

اثر اقدامات احیائی بر تغییر عملکرد پوشش گیاهی در مراتع دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی

- ❖ **حامد فرضی***؛ دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
- ❖ **رضا تمرتاش**؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
- ❖ **زینب جعفریان**؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
- ❖ **محمد رضا طاطیان**؛ استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی اقدامات احیائی بر تغییر عملکرد پوشش گیاهی و ترسیب کربن خاک در مراتع دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی می‌باشد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در فصل رویش منطقه، اردیبهشت و خرداد، به روش تصادفی - سیستماتیک در ۴۰۰ پلات ۲ مترمربعی در امتداد ۴۰ ترانسکت ۱۰۰ متری انجام شد. در هر پلات در صد تاج پوشش، حضور گونه‌ها، ویژگی‌های کارکردی گونه‌ها از جمله فرم رویشی، نوع پراکنش، نوع گرده افشانی و فرم زیستی ثبت گردید. در طول هر ترانسکت تعداد دو نمونه خاک در تیمارهای مختلف مناطق احیاء و شاهد از عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر برداشت شد. در مجموع ۱۶۰ نمونه خاک از چهار عملیات احیائی مختلف شامل کپه کاری، بذریاشی، مدیریت چرا، قرق و یک مرتع طبیعی به عنوان سایت شاهد برداشت شد. سپس در آزمایشگاه وزن مخصوص ظاهری و ترسیب کربن خاک اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از نظر داده‌های خاک و پوشش گیاهی از آنالیز واریانس یک طرفه و جهت مقایسه میانگین مقدار ترسیب کربن در هر تیمار از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد که پاسخ انفرادی گونه‌های مشترک در منطقه احیاء و شاهد حاکی از معنی‌دار شدن ۱۱ گونه بود که تعداد ۵ گونه به طور معنی‌داری در منطقه احیاء شده دارای میانگین در صد تاج پوشش بی‌شتری بوده، اما ۶ گونه به طور معنی‌داری از میانگین تاج پوشش بیشتر در منطقه شاهد برخوردار بودند. نتایج نشان داد که اقدامات بیولوژیکی در صد تاج پوشش سه تیره گیاهی را به طور معنی‌داری تغییر داد. در این میان تیره *Poaceae* در منطقه احیاء و تیره‌های *Fabaceae* و *Brassicaceae* در منطقه شاهد به طور معنی‌داری دارای میانگین در صد تاج پوشش بالاتری بودند. میزان در صد ماده آلی و میزان کربن آلی ترسیب شده در دو عمق سطحی و زیرین خاک در عملیات مختلف بیولوژیکی در سطح ۵ در صد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

کلید واژگان: اقدامات احیائی، کپه کاری، مدیریت چرا، ترسیب کربن خاک، حوزه آبخیز ارنگه

۱. مقدمه

رشد روز افزون جمعیت جهان و محدود بودن سطح منابع طبیعی، موجب کاهش تولید عرصه‌های منابع طبیعی شده که در نتیجه نابودی تدریجی و زوال آن را در پی خواهد داشت. هم‌چنین گرمایش جهانی ناشی از تصاعد گازهای کربنی به جو زمین نیز تهدید جدی برای توسعه پایدار کشورهای در حال توسعه نظیر ایران می‌باشد. در این میان احیای پوشش گیاهی می‌تواند موجب ایجاد توالی ثانویه در اکوسیستم‌های مرتعی گردد که می‌تواند تغییر در ساختار و پویایی پوشش گیاهی و هم‌چنین تغییر در سایر اجزاء اکوسیستم نظیر خاک را به همراه داشته باشد [۱۱، ۴]. موفقیت اقدامات احیائی زمانی حاصل می‌شود که مشخصه‌های اکوسیستم در طول زمان ارزیابی و با مناطق شاهد مقایسه شوند. مقایسه مناطق احیائی با مناطق شاهد متناظر خود به عنوان شاخصی عمل می‌کنند که میزان پیشرفت اهداف اصلی طرح‌های اصلاح و توسعه پیاده شده در مناطق مورد نظر را در طی زمان نشان می‌دهند. در این راستا بررسی پوشش گیاهی به عنوان ساختار اصلی اکوسیستم‌های طبیعی تبلور کاملی از اثرات متقابل عوامل محیطی و مداخلات انسانی می‌باشد. لذا مطالعه آن معرف چگونگی وقوع تغییرات در اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد. بررسی پارمترهای فیزیکی و شیمیایی خاک و ترسیب کربن خاک به عنوان مشخصه‌های اصلی احیاء و اصلاح مراتع باید مورد بررسی و توجه قرار گیرند. در مقیاس جهانی مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب می‌کنند [۵، ۱۱]. مراتع ایران با وسعت ۹۰ میلیون هکتار با مدیریت صحیح قادرند معادل یک میلیارد تن کربن ترسیب نمایند. ارزش اقتصادی مستقیم این کار که عمدتاً جنبه مدیریتی دارد معادل ۲۰۰ میلیارد ریال خواهد بود. این میزان نشانه اهمیت پوشش گیاهی مراتع در کاهش گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از تغییر اقلیم جهان است. تنها راهکار شناخته شده، ترسیب کربن توسط اکوسیستم‌های خاکی با ابزارهای مدیریتی کارا، نظیر عملیات بیولوژیکی است [۱۹]. در این میان مدیریت عرصه و به ویژه اعمال

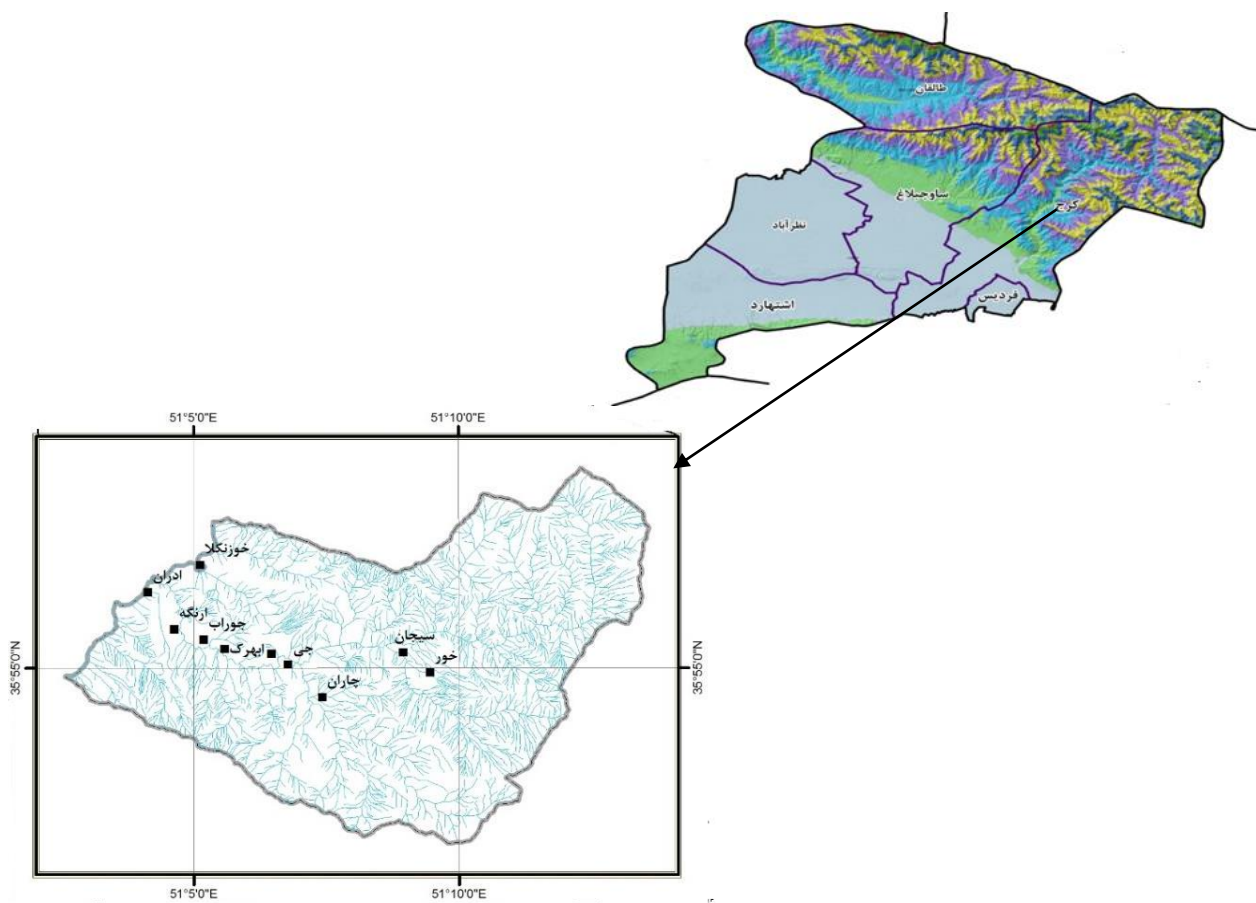
احیائی بیش از هر عامل فیزیکی یا محیطی بر کیفیت و کمیت ذخایر کربنی زیست بوم به‌طور عام و ذخایر کربنی اراضی و خاک به‌طور خاص اثر گذار است [۷]. اعمال مدیریت بهینه حفاظتی و احیائی می‌تواند با بهینه نمودن شرایط برای ارتقاء باروری خاک، منجر به ارتقاء ذخایر کربنی آلی خاک و در نتیجه ترسیب کربن اتمسفری و اصلاح تغییرات اقلیمی گردد [۱]. در این راستا اصلاح احیاء مراتع با رعایت شرایط اکولوژیک می‌تواند موجب بهبود کمی و کیفی پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک گردد. بنابراین ضرورت دارد برای حفظ و بهره‌برداری صحیح و مستمر از این منبع با ارزش، مدیریت مناسبی بر مراتع اعمال شود [۱۳]. بدین جهت به منظور دستیابی پایدار باید برنامه‌های اصلاح و توسعه در مراتع انجام شود. در حقیقت نقش بازدارنده و کوتاه مدت جلوگیری از فرسایش خاک به عملیات مکانیکی و نقش تثبیت درازمدت آن به عملیات بیولوژیک واگذار شده است. این برنامه‌ها، شامل روش‌های تجدید حیات طبیعی (سیستم‌های چرای، قرق و...) و مصنوعی (مرتع‌کاری، سازه‌های آبخیزداری و...) است [۸]. در ایران مطالعات بسیاری بر روی عملکرد پوشش گیاهی و ترسیب کربن خاک در مناطق مختلف ایران انجام گرفته است [۷، ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۵، ۲۰، ۱۶]. طی تحقیقی در حوزه آبخیز کلاستان فارس در بررسی عملیات بیولوژیکی آبخیزداری بر ترسیب کربن خاک بیان شد که میزان ترسیب کربن در کاربری‌های مختلف متفاوت است و در عمق ۲۰-۵۰ سانتیمتری بیشترین ترسیب کربن مربوط به بوته کاری معادل ۶۴/۶۲۸ تن برهکتار اندازه‌گیری شد. در عمق ۲۰-۵۰ سانتیمتر بیشترین مقدار ترسیب کربن مربوط به بادام دست کاشت معادل ۵۷/۶۵۲ تن بر هکتار اندازه‌گیری شد [۱۴]. محققین در بررسی ذخیره کربن خاک، ترسیب کربن و غلظت دی‌اکسید کربن خاک در خاک‌های معدنی مدیریت شده و مدیریت نشده هندوستان بیان داشتند که غلظت نیترژن خاک تأثیر مثبت و هم‌چنین رطوبت نسبی و رطوبت خاک تأثیر منفی بر غلظت کربن خاک دارد [۱]. از آنجا که یکی از اقدامات

۲. روش شناسی

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز ارنکه با مساحت ۱۰۰۹۸/۵۳ هکتار در استان تهران و بخش مرکزی شهرستان کرج واقع شده است. این حوضه از نظر موقعیت جغرافیایی بین $51^{\circ} 2'$ تا $51^{\circ} 13'$ طول شرقی و $35^{\circ} 54'$ تا $35^{\circ} 57'$ عرض شمالی قرار دارد. حداکثر ارتفاع ۳۶۶۵ متر و حداقل ۱۶۸۵ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۶۴۲/۹ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۱۹/۳ درجه سانتیگراد می‌باشد (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز).

احیایی استفاده از ابزارهای مدیریتی کارا نظیر عملیات بیولوژیکی است؛ مراد آنست که در آنها اقدامات مختلف احیایی انجام شده بستر مناسبی برای فعالیت‌های تحقیق به شمار می‌رود تا بتوان اثرات مختلف اقدامات را ارزیابی نمود. این تحقیق با هدف ارزیابی و تعیین کمی اثرات عملیات بیولوژیکی بر عملکرد پوشش گیاهی و ترسیب کربن خاک منطقه انجام شد. از آنجایی که در استان البرز با وجود وسعت زیاد مراتع و توانایی عظیم مراتع در ترسیب کربن تا به حال تحقیقات کاربردی گسترده‌ای در این مورد انجام نگرفته است و پژوهش‌های اندکی در دسترس می‌باشد و هم‌چنین بیشتر توجهات در مورد ترسیب کربن معطوف به دیگر اکوسیستم‌ها بوده است، لذا انجام این تحقیق ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

پلات‌ها به تفکیک برای گندمیان و پهن برگان علفی انجام گرفت. ارزیابی پاسخ پوشش گیاهی به اقدامات بیولوژیکی به صورت پاسخ انفرادی گونه‌ها، پاسخ گروه‌های کارکردی (تیره‌های گیاهی، فرم زیستی، فرم رویشی و طول عمر و مقدار تولید در واحد سطح انجام شد. در طول هر ترانسکت تعداد دو نمونه خاک در تیمارهای مختلف مناطق احیاء و شاهد از عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر برداشت گردید. در مجموع ۱۶۰ نمونه خاک از چهار مدیریت مختلف برداشت گردید سپس در آزمایشگاه وزن مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شد [۹]. با داشتن عمق خاک (d) بر حسب متر و وزن مخصوص ظاهری (BD) گرم بر سانتیمتر مکعب ذخیره کربنی (CS) بر حسب تن در هکتار در هر لایه با فرمول زیر محاسبه می‌گردد [۱۰]:

$$\text{CS} = 100 \times \text{OC}(\%) \times \text{BD} \times d \quad \text{رابطه (۱)}$$

سپس با میانگین‌گیری وزنی ذخیره کربن در کل لایه نمونه‌گیری شده از خاک و در واحد سطح محاسبه گردید و در نهایت برای کل عرصه هر سایت کربن ترسیب یافته در خاک مشخص شد. برای انجام تجزیه و تحلیل آماری ابتدا داده‌های پوشش گیاهی و خاک در نرم افزار EXCEL وارد گردید. داده‌ها در محیط نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از نظر داده‌های خاک و پوشش گیاهی از آنالیز واریانس یک طرفه و جهت مقایسه میانگین مقدار ترسیب کربن در هر تیمار از آزمون دانکن استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از ترکیب گونه‌ای و پاسخ انفرادی گونه‌ها در تیمارهای مختلف بیولوژیکی نشان داد که از ۷۶ گونه

جهت انجام ارزیابی کمی اثر اقدامات بیولوژیکی بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک، بخشی از منطقه به وسعت ۹۲۷۶ که در آن این اقدامات انجام گرفته است و همچنین یک مرتع طبیعی به عنوان سایت شاهد انتخاب شد. لازم به ذکر است این اقدامات طی ده سال اخیر در منطقه انجام گرفته است. اقدامات بیولوژیک موجود در منطقه مورد مطالعه شامل عملیات کپه‌کاری با گیاهان مرتعی خوشخوراک و سازگار با منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: *Agropyron trichophorum*، *Festuca ovina*، *Secale montanum desertorum* و *Medicago sativa*، *Poterium sangoisorba* و *Onobrychis sativa*. کل عرصه‌های در نظر گرفته شده برای این عملیات در مجموع ۴۵۴ هکتار است. عملیات حفاظت و قرق در سطح ۲۵۷۵ هکتار انجام گردید. به سبب آنکه بخش زیادی از حوضه مورد مطالعه در اراضی با شیب بیش از ۶۰ درصد واقع شده و دارای بیرون زدگی‌های سنگی است، در محدوده پروژه حفاظت و قرق واقع می‌باشد. عملیات مدیریت چرا در سطح ۲۷۸۹ هکتار انجام شد. بذریاشی در سطح ۲۵۱۶ هکتار انجام خواهد شد. برای عملیات بذریاشی نیز گونه‌های *Secale montanum*، *Agropyron desertorum*، *Agropyron trichophorum* و *Poterium sangoisorba* در نظر گرفته شد.

۲,۲. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در فصل رویش منطقه، اردیبهشت و خرداد به روش سیستماتیک- تصادفی در ۴۰۰ پلات ۲ مترمربعی در امتداد ۴۰ ترانسکت ۱۰۰ متری انجام و در هر پلات درصد تاج پوشش، حضور گونه‌ها، ویژگی‌های کارکردی گونه‌ها از جمله فرم رویشی، نوع پراکنش، نوع گرده افشانی و فرم زیستی ثبت گردید. اندازه‌گیری تولید از طریق قطع و توزین در تعدادی از

گونه به طور معنی‌داری در منطقه احیاء شده دارای میانگین درصد تاج پوشش بیشتری بوده اما ۶ گونه به طور معنی‌داری از میانگین تاج پوشش بیشتر در منطقه شاهد برخوردار بودند (جدول ۱).

ثبت شده در پلات‌های نمونه‌گیری تعداد ۲۹ گونه بین منطقه شاهد و احیاء مشترک بودند و ۸ گونه فقط در منطقه شاهد و ۲۱ گونه منحصراً در منطقه احیاء حضور داشتند. پاسخ انفرادی گونه‌های مشترک در منطقه احیاء و شاهد حاکی از معنی‌دار شدن ۱۱ گونه بود که تعداد ۵

جدول ۱. میانگین درصد تاج پوشش گونه‌های منحصر در تیمارهای مختلف بیولوژیکی و سایت شاهد

گونه	گونه‌های منحصر		گونه	گونه‌های منحصر		گونه	گونه‌های منحصر	
	شاهد	احیاء		شاهد	احیاء		شاهد	احیاء
<i>Agropyron trichophorum</i>	-	۰/۹ ± ۱/۳	<i>Erysimum crassipes</i>	۰/۱۰ ± ۱/۱	-	<i>Medicago sativa</i>	-	۰/۱۲ ± ۰/۷۷
<i>Vaccaria pyramidata</i>	۰/۱۱ ± ۰/۶۶	-	<i>Salvia nemerosa</i>	-	۰/۰۸ ± ۰/۷۲	<i>Agropyron Desertorum</i>	-	۰/۰۵ ± ۰/۱۴
<i>Senecio desfontainei</i>	-	۰/۰۳ ± ۱/۶	<i>Stachys inflata</i>	-	۰/۰۵ ± ۳/۹۹	<i>Secale montanum</i>	-	۰/۱۱ ± ۷/۵
<i>Poterium sangoisorba</i>	-	۰/۰۸ ± ۱/۳	<i>Alhagi camelorum</i>	۰/۰۹ ± ۰/۱۸	-	<i>Eryngium bungei</i>	-	۰/۰۸ ± ۱/۹
<i>Alcea ficifolia</i>	۰/۱۲ ± ۲/۹	-	<i>Trifolium sp</i>	-	۰/۶ ± ۰/۰۲	<i>Verbascum aucheri</i>	-	۰/۰۴ ± ۰/۱۵
<i>Sophora alopecuroides</i>	-	۰/۰۴ ± ۰/۰۷	<i>Sanguisorba minor</i>	-	۰/۱۳ ± ۱/۰۴	<i>Trigonella arcuata</i>	-	۰/۰۷ ± ۸/۳
<i>Malva neglecta</i>	-	۰/۱۵ ± ۳/۷	<i>Mentha longifolia</i>	-	۰/۰۴ ± ۰/۳۳	<i>Descurainia sophia</i>	-	۰/۰۲ ± ۲/۶
<i>Acanthophyllum bracteatum</i>	۰/۰۳ ± ۰/۸۹	-	<i>Scorzonera radicata</i>	-	۰/۰۲ ± ۲/۰۶	<i>Sisymbrium irio</i>	-	۰/۰۲ ± ۱۲/۳
<i>Marrubium polyodon</i>	۰/۱۱ ± ۰/۶۵	-	<i>Consolida rugulosa</i>	-	۰/۰۵ ± ۰/۰۲	<i>Lotus gebelia</i>	-	۰/۰۳ ± ۰/۰۵
<i>Linaria lineolata</i>	۰/۰۸ ± ۱۲/۴	-	<i>Hulthemia persica</i>	۰/۱۷ ± ۰/۶۶	-			

معنی‌داری تغییر داد. در این میان تیره *Poaceae* در منطقه احیاء و تیره‌های *Fabaceae* و *Brassicaceae* در منطقه شاهد به طور معنی‌داری دارای میانگین درصد تاج پوشش بالاتری بودند.

نتایج حاصل از (جدول ۲) بیانگر این مطلب است که ۲۱ تیره گیاهی در نمونه برداری پوشش گیاهی منطقه حضور داشتند که در آن میان ۱۳ تیره در هر دو منطقه احیاء و شاهد مشترک بودند. نتایج نشان داد که اقدامات بیولوژیکی درصد تاج پوشش سه تیره گیاهی را به طور

جدول ۲. میانگین درصد تاج پوشش تیره‌های گیاهی در تیمارهای بیولوژیکی و شاهد

آماره t	منطقه شاهد	تیمارهای بیولوژیکی				تیره
		بذرپاشی	مدیریت چرا	قرق	کپه کاری	
۰/۳۸ ^{ns}	۱/۸۶ ± ۰/۶۱	۲/۹۰ ± ۰/۷۳	۲/۴۸ ± ۰/۴۰	۲/۷۷ ± ۱/۲۲	۲/۴۵ ± ۰/۹۲	<i>Compositae</i>
۱/۱۷ [*]	۵/۱۱ ± ۲/۶۹	۳/۶۹ ± ۱/۰۴	۳/۷۰ ± ۲/۰۵	۳/۶۲ ± ۰/۰۴	۳/۸۸ ± ۱/۰۳	<i>Fabaceae</i>
۱/۷۲ [*]	۰/۸۹ ± ۰/۲۲	۲/۰۵ ± ۲/۲۲	۲/۵۹ ± ۰/۸۲	۲/۳۷ ± ۰/۰۶	۲/۱۰ ± ۴/۰۲	<i>Poaceae</i>
۱/۰۲ ^{ns}	۰/۷۸ ± ۰/۶۶	۰/۶۱ ± ۰/۰۷	۰/۶۵ ± ۰/۲۶	۰/۷۲ ± ۰/۵۵	۰/۶۷ ± ۱/۳۳	<i>Labiatae</i>

۰/۶۵*	۴/۵۹ ± ۰/۷۷	۲/۲۱ ± ۰/۷۲	۲/۲۹ ± ۰/۹۱	۲/۶۳ ± ۱/۲۶	۲/۱۳ ± ۰/۶۶	<i>Brassicaceae</i>
-------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------------

معنی داری در منطقهٔ احیاء بیشتر از شاهد بوده و در صد تاج پوشش همی کریپتوفیت به طور معنی داری در منطقهٔ شاهد بیشتر از احیاء بود. عملیات احیایی افزایش معنی دار گیاهان کلاس خوشخوراکی I را در پی داشت (جدول ۳).

مقایسهٔ میانگین حاصل از گروه‌های کارکردی نشان داد که درصد تاج پوشش گیاهان یک ساله به طور معنی داری با انجام عملیات احیاء افزایش پیدا کرد. مقایسهٔ میانگین درصد تاج پوشش فرم‌های زیستی نشان داد که میانگین درصد تاج پوشش تروفیت به طور

جدول ۳. میانگین درصد تاج پوشش گروه‌های کارکردی در تیمارهای بیولوژیکی و شاهد

آماره t	تیمارهای بیولوژیک				گروه‌های کارکردی
	منطقه شاهد	بذرپاشی	مدیریت چرا	قرق	
۰/۲۳*	۲/۲۹ ± ۰/۶۶	۴/۴۲ ± ۱/۸۹	۴/۳۹ ± ۱/۶۶	۴/۴۶ ± ۲/۲۹	یک ساله
۱/۰۲ ^{NS}	۱۱/۴۱ ± ۳/۷۷	۱۱/۳۲ ± ۰/۱۴	۱۱/۳۸ ± ۵/۰۱	۱۱/۳۴ ± ۰/۷۰	چندساله
۱/۴۶*	۲/۱۸ ± ۰/۹۰	۲/۴۸ ± ۰/۱۴	۲/۳۸ ± ۰/۲۱	۲/۴۹ ± ۰/۸۸	تروفیت
۱/۲۳ ^{NS}	۲/۶۵ ± ۱/۳۳	۱/۱۹ ± ۰/۶۶	۱/۲۲ ± ۰/۲۸	۱/۱۳ ± ۰/۷۸	کریپتوفیت
۱/۲۴*	۱/۱۰ ± ۰/۶۱	۳/۲۹ ± ۲/۰۱	۳/۲۸ ± ۱/۱۱	۳/۲۴ ± ۰/۶۲	همی کریپتوفیت
۲/۵۵ ^{NS}	۳/۴۹ ± ۱/۳۵	۳/۵۹ ± ۱/۰۹	۳/۵۱ ± ۱/۰۲	۳/۵۴ ± ۱/۶۰	فانروفیت
۱/۶۹*	۲/۹۸ ± ۰/۶۷	۴/۲۰ ± ۱/۸۹	۴/۲۲ ± ۱/۶۰	۴/۲۸ ± ۲/۱۸	گندمیان
۱/۸۱*	۹/۱۰ ± ۳/۵۵	۱۲/۴۲ ± ۷/۲۲	۱۲/۴۶ ± ۷/۳۳	۱۲/۴۹ ± ۷/۹۰	پهن برگ
۰/۱۱*	۴/۴۹ ± ۱/۶۹	۲/۳۷ ± ۱/۲۲	۲/۴۲ ± ۰/۴۱	۲/۴۴ ± ۰/۸۱	بوته ای
۰/۲۷*	۲/۱۵ ± ۰/۸۸	۰/۹۵ ± ۰/۱۱	۱/۱ ± ۰/۰۸	۰/۹۳ ± ۰/۲۲	درختچه
۰/۰۶*	۴/۴۵ ± ۱/۹۰	۱۰/۲۱ ± ۴/۷۷	۱۰/۲۹ ± ۷/۳۳	۱۰/۲۳ ± ۶/۸۸	کلاس I
۲/۰۹ ^{NS}	۱۴/۲۲ ± ۳/۷۰	۱۳/۴۲ ± ۶/۱۰	۱۳/۴۷ ± ۶/۲۲	۱۳/۵۱ ± ۹/۵۲	کلاس II
۰/۶۷*	۴/۱۰۹ ± ۱/۶۰	۲۹/۲۶ ± ۱۸/۰۲	۲۹/۳۸ ± ۱۶/۰۲	۲۹/۳۱ ± ۱۸/۷۸	کلاس III
۱/۱۲*	۲۵/۱۳ ± ۱۸/۰۲	۳۲/۳۵ ± ۲۱/۱۹	۳۶/۳۷ ± ۲۸/۱۱	۳۶/۱۲ ± ۱۹/۷۹	غیرجنسی
۱/۳۳ ^{NS}	۱۲/۳۸ ± ۷۷	۱۲/۴۹ ± ۶/۵۰	۱۲/۴۷ ± ۷/۴۹	۱۲/۴۵ ± ۷/۰۸	جنسی
۲/۲۸ ^{NS}	۸/۵۹ ± ۲/۴۴	۸/۳۵ ± ۱/۰۴	۸/۳۳ ± ۳/۶۱	۸/۳۸ ± ۱/۰۳	باد
۲/۵۳ ^{NS}	۰/۰۷ ± ۰/۰۱	۰/۰۶ ± ۰/۰۱	۰/۰۹ ± ۰/۰۱	۰/۰۸ ± ۰/۰۶	آب
۱/۳۶ ^{NS}	۱/۴۹ ± ۰/۸۸	۱/۴۴ ± ۰/۶۲	۱/۴۸ ± ۰/۰۹	۱/۵۵ ± ۰/۶۷	دام
۱/۰۹ ^{NS}	۲/۱۸ ± ۰/۵۴	۲/۲۱ ± ۰/۷۱	۲/۲۷ ± ۰/۸۰	۲/۲۸ ± ۰/۶۶	باد و آب
۰/۷۲*	۲۴/۱۰ ± ۲/۹۱	۲۱/۱۸ ± ۱/۳۰	۲۱/۲۴ ± ۱/۳۰	۲۱/۰۸ ± ۱۵/۰۳	باد و حشرات
۰/۱۱*	۳۲/۱۰ ± ۲/۵۱	۲۸/۱۵	۲۸/۲۴ ± ۳/۶۰	۲۸/۱۸ ± ۲۲/۱۰	دام و باد
۱/۴۹ ^{NS}	۵/۴۲ ± ۱/۳۳	۵/۳۰ ± ۱/۲۲	۵/۳۹ ± ۱/۲۲	۵/۳۶ ± ۱/۶۱	فروردین

۰/۵۳*	۲۵/۲۷ ± ۱/۹۰	۳۹/۳۱ ± ۴/۶۶	۳۹/۳۷ ± ۰/۱۴	۳۹/۴۲ ± ۲۷/۱۱	۳۹/۳۶ ± ۲۷/۳۳	اردیبهشت
۱/۶۸*	۲۷/۲۹ ± ۳/۸۸	۳۱/۲۲ ± ۱/۱۹	۳۱/۲۵ ± ۲۲/۳۷	۳۱/۲۹ ± ۲۴/۰۹	۳۱/۲۶ ± ۱۷/۰۶	خرداد

نتایج مقایسه میانگین تولید نشان داد که تولید پهن بر گان و گندمیان به طور معنی داری در منطقه احیاء بیشتر از شاهد می باشد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین تولید در تیمارهای مختلف بیولوژیک و منطقه شاهد

اماره t	منطقه شاهد	تیمارهای بیولوژیک				تولید (کیلوگرم در هکتار)
		بذرپاشی	مدیریت چرا	قرق	کپه کاری	
۲/۲۱*	۳۵۱ ± ۱/۰۵	۴۲۴ ± ۲/۶۰	۴۷۸ ± ۰/۴۹	۴۶۹ ± ۰/۵۶	۴۴۸ ± ۰/۱۲	پهن برگان علفی
۲/۰۸*	۱۴۴ ± ۰/۲۵	۲۳۲ ± ۱/۶	۲۳۸ ± ۰/۲۸	۲۴۹ ± ۱/۰۲	۲۲۶ ± ۰/۵۷	گندمیان
۰/۶۷*	۴۲۱ ± ۲/۱۱	۷۷۴ ± ۱/۰۲	۷۸۲ ± ۱/۴۳	۷۷۹ ± ۰/۶۶	۷۸۷ ± ۲/۶۰	تولید کل

معنی داری در سطح ۵ درصد می باشند. بین سایر تیمارهای بیولوژیک از نظر درصد ماده آلی و میزان کربن آلی ترسیب شده تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

نتایج جدول (۵) بیانگر این مطلب است که مراتع طبیعی چه در عمق سطحی و چه در عمق زیرین دارای بیشترین در صد کربن آلی و مقدار ترسیب کربن آلی در خاک هستند و با سایر تیمارهای بیولوژیک دارای اختلاف

جدول ۵. مقایسه تیمارهای بیولوژیک از نظر درصد کربن آلی و کربن ترسیب شده در دو عمق خاک

مقدار ترسیب کربن آلی در خاک (تن بر هکتار)		درصد کربن آلی خاک		متغیر
عمق ۱۵-۳۰ cm	عمق ۰-۱۵ cm	عمق ۱۵-۳۰ cm	عمق ۰-۱۵ cm	تیمار
۱۳۸/۲ ^a	۱۵۷/۴ ^a	۱/۱۲ ^a	۱/۳۹ ^a	کپه کاری
۲۴۹/۷ ^b	۲۶۸/۹ ^b	۱/۰۸ ^a	۰/۶۱ ^b	مدیریت چرا
۲۵۵/۱ ^b	۲۷۶/۱ ^b	۱/۴۳ ^b	۰/۶۸ ^b	قرق
۱۲۹/۷ ^a	۱۳۲/۹ ^a	۱/۴۷ ^b	۱/۲۶ ^a	بذرپاشی
۲۵۳/۷ ^b	۱۷۰/۱ ^a	۱/۶۱ ^c	۱/۸۹ ^c	مرتع طبیعی

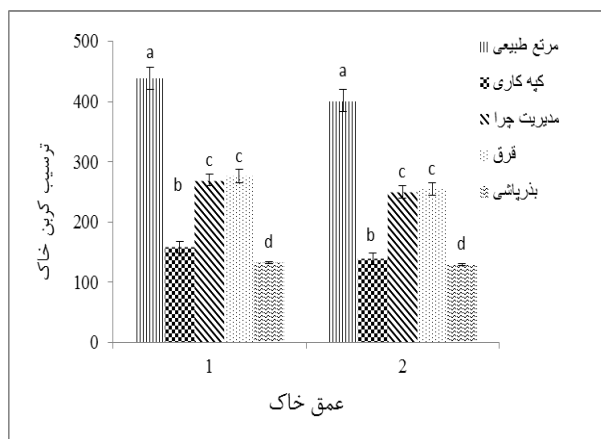
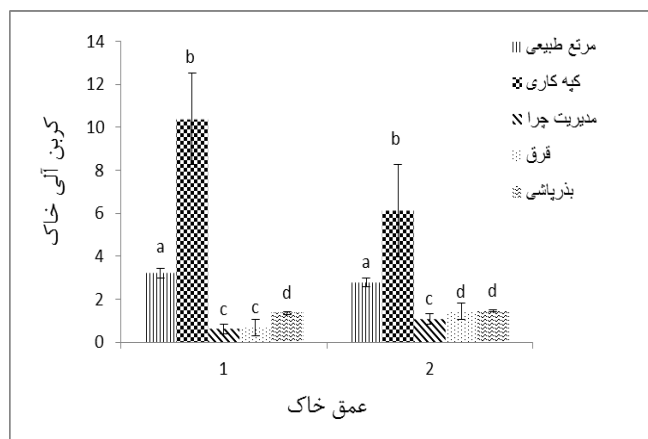
مقدار ترسیب کربن آلی در خاک می باشند و با سایر تیمارهای بیولوژیک از نظر این فاکتورها دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند (شکل ۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین بین کربن آلی و ترسیب کربن خاک تحت تأثیر اقدامات بیولوژیکی حاکی از آن است که مراتع طبیعی چه در عمق سطحی و چه در عمق زیرین دارای بیشترین مقدار درصد کربن آلی و

۴. بحث و نتیجه گیری

ترکیب گونه‌ای علت مهمی در بررسی فرآیندهای احیاء و بهبود مراتع بوده و شاخصی از وضعیت به شمار می‌رود. نخستین تغییر در ترکیب گونه‌ها در مناطق تحت اقدامات احیایی در لیست گونه‌ها مشاهده شد. نتایج حاصل از ترکیب گونه‌ای و پاسخ انفرادی گونه‌ها در تیمارهای مختلف بیولوژیکی نشان داد که از ۷۶ گونه ثبت شده در پلات‌های نمونه‌گیری تعداد ۲۹ گونه بین منطقه شاهد و احیاء مشترک بودند و ۸ گونه فقط در

منطقه شاهد و ۲۰ گونه منحصراً در منطقه احیاء حضور داشتند. پاسخ انفرادی گونه‌های مشترک در منطقه احیاء و شاهد حاکی از معنی‌دار شدن ۱۱ گونه بود که تعداد ۵ گونه به طور معنی‌داری در منطقه احیاء شده دارای میانگین درصد تاج پوشش بیشتری بوده اما ۶ گونه به طور معنی‌داری از میانگین تاج پوشش بیشتر در منطقه شاهد برخوردار بودند. این بدان علت است که ممکن است اقدامات احیایی برای این گونه‌ها مطلوب نبوده و یا اینکه حتی بیشتر از احیاء نیز پوشش بیشتری در منطقه شاهد داشته‌اند.



شکل ۲. میزان درصد ماده آلی و میزان کربن آلی ترسیب شده در دو عمق سطحی و زیرین خاک در عملیات مختلف بیولوژیکی

فقط در منطقه احیاء مشاهده شدند که این امر می‌تواند به دلیل تراکم‌پذیری کمتر این گونه‌ها در منطقه شاهد نسبت به احیاء باشد که سبب عدم حضور آن‌ها در نمونه‌های منطقه شاهد می‌گردد. محققینی زیادی اثر قرق را در افزایش درصد تاج پوشش گونه‌های مرتعی گزارش نمودند که با یافته‌های برخی محققین مطابقت دارد [۱۷، ۴، ۱۹]. سایر گونه‌های مشترک اختلاف معنی‌داری را بین دو منطقه شاهد و احیاء نشان ندادند. ۲۰ گونه منحصراً به منطقه احیاء را در بر می‌گیرد که از میان آن‌ها گونه‌های *Secale montanum* و *Malva neglecta* درصد تاج پوشش بیشتری داشتند. در

برخی از گونه‌ها در منطقه هستند که این گونه‌ها کمترین پاسخ را نسبت به اقدامات احیاء نشان دادند و ممکن است برای پاسخ مثبت به عملیات احیاء به گذشت زمان بیشتری نیاز داشته باشند که با یافته‌های برخی محققین هم‌خوانی دارد [۱۵، ۲۱، ۴]. گونه‌های در منطقه احیاء به طور معنی‌داری درصد تاج پوشش بیشتری داشتند که انجام فعالیت‌های احیایی از جمله مدیریت چرا و کپه کاری در این منطقه می‌تواند علت اصلی این اختلاف با منطقه شاهد باشد که با برخی گزارشات مطابقت دارد [۸]. هم‌چنین قرق منطقه و عدم چرای دام نیز یکی از دلایل اصلی این افزایش است. برخی از گونه‌ها

خورشید، بیومس و اجزای آن دانست. در پژوهش حاضر مراتع طبیعی دارای بیشترین مقدار ترسیب کربن به صورت کلی بوده است، بنابراین ملاحظه می‌شود سایر تیمارها هنوز تا دستیابی به کربن ذخیره شده در مراتع طبیعی فاصله دارند. این مسئله به دلیل حفظ شرایط طبیعی پوشش گیاهی و خاک و وجود همبستگی مثبت بین درصد پوشش گیاهی با تولید و بیوماس گیاهی در این تیمار می‌باشد که برخی از نتایج مؤید این مطلب است [۸، ۶، ۱۸]. کربن آلی خاک با افزایش عمق کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان به اثر گذاری کم لاشبرگ و عدم گسترش ریشه‌های گیاهان در عمق دوم خاک نسبت داد. به عبارتی دیگر دلیل آن را می‌توان روند تدریجی تجزیه لاشبرگ و تبدیل آن به هوموس که از لایه سطحی خاک آغاز می‌شود دانست. طی تحقیقی [۳] بیان شد که بازسازی مراتع تخریب شده در فلات تبت پتانسیل زیادی برای ترسیب کربن خاک برای کاهش گازهای گلخانه‌ای دارد. اقدامات اصلاح و احیای خاک می‌تواند روند تخریب را معکوس نماید و منجر به تغییرات مثبت در اکوسیستم و تثبیت SOC شود. احیاء و مدیریت مناسب پس از احیاء ممکن است ترسیب SOC اراضی را افزایش داده و به ارزش اقتصادی آن‌ها بیفزاید. یکی از شیوه‌های مدیریت که ممکن است ترسیب SOC را افزایش دهد شامل افزایش پوشش گیاهی به وسیله پوشش گیاهی چند ساله با ریشه‌های عمیق تر، بهبود حاصلخیزی خاک و رفع محدودیت‌های زیستی، فیزیکی و شیمیایی آن‌ها و اصلاح خاک است. هم‌چنین حفاظت از خاک و آب نیز برای ترسیب SOC مهم است. پتانسیل ترسیب کربن در خاک‌های مناطقی که به وسیله پوشش گیاهی اصلاح شده‌اند بالا است. این خاک‌های اصلاح شده می‌توانند یک مخزن مهم برای دی اکسید کربن جو از طریق تشکیل SOM و تجمع زیست توده در بالای سطح زمین باشند. در این خاک‌ها احیای پوشش گیاهی همراه با مدیریت مناسب می‌تواند تثبیت کربن را در بیوماس افزایش دهد و انتشار دی اکسید کربن را به‌طور معنی‌داری

بین این گونه‌ها حضور گندمیان خوشخواراک مانند *Agropyron trichophorum* قابل توجه است. حضور گونه‌های منحصر به منطقه احیاء تأیید کننده شرایط رویشی مناسب و مهیا شدن شرایط محیطی مطلوب برای تکمیل دوره رویشی گیاهی به واسطه اقدامات احیاء و جلوگیری از چرای دام است. افزایش حضور گونه‌ها به ویژه گندمیان در اثر فعالیت‌های احیاء بیولوژیک و قرق در مطالعات بسیاری گزارش شده است [۲۱، ۲]. گروه‌های کارکردی پاسخ معنی‌داری به انجام اقدامات احیایی در منطقه نشان دادند. پاسخ مثبت تیره بقولات به اقدامات احیاء می‌تواند به واسطه ایجاد قرق بهبود شرایط رطوبتی با انجام آبیاری و نیز ایجاد میکروکلیمای مناسب در اثر حضور این گونه باشد که با یافته‌های [۱۵، ۲۲] مطابقت دارد. مقایسه میانگین حاصل از گروه‌های کارکردی نشان داد که درصد تاج پوشش گیاهان یک ساله به طور معنی‌داری با انجام عملیات احیاء افزایش پیدا کرد. مقایسه میانگین درصد تاج پوشش فرم‌های زیستی نشان داد که میانگین درصد تاج پوشش تروفیت به طور معنی‌داری در منطقه احیاء بیشتر از شاهد بوده و درصد تاج پوشش همی کریپتوفیت به طور معنی‌داری در منطقه احیاء بود. این امر به دلیل پاسخ سریع گونه‌های علفی نسبت به اعمال مدیریتی می‌باشد. از نظر ارزش گونه‌ها برای چرای دام نیز افزایش گیاهان خوشخواراکي بالا در منطقه احیاء مشاهده گردید. از تغییرات عمده ایجاد شده در اثر انجام اقدامات احیاء افزایش تولید گیاهان نسبت به منطقه شاهد می‌باشد. میانگین تولید پهن برگان علفی گندمیان و تولید کل به طور معنی‌داری در منطقه احیاء بیشتر از شاهد به دست آمد. کاهش اختلالات ناشی از چرای دام در اثر قرق به همراه بیشه زراعی از دلایل اصلی افزایش تولید در منطقه می‌باشد که با یافته‌های [۶] هم‌خوانی دارد. تفاوت در اختلافات موجود را می‌توان ناشی از تفاوت در نوع رویشگاه و به بیان دیگر اختلاف در نوع گونه‌های گیاهی، نوع پوشش گیاهی، نحوه قرارگیری برگ‌ها نسبت به اشعه

دارد. در نهایت پیشنهاد می شود با توجه به قسمت اعظم ذخیره کربن در خاک اولویت مهم در مدیریت اکوسیستم های مرتعی مدیریت مخزن مواد آلی خاک باشد.

کاهش دهد [۷،۲۲]. در مجموع می توان بیان کرد در مورد تغییرات ذخیره کربن در اکوسیستم های مرتعی اعم از طبیعی و مدیریت شده، ساختاری بسیار پیچیده و غیر یکنواخت در رابطه با میزان ذخیره کربن در خاک وجود

References

- [1] Ahirwal, J., Kumar, S. A. (2018). Assessment of soil carbon pool, carbon sequestration and soil CO₂ flux in unreclaimed and reclaimed coal mine spoils. *Environmental Earth Sciences*, 77, 9.
- [2] Azarnivand, H., Joneidi jafari, H., Zarechahocki, M.A., Jafari, M., and Nikoo, SH. (2009). Effect of grazing on trapping carbon and nitrogen storage in rangelands with *Artemisia* plain species in Semnan province, *Rangeland journal*, 3(4), 590-610.
- [3] Chang, X. F., Wang, S. P., Zhu, X. X., Cui, S. J., Luo, C. Y., Zhang .Z. H., and Wilkes, A. (2014). Impacts of management practices on soil organic carbon in degraded alpine meadows on the Tibetan Plateau. *Biogeosciences Discuss*, 11, 417-440.
- [4] Dehghn, F. (2010). The Effect of Biological Recovery on Vegetation and Soil Properties (Case Study of Subbasic River of Kabir Savadkouh). Msc.thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 95p.
- [5] Dermer, J. D., Schuman, G. E. (2007). Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. *Journal of Soil and Water Conservation*, 62, 77-85.
- [6] Forozeh, M., and Heshmati, GH. A. (2008). Investigating the effect of flood spreading on some of the characteristics of vegetation and surface soil of Gribaegan Fasa. *Research and construction*, 11, 20-79.
- [7] Guan, X. K., Turner, N. C. Song, L. Gu, Y.J. Wang, T.C. and Li, F.M. (2016). Soil carbon sequestration by three perennial legume pastures is greater in deeper soil layers than in the surface soil. *Biogeosciences*, 13, 527-534.
- [8] Jafari fotami, A., Niknahad, H, Akbarloo, M., and Bahreand, A. R. (2016). Study of the Effects of Biomechanical Operations of Soil and Soil Conservation on Some Soil Properties in Upper Heights in Gorganroud Basin. *Watershed Management Research*, 8 (15), 225-234.
- [9] Jafarihaghighi, M. (2003). Analytical methods of sampling and analysis of soil physical and chemical (with an emphasis on theory and practical). Press Neda Zoha, p. 236.
- [10] Jiao, Y., Xu, Z., Zhao, J.H., and Yang, W. (2012). Changes in soil carbon stocks and related soil properties along a 50-year grassland-to-cropland conversion chronosequence in an agro-pastoral ecotone of Inner Mongolia, China. *Journal of Arid Land*, 4(4), 420-430.
- [11] Lashtizand, M., Parvizi, Y., Shaahrokhvandi, M., and Rafie, B. (2013). Investigating and comparing carbon sequestration with respect to management and regeneration of watersheds in three basins of Rimel, flood spreading in Rumshagan and Kuhdasht aquifer. *Journal of Range and Desert Research*, 20 (2), 397-406.
- [12] Liao, J. D., Buton, T. W., and Jastraw. J. D. (2006). Storage and dynamic of carbon and nitrogen in soil physical fractions following woody plant invasion of grassland. *Soil Biology. and Biochemistry*, 38, 3188-3198.
- [13] McCarty G.W., Ritche J. C. (2002). Impact of soil movement on carbon sequestration in agricultural ecosystems. *Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements, and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina*.
- [14] Mohammadi, T., Dastoorani, M.T, Azimzadeh, H.R., and Jafarpoor, A. (2018). Investigating the Performance of Watershed Biological Operations on Soil Carbon Sequestration in Kalistan Fars Province. *Iran Watershed Science and Engineering*, 12 (4), 31-42.
- [15] Oji, A., Landi, S., and Hojatti, S. (2018). Carbon sequestration and estimation of its economic value in part of the grazed and grazed rangelands of Khuzestan province, *Journal of Water and Soil*, 22 (2):375-386.

- [16] Rastegar, SH., Najafpoor, Z., Jafarian, Z., and GHorbani, J. (2018). Investigating and comparing the economic value of carbon sequestration of vegetation in biological operations in steppe rangelands of Sarbisheh of South Khorasan Province. *Ecology*, 44 (1), 131-148.
- [17] Read, Z., Field, J., and Greene, R. (2010). Estimating the carbon sequestration potential of agricultural soil reforested with directly seeded native vegetation belts around Canberra, Southern Tablelands. NSW World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August, Brisbane, Australia. Pp.4
- [18] Sadeghirad, A., Tavili, A., Azarnivand, H., Jafari, M., and Zarechahocki, M.A. (2018). Investigating and comparing carbon storage in natural pastures and planting hands in Ahtra Mallard, rangeland and Watershed Management. 71(1),137-148.
- [19] Shahrokh, S., Soori, M., Motamedi, G., and Eftekhari, A. (2017). The Effectiveness of Concentrating Operations on Soil Carbon Saturation and Biomass in Khalefan Rangelands of Mahabad. *Journal of Iranian Range and Desert Research*, 24(1),98-109.
- [20] Soori, M., Mahdavi, KH., and Tarvardizade, S. (2017). Change in the vegetation cover of rangeland, under the influence of the mechanical modification of Silvanna, West Azarbaijan province. *Journal of Range and Desert Research*, 24(2),360-369.
- [21] Tahmooreth, M. (2016). Quantitative Evaluation of the Effects of Watershed Activities on Soil Properties of Vegetation and Storage Carbon, PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 212p.
- [22] Thorsson, J., and Svavarsdottir, K. (2013). Soil carbon sequestration: A component of ecological restoration. Soil Carbon Sequestration, for climate, food security and ecosystem services. International conference. Reykjavík, Iceland, 27-29 May 2013. Book of Abstracts. Unpublished manuscript. 186pp.
- [23] Zhang, L., Zhongkui, X., Zhao, R., and Wang, Y. (2012). The impact of land use change on soil organic carbon and labile organic carbon stocks in the Longzhong region of Loess Plateau. *Journal of Arid Land*, 4, 241–250.

