کمتر شدن گونه‌ها و باز شدن فضا برای گونه‌های باقی‌مانده باشد. همچنین دست‌کاری خاک در اطراف معدن سبب فراهم شدن آشیان‌های اکولوژیک جدید برای هجوم گیاهان مهاجم مانند اسفند و برخی گونه‌های یکساله می‌شود و حضور یکنواخت گونه‌های ذکر شده می‌تواند علت حداکثر بودن شاخص یکنواختی در این منطقه باشد (Fakhimi et al., 2009). نتایج حاصل از بررسی ساختار پوشش گیاهی نشان داد که با نزدیک شدن به منطقه دست‌کاری شده اطراف معدن، تیره‌های Asteraceae, Lamiaceae و Chenopodiaceae, Poaceae, Fabaceae به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از آنجایی که بیشتر گیاهان تیره مذکور گیاهان چندساله، کاموفیت و همی‌کریپتوفیت با فرم رویشی بوته و علف گندمی بوده و اکثراً دارای تاج-پوشش گسترده و یا ریشه راست می‌باشند به تخریب ناشی از دست‌کاری حساس بوده و برای استقرار به محیط پایدار نیاز دارند (Jangjoo, 2009). بنابراین به نظر می‌رسد که تخریب و ناپایداری محیط باعث کاهش ساختار پوشش ذکر شده در نزدیک معدن شود. افزایش تیره Zygothylum در نزدیک معدن به این دلیل است که دست‌کاری خاک سبب فراهم شدن آشیان‌های اکولوژیک برای گونه مهاجم اسفند شده است و به همین دلیل سهم این تیره در نزدیک معدن افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین عملیات بهره‌برداری از معادن سبب حذف پوشش گیاهی شده و به طور مستقیم با یومس بالای سطح خاک را کاهش و نور قابل دسترس را

بیشترین تأثیر معدن مس مورد بررسی تا فاصله ۵۰۰ متری از معدن بوده است و معدنکاری توانسته است تنوع و پوشش گیاهی را کاهش دهد. همچنین آلودگی خاک و تغییر برخی خواص شیمیایی و فیزیکی خاک در اثر برداشت معدن تا حد زیادی بر ساختار پوشش گیاهی اکوسیستم معدن تأثیرگذار بوده است. همچنین شاخص‌های تنوع گونه‌ای به تخریب و دست‌کاری اکوسیستم حساس بوده و عامل مناسبی برای پایش مراتع تخریب‌شده محسوب می‌شود. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه تنوع و غنای گونه‌ای به دلیل میزان کم بارندگی و قرار داشتن در ناحیه گرم و خشک استپی نسبتاً پایین بوده و همچنین در ترکیب پوشش گیاهی، گیاهان با ارزش مرتعی از لحاظ حفاظت خاک و کیفیت علوفه کمتر یافت می‌شود، بنابراین توصیه می‌شود در بهره‌برداری‌های آینده به این امر مهم توجه کافی شود تا از تخریب بیش‌ازپیش مراتع جلوگیری به عمل آید و ترکیب گیاهی اصلاح شود.

### سپاسگزاری

نویسنده مقاله از جناب آقایان مهندس مهدی سلطانی و رضا صادقی‌نیا که در جمع‌آوری برخی اطلاعات آماری منطقه و تهیه نقشه‌های لازم همکاری نمودند کمال تشکر را دارد.

### منابع:

- Amiri, S., Erfanzadeh, R., Esmaeilpour, Y. and Omidipour, R., 2017. Application of additive partitioning to study the effect of aspect and elevation on alpha, beta and gamma diversities of plant species (Case study: protected area of Geno Hormozgan province). *Journal of Range and Desert Research*, 23(3): 643-658.
- Assadi, M., Maassoumi, A. A., Khatamsaz, M. and Mozaffarian, V. (Eds.), 1988-2010. *Flora of Iran*. vols. 1-51. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
- Ayobami Salamia, M. A., 2003. Impact Of Gold mining On vegetation And soil In Southwestern Nigeria, *International Journal Environmental Studies*, 60(4):343-352.

برای حضور گونه‌های یکساله و کم‌زی افزایش داده است (Shukri & Safaeyan, 1997). به همین دلیل پوشش گیاهان یکساله در نزدیک معدن افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، افزایش تروفیت‌ها در نزدیک معدن و در فاصله (۰-۲۰۰ متری) به دلیل دست‌کاری خاک و افزایش جوانه‌های رویشی زیر خاک می‌باشد. گذشته از این، افزایش یکساله‌ها و فرم زیستی تروفیت در نواحی تخریب‌شده نزدیک معدن، می‌تواند به دلیل وجود جوانه‌های جانشین به صورت مخفی در درون دانه و توانایی استفاده در شرایط مطلوب باشد (Mesdaghi, 2000). در عوض تخریب خاک سبب آسیب به جوانه‌های رویشی پیاز مانند در گونه *Iris sangorica* شده که این گونه سهم مهمی در فرم زیستی ژئوفیت‌ها داشته، در نتیجه سبب کاهش درصد پوشش ژئوفیت‌ها در نزدیک معدن می‌شود و با دور شدن از ناحیه تخریب بر میزان ژئوفیت افزوده می‌شود (Hickman *et al.*, 2009). بر اساس نتایج، کاهش معنی‌دار کاموفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها در نزدیک معدن و همچنین تغییر در ترکیب گیاهی در اثر بهره‌برداری از معادن تا فاصله ۵۰۰ متر از معدن، می‌تواند به دلیل آلودگی خاک متأثر از فعالیت معدنکاری باشد که با نتایج (Marcantonio *et al.*, 2013; Monemi *et al.*, 2018) همخوانی دارد. همچنین فرم رویشی بوته‌ای‌ها و علف‌گندمیان در فاصله نزدیک به معدن به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است، اما فرم رویشی پهن‌برگان علفی تغییرات معنی‌داری در سه سایت نمونه-برداری نداشته است. بنابراین به نظر می‌رسد دلیل این امر، مقاومت کمتر گیاهان بوته‌ای و علف‌گندمیان نسبت به آلودگی ناشی از فعالیت معدن مس باشد. به‌طوری‌که طولانی بودن عمر و تجمع عناصر مضر در این گیاهان باعث حساسیت این گونه‌ها و درنهایت از بین رفتن آنها در مناطق آلوده نزدیک معدن شده است. Monemi و همکاران (۲۰۱۸)، نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تخریب پوشش گیاهی منجر به جایگزینی گیاهان فرصت‌طلب مهاجم و یکساله به‌جای گیاهان چندساله کاموفیت و همی‌کریپتوفیت می‌شود و

- Kerman Province. *Journal of Environmental Studies*, 45 (2):317-329.
- Jangjuo, M., 2009. Range improvement and development, Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran, 225 pp.
- Jozaghyan, A., Bashari, H., Pahlavanravi, A. and Ajourlo, M., 2016. Effect of clay and gypsum mining on vegetation and soil ecosystem condition (Case study: Segazi plain of Isfahan). *Journal of Applied Ecology*, 5(15): 65-74.
- Maassoumi, A.A., 1986-2005. The genus *Astragalus* in Iran. vols:1-5. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.
- Marcantonio, M., Rocchini, D. Geri, F., Bacaro, G. and Amici, V., 2013. Biodiversity, roads, & landscape fragmentation: Two Mediterranean cases. *Journal of Applied Geography*, 42(2): 48-62.
- Margalef, M., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3(1):36-71.
- Menhenic, E.F., 1964. A comparison of some species individuals diversity indices applied to sample of field insects. *Journal of Ecology*, 45:859-861.
- Mesdaghi, M., 2000. Investigation on richness of species and life forms at three utilization in the semi-steppic north-east grasslands of Iran. *Agriculture & Natural Resource Journal of Iran*, 7(3):55-61.
- Mesdaghi, M., 2011, Description and analysis of vegetation, Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran, 288pp.
- Mirzaei, M., Gholami, P. and Jahnabat, A., 2019. Changes in species composition and diversity of semi-steppe rangelands of Zagros under the influence of biological operations. *Journal of Rangeland*, 12(3):330-340.
- Mobayen, S., 1980-1996. Flora of Iran: vascular plants. vols. 1-4. Tehran University Press, Tehran.
- Merian, E. and Calson, T.W., 1991. Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis, and biological relevance, New Yourk weinheim VCH press, 411-418.
- Monemi, N., Rashtian, A., Karimian, A.A. and Azimzade, H., 2018. Tateir of bauxite mine on structural parameters of rangeland vegetation (Case Study: Sadr Abad Nodushan Rangelands in Yazd). *Journal of Rangeland*, 11(1):116-123.
- Pielou, E.C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10(3): 370-383.
- Puelo, J.M., 1996. Relative abundance of plant functional types in grassland and shrublands of North America. *Journal of Ecological Applications*, 6(4):1212-1224.
- Rechinger, K.H. (Ed), 1963-2010. Flora Iranica. vols.
- Badri poor, H., 1998. Effects of distance from trough on the range condition and vegetation characteristics. Thesis presented for M.Sc. degree in Renge Management, Tehran University, 90 pp.
- Baghestani Maybodi, N., Zare, M. T. and Abdollahi, J., 2007. Effects of 2-decade livestock exclusion on vegetation changes in steppic rangelands of Yazd province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(4): 337-346.
- Dalvand, M., Hamidian, A., Zare Chahuoki, M., Mirjalili, S. A. and Esmailzadeh, E., 2015. Investigating the effects of Cu, Pb, Zn and Mn Concentrations in *Artemisia* spp. Above ground biomass in the rangelands of Darreh Zereshk Copper Mine-Taft. *Journal of Rangeland*, 8(3): 219-229.
- Ejtihadi, H., Sepehri, A.S. and Akafi, H.R., 2009. Biodiversity measurement methods, Ferdowsi University of Mashhad Publications, 228 pages.
- Fakhimi, E. Dianati Tilaki, G.H.A., Mesdaghi, M. and Naderi Nasr Abad, H., 2009. The effect of water point distances on species diversity and species composition in dry Rangelands of Nodushan, Yazd Province, Iran, *Rangelands Journal*, 3(1): 41-52.
- Ghahraman, A., 1978-2003. Colorful flora of Iran. vols: 1-20. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran .
- Hickman, K.R., Hartnett, D.C., Cochran, R.C. and Owensby, C.E., 2004. Grazing management effects on plant species diversity in tallgrass prairie. *Journal of Range Management*, 57(2): 58-65.
- Hoshino, A., Yoshihara, Y., Sasaki, T., Okayasu, T., Jamsran, U., Okuro, T. and Takeuchi, K., 2009. Comparison of vegetation changes along grazing gradients with different numbers of livestock. *Journal of Arid Environment*, 73(4):687-690.
- Holm, A. M., Bennet, L.T., Loneagan, W.A. and Adams, M.A., 2002. Relationships between empirical and nominal indices of landscape function in the arid shrublands of Western Australia. *Journal of Arid Environment*, 50(1):1-21.
- Hosseinzadeh, G. Jalilvand, H. and Tamartash, R., 2008. Vegetation cover changes and some chemical soil properties in pastures with different grazing intensities. *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 14 (4): 500-512.
- Huston, M.A., 1979. A general hypothesis of species diversity. *Journal of American Naturalist*, 113(2): 81-101.
- Jafarian, Z., Dehghan, M., Barjasteh, F. and Kargar, M., .2019. Diversity assessment of diversity and functional groups as one of the biodiversity indicators in response to elevated gradients (case study: Cheshmeh Sorkho Rangelands, Ravar,

- pasture, Iranian Journal of Natural Resources, 50(2): 57-64.
- Tolera, M.Z., Lemenih, M. and Karlun, E., 2008. Woody species diversity in a changing landscape in the south-central highlands of Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128(1):52-58.
- Young, T. P., 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Journal of Biological Conservation*, 92(2): 73-83.
- Van der Maarel, E., 1988. Species diversity in plant communities in relation to structure and dynamics. In: *Diversity and pattern in plant communities* (eds. H.J. Doring, M.J.A. Werger and H.J. Williams), SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. pp: 1-14.
- 1-178. Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz.
- Rezaei, S., Ranjineh K.H. and Jafari Tabrizi, J., 2015. Geological survey of soil coverage of copper sungun mining area of Azarbaijan Sharghei Province, Second National Conference of Geology and Mines Exploration, Shiraz, 306 Pp.
- Ruthven, D.C., 2007. Grazing effect on forb diversity and abundance in a honey mesquite Parkland. *Journal of Arid Environment*, 68(4): 668-677.
- Shannon, C.E. and Weaver, A., 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, 350 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Journal of Nature*, 12:1-20.
- Shukri, M. and Safaeyan, N., 1997. Investigation of the effects of livestock species on key species of a

## The effect of mining on changes in diversity, richness and vegetation structure of rangelands (Case study Copper Mine in Dareh Zereshk, Yazd province, Iran)

E. Fakhimi<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>- Corresponding author, Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran, Email: elhamfakhimi@gmail.com

Received:03/23/2020

Accepted:09/19/2020

### Abstract

In recent years, mining has increased dramatically and has led to the destruction of natural resources and the environment. This study was conducted to investigate the effect of mining activities on diversity, richness, uniformity, and vegetation structure in the rangelands around the Copper Mine in Dareh Zereshk, located in Yazd province. To conduct the research, three sampling sites with a distance of (0-200), (200-500), and (500-1000) meters from the mine were selected. Then, in each site, three transects of 200 meters at a distance of 50 meters from each other perpendicular to the slope, and in each transect, 15 plots of 2 m<sup>2</sup> were placed at a distance of 10 meters from each other. In each plot, the canopy cover percentage and the density of existing species were recorded. The results of the analysis of variance for different indexes of diversity, richness, and uniformity of species showed that all indexes were significantly different in the three ranges ( $p < 0.05$ ). Also, increasing the distance from the mine caused a significant increase in the canopy cover of Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Chenopodiaceae, and Lamiaceae in vegetation ( $p < 0.05$ ). Besides, some vegetation structures such as geophytes, kamophytes, hemicryptophytes, shrubs, grasses, and perennials were significantly reduced near the mine. In general, the results showed that mining operations have greatly affected the vegetation structure of the region and have reduced vegetation diversity. Therefore, it is necessary to pay attention to the damage to the rangeland.

**Keywords:** Species diversity, structure of vegetation cover, Dareh Zereshk copper mine, Yazd province.