

تأثیر قرق بر عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی

گونه *Trifolium pratense* L. در مراتع شغال‌دره نمین، استان اردبیل

- ❖ شاهین شفائی گنزیق؛ دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ❖ اردوان قربانی*؛ استاد گروه منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ❖ مهدی معمری؛ دانشیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ❖ اکبر قویدل؛ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ❖ احسان زندی اصفهان؛ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

هدف این تحقیق که در سال ۱۳۹۶ انجام شد بررسی تأثیر قرق ۲۵ ساله بر عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه *Trifolium pratense* بوده است. در مراتع منطقه شغال دره اردبیل سه مکان در داخل و سه مکان در خارج قرق کاملاً نزدیک هم انتخاب شد. در هر مکان سه ترانسکت ۱۰۰ متری مستقر و از سطح ۱۰ پلات یک مترمربعی خصوصیات پوشش گیاهی (تولید کل، درصد تاج پوشش کل و تاج پوشش پهن‌برگان علفی) اندازه‌گیری شد. به منظور انتخاب پایه‌های *T. pratense* و اندازه‌گیری پارامترهای مورد بررسی (اندازه‌گیری تأثیر قرق بر عملکرد اندام‌های *T. pratense*) علاوه بر ترانسکت‌های قبل، در هر مکان سه ترانسکت ۵۰ متری (تصادفی) مستقر شد. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه تصادفی انتخاب شده و نزدیک‌ترین گونه به *T. pratense* مشخص شد. طول ریشه، ساقه، گل‌آذین، ارتفاع و قطر یقه *T. pratense* ثبت شد. گل‌آذین، ساقه و ریشه *T. pratense* انتخاب شده قطع و پس از هواخشک شدن با ترازوی دقیق وزن شد. نتایج نشان داد تولید کل در داخل قرق (۲۴۱۳/۰۶ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری با خارج قرق (۹۶۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار) داشت ($P < 0/01$). تولید *T. pratense* در داخل قرق (۹۹/۸۴ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری با خارج قرق (۲۲/۷۵ کیلوگرم در هکتار) داشت ($P < 0/01$). اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر تاج پوشش (کل و پهن‌برگان علفی)، تعداد گل‌آذین، قطر یقه، وزن اندام‌های گیاه ($P < 0/01$) و تلاش بازآوری ($P < 0/05$) معنی‌دار بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که قرق سبب افزایش تاج پوشش گیاهی و تولید کل گیاهان شد. همچنین، عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی در گونه *T. pratense* در داخل قرق بیش‌تر از خارج قرق بوده است. بالا بودن عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی این گیاه شاخص در داخل قرق، می‌تواند بیانگر وجود تعادل و پایداری مراتع قرق‌شده باشد.

کلید واژگان: طول گل‌آذین، تلاش بازآوری، *Trifolium pratense*، عملکرد گیاه، قرق.

۱. مقدمه

برای بهره‌برداری و حفاظت از مراتع به گونه‌ای که پایداری و تولید در آن تضمین شود، ضروری است ساده‌ترین و مناسب‌ترین روش‌های اجرایی شناسایی شده و با توجه به شرایط اقلیمی، اکولوژی و اجتماعی به مرحله اجرا گذاشته شوند. یکی از این روش‌ها که می‌تواند سبب حفاظت پایدار از مراتع شود، قرق است [۲۴]. قرق و حفاظت باعث احیاء، اصلاح و توسعه پوشش گیاهی و ظهور گونه‌های با ارزش و دارویی و افزایش تنوع گونه‌ای می‌شود. همچنین عرصه قرق شده به دلیل حضور متعادل و زیاد گونه‌های با دامنه‌های اکولوژیک وسیع، از پایداری اکولوژیک بیش‌تری در مقابل عرصه تحت چرا برخوردار است [۶۲]. در تحقیق انجام گرفته در مراتع اینچه برون استان گلستان گزارش شد که چراي مفراط و طولانی سبب کاهش عمق و زیست توده ریشه و تغییر خصوصیات ساختاری در محدوده چراي شدید نسبت به محدوده بدون چرا شده است [۲۶]. در بررسی اثر قرق بر روی زادآوری گونه شورپسند *Puccinella distans* در گرگان مشاهده شد که میزان تولید اندام‌های رویشی و زایشی و تولید کل گیاه در مراتع قرق و غیرقرق تفاوت معنی‌داری با هم‌دیگر داشتند. همچنین بیوماس اندام‌های هوایی در منطقه چراي دام نسبت به منطقه حفاظت شده کاهش معنی‌داری داشته است [۸]. در مراتع داخل و خارج قرق تحقیقاتی ارسق استان اردبیل گزارش شد که درصد پوشش تاجی به طور معنی‌داری در منطقه قرق بیش‌تر از منطقه خارج قرق بود [۱۵]. همچنین در تحقیق دیگر در مراتع اردبیل عنوان کردند که میانگین پوشش تاجی گونه‌های دائمی در داخل و خارج قرق در بین سال‌های ارزیابی اختلاف معنی‌داری داشته است [۵۶].

اندازه‌گیری خصوصیات کیفی و کمی اندام هوایی گیاه در شدت‌های چرای مختلف می‌تواند در مدیریت مراتع به مدیران در تصمیم‌گیری کمک کند [۴۴]. در محیط برهم خورده در مقایسه با محیطی که کمتر دست خورده، مقادیر بیش‌تری به بازآوری اختصاص داده می‌شود [۵۷].

در تحقیقی در بررسی تأثیر شدت‌های مختلف چرای دام بر زیست‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی دو گونه *Agropyron libanoticum* و *Festuca ovina* در جنوب شرقی سبلان گزارش شد که افزایش شدت چرا منجر به کاهش قابل توجه زیست‌توده اندام زیرزمینی در شدت چرای متوسط و چراي سنگین نسبت به چراي سبک به ترتیب برابر ۲۵/۱۴ و ۴۲/۷۴ درصد برای گونه *Festuca ovina* و ۹/۳۹ و ۳۵/۳۰ درصد برای گونه *Agropyron libanoticum* شد. به‌طور کلی شدت چرا باعث کاهش زیست‌توده اندام هوایی و زیرزمینی دو گونه *Agropyron libanoticum* و *Festuca ovina* شد [۱۹].

در تحقیق دیگری در بررسی اثر شدت‌های مختلف چرای بر زیست‌توده هوایی و زیرزمینی چند گونه از گندمیان گزارش شد که چراي مفراط و طولانی دام باعث کاهش عمق ریشه و ارتفاع هوایی گونه‌ها شده است [۳]. میزان تخصیص عناصر ضروری گیاه در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت است. اگر خطر تلف شدن زیاد باشد، تأخیر در تولید بذر ممکن است منجر به عدم بازآوری شود. پس محیط‌های ناپایدار باعث می‌شوند که گیاهان در اسرع وقت مقداری بذر تولید کنند [۳۳]. در مطالعه‌ای ساختارهای تولیدمثلی و تعیین میزان بازآوری ۵۰ گونه از گندمیان را در شرایط گلخانه‌ای بررسی و به این نتیجه رسیدند که ۵۰ درصد گندمیان با تخصیص منابع، تلاش برای بازآوری داشته‌اند، بر اساس نتایج آن‌ها میزان تلاش بازآوری در گندمیان دائمی در شرایط خشک، کاهش داشته ولی در شرایط مرطوب بسته به شکل زیستی متفاوت بوده است. به طوری که گیاهان ساقه‌خزنده‌دار تلاش برای بازآوری کمتری داشته‌اند [۶۱]. در تحقیق دیگری در اندازه‌گیری تلاش بازآوری در مراتع آمریکا بیان شد که گیاهان در شرایط سخت محیطی برای پاسخ به شرایط موجود تمایل به تولید مثل در اندازه‌های کوچک دارند [۵۰]. محققانی دیگر تأثیر تغییرات آب و هوا بر الگوهای تخصیص زیست‌توده گیاهی بر روی ۵۴۸ گیاه متعلق به چهار جنس غالب از (*Stipa spp.*, *Leymus spp.* و *Agropyron spp.*, *Cleistogenes spp.*

دورهٔ رویش دارد، رشد می‌کند. متوسط بارندگی سالیانهٔ رویشگاه آن ۴۵۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر است. همچنین گیاهی بسیار خوش‌خوراک و مورد توجه گاو و گوسفند است و مقاومت چندانی به چرا ندارد [۹]. از آنجایی‌که *T. pratense* از گونه‌های شاخص و خوش‌خوراک مرتع است و از طرفی تحقیقات کمی در جهان در مورد واکنش این گیاه به چرای دام، در دسترس است، لذا در این تحقیق تأثیر قرق ۲۵ ساله بر عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونهٔ *T. pratense* در مراتع شغال‌درهٔ نمین در استان اردبیل بررسی شده است.

۲. روش شناسی

۱.۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در مراتع منطقهٔ شغال‌درهٔ شهرستان نمین (منطقه قرق ۲۵ ساله) در استان اردبیل به مساحت ۱۸۵ هکتار با ارتفاع ۱۵۹۶ تا ۱۷۰۴ متر از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی (شکل ۱) قرار دارد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه مرز بین نیمه‌خشک و مرطوب و سرد می‌باشد. همچنین بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی نمین، میانگین دمای متوسط سالانه ۹/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و بارندگی متوسط ۳۲۹ میلی‌متر در بازهٔ زمانی ۲۵ ساله منتهی به سال ۱۳۹۶ می‌باشد. با استفاده از روش چهار عامله، وضعیت مراتع در سه مکان داخل و سه مکان خارج قرق بر اساس طبقات ارتفاعی انتخاب شد. در جدول (۱) امتیازات مربوط به عامل‌ها و وضعیت هر مکان ارائه شده است. بر اساس مشاهدات میدانی و اندازه‌گیری‌های انجام شده، جامعهٔ گیاهی غالب منطقه علفزار و شامل گونه‌های *Vicia persica* Boiss., *Fragaria vesca* L., *Vicia cracca* L., *Trifolium arvens* L., *Medicago varia* Martijn., *variabilis* Freyn & Sint., *Trifolium pratense* L., *Geum urbanum* L., *Astragalus macrocephalus*، *Potentilla reptans* L.

را در امتداد یک ترانسکت ۲۵۰۰ کیلومتری در شمال چین بررسی و به این نتیجه رسیدند که گونه‌های *Leymus* کم‌ترین نسبت ریشه به ساقه را در میان جنس‌های دیگر داشت [۳۲]. در مطالعهٔ بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونهٔ *Artemisia sieberi* در شدت‌های چرای مختلف در استان سمنان گزارش شد که چرای متوسط تأثیر معنی‌داری بر بیوماس ریشه‌ای نداشته، اما اثر چرای سنگین دام بر کاهش رشد و توسعهٔ بیوماس ریشه‌ای گونهٔ درمنه به شدت محسوس بوده است [۲۷]. در تحقیق دیگری که در مورد واکنش اندام‌های زیرزمینی گونهٔ *Festuca ovina* به شدت‌های مختلف چرای دام در علفزارهای نیمه‌استپی خراسان شمالی بود، نتایج نشان داد که همهٔ اندام‌های گیاهی تحت تأثیر چرای سبک رشد بیش‌تری نسبت به تیمار عدم چرا نشان داده است و همچنین با افزایش چرای رشد قسمت‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان کاهش یافته است و کم‌ترین مقدار بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی در چرای سنگین گزارش شده است [۴]. در تحقیقی دیگر صفات کمی مانند وزن مادهٔ خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی، طول ریشه، ارتفاع و طول گل آذین گونهٔ *F. ovina* را تحت شدت‌های چرای در دو دامنهٔ اندازه‌گیری و گزارش کردند جهات جغرافیایی و شدت‌های چرای بر روی میانگین مادهٔ خشک اندام‌های گونه تأثیر معنی‌داری دارد [۱۸]. در بررسی تأثیر شدت‌های مختلف چرای دام بر تغییرات زیست‌توده و تلاش بازآوری گونه‌های *Festuca ovina* و *Alopecurus textilis* نشان دادند که شدت‌های مختلف چرای دام بر زیست‌تودهٔ کل و وزن (ساقه، برگ، ریشه، گل آذین و زیست‌تودهٔ هوایی) و طول (ریشه، گل آذین و ارتفاع هوایی) تأثیر معنی‌دار داشته است [۳۵].

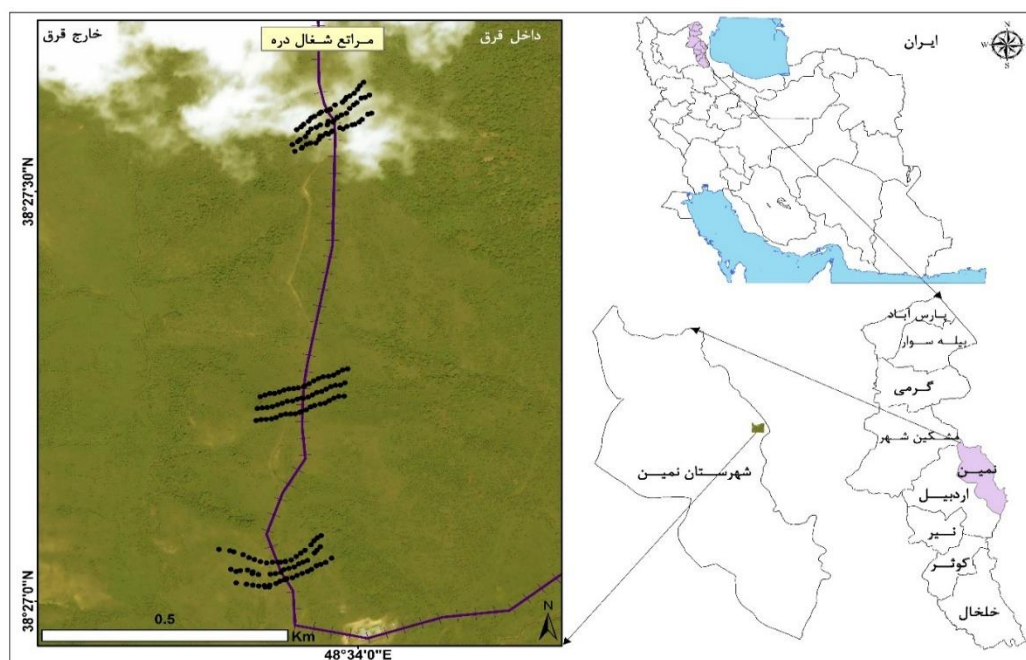
یکی از گونه‌های شاخص مراتع چمنزار، شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) است. شبدر قرمز یکی از مهم‌ترین گونه‌های خانوادهٔ Fabaceae است که در مناطق معتدل جهان کشت می‌شود و به دلیل دارا بودن مواد مغذی با پروتئین بالا امروزه بسیار مورد توجه است [۳۶]. شبدر قرمز در مناطقی که تابستان معتدل و رطوبت کافی در

متر مربعی و کوچکتر از آن را برای مناطق با پوشش علفزار دارای کمترین اشتباه معیار میانگین و بالاترین صحت گزارش کرده‌اند و نیز با توجه به مطالعات قبلی [۲۱، ۵۹، ۵۳، ۴۰] در مجاورت منطقه مورد مطالعه تعیین شد. در هر مکان (طبقه ارتفاعی) ابتدا یک ترانسکت نواری ۱۰۰ متری به صورت تصادفی - سیستماتیک، به گونه‌ای که نقطه شروع اندازه‌گیری نواری تصادفی و سپس در نقطه شروع ترانسکت نواری پلات اول مستقر و سپس در فواصل ۱۰ متری (در مجموع ۱۰ قطعه یک متر مربعی در امتداد هر ترانسکت نواری) پلات‌های دیگر مستقر شدند. با توجه به وجود سه طبقه ارتفاعی، در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات و در مجموع ۳۰ پلات برای تعیین مقدار تولید کل برداشت شد. در برآورد تولید به روش قطع و توزین، سهم تولید گونه‌ها در هر پلات (سهم تولید پهن برگان علفی، گونه مورد مطالعه و سایر گونه‌ها در پاکت‌های جداگانه) برآورد شد [۳۸]. در گام بعد پارامترهای مورد ارزیابی مانند تولید (کل، پهن برگان علفی و *T. pratense*) و تاج پوشش (کل، پهن برگان علفی و *T. pratense*) ثبت شدند.

Willd. و بافت خاک لومی شنی می‌باشد. در جدول (۲) خصوصیات کلی عوامل اقلیمی، توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

۲.۲. روش تحقیق

برای انجام این تحقیق مراتع قرق شغال‌دره و در حاشیه قرق (داخل قرق در سه مکان یا سه طبقه ارتفاعی)، مراتع مجاور (خارج قرق در سه مکان یا سه طبقه ارتفاعی) که از نظر خصوصیات کلی اقلیم، خاک و توپوگرافی کمترین اختلاف را با داخل قرق داشتند، در سال ۱۳۹۶، انتخاب شدند. در این تحقیق به منظور اینکه اثرات اختلاف ارتفاع نیز بر عملکرد گونه شبدرد قرمز بررسی شود، سه مکان یا طبقه ارتفاعی در پروفیل ارتفاعی دامنه جنوبی در نظر گرفته شد. سپس در هر مکان سه ترانسکت ۱۰۰ متری با فواصل ۵۰ متر و عمود بر شیب مستقر شدند. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات ۱×۱ متر مربعی با فواصل ۱۰ متری از همدیگر مستقر شدند. ابعاد پلات نمونه برداری بر اساس ساختار پوشش گیاهی و تحقیقات گذشته [۲۵، ۱۴] که پلات‌های یک



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان اردبیل و محل نمونه برداری در داخل و خارج قرق شغال دره شهرستان نمین

جدول ۱. وضعیت مکان‌های نمونه‌برداری و امتیازات مربوط به هر عامل در مکان‌های مورد مطالعه

وضعیت مرتع	مجموع امتیازات	فاکتورها و امتیازات مربوط به آن‌ها				مکان‌های نمونه‌برداری	
		بنیه و شادابی گیاهان	ترکیب گیاهی	فرسایش و حفاظت خاک	پوشش گیاهی	خارج قرق	داخل قرق
خوب	۴۱	۸	۹	۱۶	۸	۱	
خوب	۴۴	۹	۹	۱۷	۹	۲	
خوب	۴۳	۸	۸	۱۸	۹	۳	
متوسط	۳۳	۶	۶	۱۴	۷	۱	
فقیر	۳۰	۵	۶	۱۳	۶	۲	
فقیر	۲۸	۵	۶	۱۲	۵	۳	

در روش چهار فاکتوری: اگر جمع امتیازات فاکتورها بیشتر از ۴۵ باشد وضعیت مرتع عالی، ۳۸-۴۵: وضعیت خوب، ۳۱-۳۷: وضعیت متوسط ۳۰-۱۵: وضعیت فقیر و کمتر از ۱۵ باشد، وضعیت خیلی فقیر خواهد بود [۶].

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی منطقه مورد مطالعه و مهم‌ترین گونه‌های همراه

مکان ۳		مکان ۲		مکان ۱		مشخصات مکان‌ها
خارج قرق	داخل قرق	خارج قرق	داخل قرق	خارج قرق	داخل قرق	وضعیت حفاظتی
۱۷۰۲-۱۶۰۰	۱۷۰۲-۱۶۰۰	۱۶۰۰-۱۵۷۰	۱۶۰۰-۱۵۷۰	۱۵۷۰-۱۵۰۷	۱۵۷۰-۱۵۰۷	ارتفاع محدوده نمونه برداری (m)
۶۹-۲۲	۶۹-۲۲	۲۲-۱۲	۲۲-۱۲	۱۲-۰	۱۲-۰	شیب (/)
جنوبی	جنوبی	جنوبی	جنوبی	جنوبی	جنوبی	جهت کلی
°۴۸ ۳۳' ۹۳"	°۴۸ ۳۳' ۹۱"	°۴۸ ۳۳' ۸۹"	°۴۸ ۳۳' ۹۱"	°۴۸ ۳۳' ۹۳"	°۴۸ ۳۳' ۸۵"	طول جغرافیایی
°۳۸ ۲۷' ۲۷"	°۳۸ ۲۷' ۵۸"	°۳۸ ۲۷' ۲۳"	°۳۸ ۲۷' ۵۶"	°۳۸ ۲۷' ۰۷"	°۳۸ ۲۷' ۰۴"	عرض جغرافیایی
لومی شنی	لومی شنی	لومی شنی	لومی شنی	لومی شنی	لومی شنی	بافت خاک
۵/۴	۵/۴	۵/۹	۵/۶	۶/۱	۵/۸	pH خاک
متوسط	متوسط تا زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	عمق خاک
۰/۴۸	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۴۹	هدایت الکتریکی خاک (ds/m)
۲/۱۶	۳/۴۰	۲/۲۳	۵/۰۶	۱/۴۳	۳/۷۶	تراکم <i>T. pratense</i> (پایه در متر مربع)
۱/۲۵	۱/۸۸	۱/۳۳	۳/۷۳	۰/۷۹	۲/۹۶	تاج پوشش <i>T. pratense</i> (درصد از تولید کل)
۱۸/۷۷	۴۷/۱۱	۲۱/۷۵	۱۴۸/۴۲	۲۷/۷۱	۱۰۲/۸۸	تولید <i>T. pratense</i> (kg/ha)
<i>Vicia variabilis</i> Freyn & Sint. <i>Lathyrus roseus</i> Stev <i>Convolvulus arvensis</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Eryngium billarideri</i> L. <i>Grimonia eupatoria</i> L. <i>Potentilla recta</i> L.	<i>Sanguisrba minor</i> subsp. <i>muricata</i> . <i>Salvia verticilata</i> L. <i>Astragalus macrocephalus</i> Willd <i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Viola arvensis</i> Murray.	<i>Primula macrocalyx</i> Bge. <i>Carex orbicularis</i> Boott <i>Vicia persica</i> Boiss. <i>Orchis mascula</i> L. <i>Artemisia absinthium</i> L.	<i>Fragaria vesca</i> L. <i>Vicia cracca</i> L. <i>sanguisrba minor</i> subsp. <i>muricata</i> <i>Viola odorata</i> L. <i>Trifolium arvens</i> L. <i>Plantago major</i> L.	<i>Eryngium caucasicum</i> Trautv. <i>Rhynchosorys maxima</i> C. Richter. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Erigeron acris</i> var. <i>confertum</i> Boiss.	<i>Lotus corniculatus</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Medicago varia</i> Martijn <i>Coronilla varia</i> L. <i>Vicia persica</i> Boiss. <i>Trifolium arvens</i> L. <i>Vicia cracca</i> L. <i>Fragaria vesca</i> L.	مهم‌ترین گونه‌های همراه

یکنواخت آن در سطح مکان‌های نمونه‌برداری، به منظور تعیین عملکرد اندام‌های گونه *T. pratense* و اندازه‌گیری پارامترهای مورد بررسی، در هر مکان علاوه بر

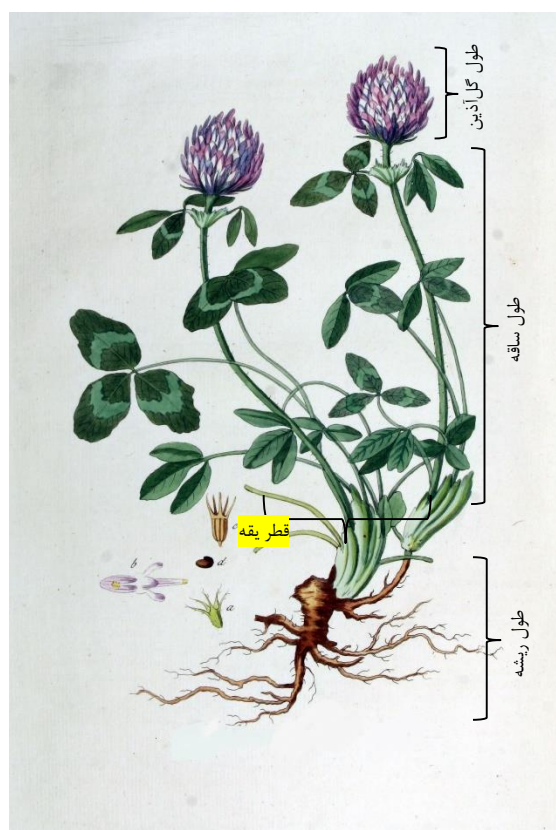
۳.۲. نمونه‌برداری از گونه *T. pratense* و خاک

به علت توزیع تصادفی گونه *T. pratense* و با استناد به مطالعات مشابه قبلی [۱۷، ۳۵، ۳۴] و عدم توزیع

اندام‌های هوایی بالای سطح زمین و اندام‌های زیرزمینی در داخل و خارج قرق میزان عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی در داخل و خارج قرق اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی درصد تلاش بازآوری پس از تفکیک اندام‌های مختلف رویشی شامل ساقه و اندام‌های زایشی (گل‌آذین)، توده گیاهی زنده از غیرزنده جدا و در پاکت‌های جداگانه کاغذی قرار داده شد. پس از هوا خشک شدن اندام‌ها، وزن خشک هریک از اجزاء به تفکیک با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و پس از تعیین نسبت وزنی اندام‌های هوایی و وزن گل‌آذین طبق رابطه (۱)، درصد تلاش بازآوری گونه مورد نظر در مکان‌های انتخاب شده اندازه‌گیری شد [۱۶].

$$\text{رابطه (۱)} = \frac{\text{وزن گل‌آذین}}{\text{وزن کل قسمت‌های هوایی}} \times 100$$

تراز سکت‌های قبل، سه تراز سکت نواری دیگر به صورت تصادفی-سیستماتیک مستقر و در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه تصادفی انتخاب شد و در هر نقطه نزدیک‌ترین پایه *T. pratense* به نقطه تصادفی (روش نزدیک‌ترین فرد [۷]) تعیین شد (مجموعاً ۱۰ پایه در هر ترانسکت و کلاً ۱۸ ترانسکت در کل منطقه). سپس کلیه اندام‌های هوایی و ریشه پایه‌های انتخاب‌شده *T. pratense* در هر نقطه (گل‌آذین، ساقه و ریشه) قطع شد و فاکتورهایی مانند طول (ریشه، ساقه و گل‌آذین) ارتفاع گیاه و قطر یقه آن با خط‌کش اندازه‌گیری شد (شکل ۲). تعداد گل‌آذین هر پایه نیز به صورت جداگانه شمارش و ثبت شد. سپس کلیه اندام‌ها در پاکت‌های کاغذی منفذدار به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از هوا خشک شدن مشخصاتی از قبیل (وزن ریشه، وزن ساقه، وزن گل‌آذین و وزن کل) با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن و ثبت شد. با در اختیار داشتن وزن



شکل ۲. مشخصات اندازه‌گیری شده از گونه *T. pratense* [۴۷].

با استفاده از آزمون توکی انجام شد. برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

۳. نتایج

۳.۱. تأثیر قرق بر شاخص‌های عملکردی

T. pratense

نتایج تأثیر قرق بر شاخص‌های عملکردی گونه *T. pratense* در جدول (۳) ارائه شده است. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است، تاج پوشش (پهن‌برگان علفی و کل) و تولید (کل، پهن‌برگان علفی و شبدر قرمز) در داخل و خارج قرق اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0.01$). مقدار تولید کل در داخل قرق ۲۴۱۳/۰۶ و در خارج قرق ۹۶۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار است و اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.01$). از این مقدار (تولید کل)، شبدر قرمز در داخل قرق با دارا بودن ۹۹/۸۳ کیلوگرم در هکتار، ۴/۱۳ درصد از تولید کل و در خارج قرق با ۲۲/۷۵ کیلوگرم در هکتار، ۲/۳۵ درصد از تولید کل را به خود اختصاص داده است.

نمونه‌های خاک از ابتدا، وسط و انتهای هر ترانسکت تا عمق ریشه دوانی گونه *T. pratense* برداشت و پس از خشک شدن به آزمایشگاه منتقل شد و ۱۵ پارامتر خاک شامل (شوری، اسیدیته، درصد گل‌اشباع، آهک، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، رس، سیلت، شن، بافت خاک، کلسیم، منیزیم، سدیم، کربنات و بی‌کربنات با روش‌های معمول [۵۵] در آزمایشگاه دانشگاه محقق اردبیلی اندازه‌گیری شدند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف - اسمیرنوف انجام شد. سپس، برای مقایسه خصوصیات عملکردی گیاه و خصوصیات خاک در داخل و خارج قرق از آزمون *t* مستقل استفاده شد. همچنین، برای بررسی اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های عملکردی *T. pratense* آزمون تجزیه واریانس دوطرفه استفاده شد. برای بررسی اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی (مکان‌های نمونه‌برداری) بر مؤلفه‌های عملکردی، خصوصیات خاک و مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense* از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه (General Linear Model) و نیز مقایسه میانگین داده‌ها

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های عملکردی در داخل و خارج قرق با استفاده از آزمون *t* مستقل

متغیر	داخل قرق	خارج قرق	آماره <i>t</i>
تاج پوشش کل (%)	۹۱/۰ ± ۴۵/۸۳	۷۳/۱ ± ۸۴/۰۹	۱۲/۷۶**
تاج پوشش پهن‌برگان علفی (%)	۶۴/۱ ± ۹۶/۶۱	۵۱/۱ ± ۲۱/۵۸	۶/۰۹**
تولید کل (kg/ha)	۲۴۱۳/۵۸ ± ۰۶/۰۱	۹۶۳/۳۲ ± ۸۴/۲۸	۲۱/۸۲**
تولید پهن‌برگان علفی (kg/ha)	۱۴۲۷/۴۴ ± ۹۱/۷۳	۶۰۸/۲۲ ± ۵۳/۶۳	۱۶/۳۴**
تولید شبدر قرمز (kg/ha)	۹۹/۲۵ ± ۸۳/۶۹	۲۲/۵ ± ۷۵/۲۲	۲/۹۳**

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ^{ns} عدم معنی‌داری

($P > 0.05$)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های عملکردی در جدول (۵) ارائه شده است. بیش‌ترین درصد تاج‌پوشش کل (۹۳/۴۲)، تاج‌پوشش پهن‌برگان علفی (۷۵/۶۳)، بیش‌ترین تولید پهن‌برگان علفی (۱۴۶۰/۴۴ kg/ha)، و بیش‌ترین تولید کل

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی (سایت‌های مورد مطالعه) بر مؤلفه‌های عملکردی *T. pratense* در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر تاج‌پوشش کل و پهن‌برگان علفی معنی‌دار ($P < 0.01$)، ولی بر تولید کل پهن‌برگان علفی و تولید شبدر قرمز معنی‌دار نبود

تولید *T. pratense* (۱۴۸/۴۲ kg/ha) در سایت دو داخل قرق و بیشترین (۲۴۷۹/۹۷ kg/ha)، در سایت سه داخل قرق، و بیشترین قرق مشاهده شد.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های عملکردی

میانگین مربعات				منابع تغییر
خطا	سایت × قرق	سایت (طبقات ارتفاعی)	قرق (داخل و خارج قرق)	
۶۳/۷۹	۴۲۹/۴۲**	۲۵۷/۶۵*	۱۳۹۴۱/۸۴**	تاج پوشش کل (%)
۱۲۵/۴۰	۵۷۳۷/۸۵**	۳۷۶۲/۶۰*	۸۵۱۱/۲۵**	تاج پوشش پهن‌برگان علفی (%)
۱۹۶۷/۸۰	۱۰۴۱۷/۰ ^{ns}	۴۳۱۴۴/۷۷ ^{ns}	۹۴۵۱۱۱۱/۴۱**	تولید کل (kg/ha)
۱۱۴۴۹/۱۰	۲۴۷۸/۸۹ ^{ns}	۸۱۵۸/۵۵ ^{ns}	۳۰۲۱۲۳۴/۲۵**	تولید پهن‌برگان علفی (kg/ha)
۳۰۷۵/۸۰	۳۶۳۱/۲۲ ^{ns}	۴۱۷۳/۹۱ ^{ns}	۲۶۷۳۴/۴۲**	تولید شبدر قرمز (kg/h)
۱۷۴	۲	۲	۱	درجه آزادی

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی‌داری

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های شاخص عملکردی

مؤلفه‌های عملکردی	سایت‌های داخل قرق			سایت‌های خارج قرق		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
تاج پوشش کل (%)	۵۹/۱±۱۸/۹۲ ^a	۶۰/۱±۷۴/۸۸ ^a	۰۰/۱±۴۲/۹۳ ^a	۷۷/۲±۰۹/۶۹ ^c	۱۴/۱±۳۳/۷۶ ^b	۹۴/۰±۱۳/۷۶ ^b
تاج پوشش پهن‌برگان علفی (%)	۲۸/۲±۳۶/۶۷ ^b	۶۶/۲±۹۳/۵۱ ^d	۳۰/۱±۶۳/۷۵ ^a	۹۰/۲±۰۸/۳۶ ^e	۲۹/۱±۲۸/۵۹ ^c	۰۴/۱±۲۹/۵۸ ^c
تولید کل (kg/ha)	۲۳۹۹/۱۰۵±۵۱/۸۲ ^a	۲۳۵۹/۹۷±۹۸ ^a	۲۴۷۹/۶۱/۱۰۰±۹۷ ^a	۸۵۵/۲۴/۵۰±۱۰ ^b	۹۴۵/۱۸/۵۰±۸۱ ^b	۱۰۹۰/۹۱/۵۹±۶۶ ^b
تولید پهن‌برگان علفی (kg/h)	۱۴۲۳/۹/۸۳±۳۱ ^a	۱۳۹۹/۷/۷۵±۹۹ ^a	۱۴۶۰/۸/۷۴±۴۴ ^a	۵۵۷/۹۲/۳۹±۳۳ ^b	۶۰۸/۳۵±۶۰/۳۱ ^b	۶۵۹/۲۲/۴۱±۶۲ ^b
تولید شبدر قرمز (kg/h)	۱۰۳/۱۰/۶۶±۸۸ ^{ab}	۱۴۸/۴۷/۳۵±۴۲ ^a	۵۵/۱۶±۱۱/۴۷ ^b	۳۵/۱۴±۷۱/۲۷ ^b	۴±۷۵/۲۱/۴۱ ^b	۹۱/۴±۷۷/۱۸ ^b

حروف غیر مشترک (a, b, c) در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند.

۲.۳. تأثیر قرق بر مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense*

نتایج بررسی مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense* در جدول (۶) ارائه شده است. نتایج نشان داد همه پارامترهای رشد شبدر قرمز به جز طول گل آذین، وزن ریشه و وزن ساقه در داخل و خارج قرق دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P < 0/01$). به این صورت که وزن کل، وزن ساقه، وزن ریشه، وزن گل آذین، تعداد گل آذین، قطر یقه و تلاش بازآوری در خارج قرق بیشتر از داخل بود. در صورتی که ارتفاع گیاه، طول ساقه، گل آذین، ریشه و تاج

پوشش گیاه در داخل قرق بیشتر از خارج قرق بودند. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense* در جدول (۷) ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر متقابل سایت (طبقات ارتفاعی) و قرق بر روی وزن کل گیاه، وزن ساقه، وزن ریشه، وزن گل آذین، تعداد گل آذین و قطر یقه و تلاش بازآوری معنی‌دار است ($P < 0/01$). اما بر روی ارتفاع گیاه، طول ساقه، طول گل آذین، طول ریشه و تاج پوشش گیاه معنی‌دار نبوده است ($P > 0/05$).

جدول ۶. مقایسه مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense* در داخل و خارج قرق با استفاده از آزمون t مستقل

متغیر	داخل قرق	خارج قرق	آماره t
وزن کل (g)	۲/۰ ± ۵۰/۰۶	۳/۰ ± ۰۰/۲۲	-۲/۱۴**
وزن ساقه (g)	۱/۰ ± ۱۴/۰۳	۱/۰ ± ۳۲/۱۰	-۱/۶۳ ^{ns}
وزن ریشه (g)	۱/۰ ± ۰۲/۰۴	۱/۰ ± ۰۴/۰۷	-۰/۲۱ ^{ns}
وزن گل‌آذین (g)	۰/۰ ± ۳۳/۰۱	۰/۰ ± ۶۲	-۴/۶۶**
تعداد گل‌آذین	۱/۰ ± ۷۱/۰۹	۵/۰ ± ۶۰/۵۲	-۷/۲۶**
قطر یقه (cm)	۰/۰ ± ۵۳/۰۳	۱/۰ ± ۷۰/۰۹	-۱۱/۱۸**
ارتفاع گیاه (cm)	۳۶/۰ ± ۰۶/۴۳	۲۲/۰ ± ۸۷/۷	۱۵/۹۳**
طول ساقه (cm)	۳۳/۰ ± ۶۷/۴۱	۲۰/۰ ± ۷۴/۶۷	۱۶/۳۷**
طول گل‌آذین (cm)	۲/۰ ± ۳۹/۰۷	۲/۰ ± ۱۲/۰۶	۲/۸۷ ^{ns}
طول ریشه (cm)	۱۵/۰ ± ۸۶/۷۱	۱۰/۰ ± ۰۸/۳۹	۷/۰۸**
تاج پوشش گیاه (/)	۲/۰ ± ۴۰/۵۲	۱/۰ ± ۰۳/۱۹	-۲/۴۴**
تلاش بازآوری (/)	۲۲/۰ ± ۴۶/۹۴	۳۰/۱ ± ۳۶/۳۲	-۴/۸۵**

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی‌داری (تمامی مقادیر ذکر شده در جدول به ازای هر پایه است)

جدول ۷. تجزیه واریانس اثر متقابل قرق و سایت‌های نمونه‌برداری بر مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense*

منابع تغییر	قرق (داخل و خارج قرق)	میانگین مربعات	
		سایت (طبقات ارتفاعی)	سایت × قرق
وزن کل (g)	۱۶/۱۱**	۹۵/۱۶**	۸۵/۱۲*
وزن ساقه (g)	۴۹/۱ ^{ns}	۱/۰۷**	۹۳/۱**
وزن ریشه (g)	۰/۱۰ ^{ns}	۵/۶۰**	۸۹/۱**
وزن گل‌آذین (g)	۹۶/۳**	۷۹/۰**	۹۱/۰**
تعداد گل‌آذین	۶۸۰**	۵۳/۷۳**	۶۶/۱۷**
قطر یقه (cm)	۴۸/۶۱**	۴۳/۳**	۲۴/۴**
ارتفاع گیاه (cm)	۷۸۳۸/۸۸**	۱۲۵/۳۸**	۴۶/۳۴ ^{ns}
طول ساقه (cm)	۷۵۱۸/۱۴**	۱۰۹/۶۷**	۶۹/۴۴ ^{ns}
طول گل‌آذین (cm)	۲۲/۳**	۰/۹۵**	۰/۱۰ ^{ns}
طول ریشه (cm)	۱۵۰۵/۱۱**	۱۶۶/۷۰**	۱۵/۵۵ ^{ns}
تاج پوشش (/)	۳۹/۸۴*	۶۱/۳۸*	۹۴/۱۳ ^{ns}
تلاش بازآوری (/)	۲۸۰۹/۳۱**	۳۵۰/۰۰**	۳۷۰/۱۹*
درجه آزادی	۱	۲	۲

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی‌داری (تمامی مقادیر ذکر شده در جدول به ازای هر پایه است)

میانگین بیشترین وزن ریشه (۱/۳۶ گرم)، طول ریشه (۱۸/۳۰ سانتی‌متر)، ارتفاع گیاه (۳۷/۳۰ سانتی‌متر)، طول ساقه (۳۴/۷۶ سانتی‌متر)، طول گل‌آذین (۲/۵۳ سانتی‌متر)، و درصد تاج‌پوشش گیاه (۳/۳۸) در سایت دو داخل قرق مشاهده شد. در حالی که، بیشترین وزن

هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense* به شرح جدول (۸) می‌باشد. همان‌گونه که در جدول نشان داده شده است میانگین بیشترین وزن کل (۳/۵۸ گرم) و وزن ساقه (۱/۵۷ گرم)، در سایت ۱ خارج قرق بود.

گل آذین (۰/۷۷ گرم)، تعداد گل آذین (۷/۶۶)، قطر یقه خارج قرق مشاهده شد. (۲/۱۸ سانتی متر)، و تلاش بازآوری (۳۵/۸۳) در سایت دو

جدول ۸. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر مؤلفه‌های رشد گونه *T. pratense*

مؤلفه‌ها	سایت‌های داخل قرق			سایت‌های خارج قرق		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
وزن کل (g)	۲/۲۶±۰/۰۹ ^{bc}	۲/۸۴±۰/۱۳ ^{ab}	۲/۴۱±۰/۰۸ ^{ab}	۳/۵۸±۰/۵۶ ^a	۳/۵۲±۰/۲۳ ^a	۱/۹۰±۰/۱۲ ^c
وزن ساقه (g)	۱/۱۰±۰/۰۶ ^{bc}	۱/۱۴±۰/۰۵ ^{bc}	۱/۱۹±۰/۰۶ ^{abc}	۱/۵۷±۰/۲۵ ^a	۱/۴۳±۰/۱۵ ^{ab}	۰/۹۷±۰/۰۸ ^c
وزن ریشه (g)	۰/۸۴±۰/۰۵ ^b	۱/۳۶±۰/۰۸ ^a	۰/۸۷±۰/۰۵ ^b	۱/۲۴±۰/۱۷ ^a	۱/۳۱±۰/۰۷ ^a	۰/۵۷±۰/۰۴ ^c
وزن گل آذین (g)	۰/۳۱±۰/۰۲ ^b	۰/۳۳±۰/۰۲ ^b	۰/۳۳±۰/۰۲ ^b	۰/۷۵±۰/۱۵ ^a	۰/۷۷±۰/۰۸ ^a	۰/۳۵±۰/۰۳ ^b
تعداد گل آذین	۱/۸۳±۰/۱۴ ^c	۱/۷۰±۰/۱۵ ^c	۱/۶۰±۰/۱۸ ^c	۵/۷۶±۱/۱۷ ^b	۷/۶۶±۰/۸۷ ^a	۳/۳۶±۰/۳۰ ^c
قطر یقه (cm)	۰/۶۷±۰/۰۵ ^d	۰/۴۳±۰/۰۴ ^d	۰/۴۹±۰/۰۵ ^d	۱/۷۲±۰/۱۵ ^b	۲/۱۸±۰/۱۹ ^a	۱/۲۰±۰/۱۱ ^c
ارتفاع گیاه (cm)	۳۵/۴۱±۰/۹۵ ^a	۳۷/۳۰±۰/۷۴ ^a	۳۵/۴۸±۰/۴۹ ^a	۲۳/۸۴±۱/۳۶ ^b	۲۴/۳۵±۰/۹۹ ^b	۲۰/۴۲±۱/۱۶ ^c
طول ساقه (cm)	۳۳/۱۱±۰/۸۸ ^a	۳۴/۷۶±۰/۷۱ ^a	۳۳/۱۳±۰/۴۹ ^a	۲۱/۷۸±۱/۳۰ ^b	۲۲/۰۸±۰/۹۵ ^b	۱۸/۳۷±۱/۱۲ ^c
طول گل آذین (cm)	۲/۲۹±۰/۱۳ ^{ab}	۲/۵۳±۰/۱۱ ^a	۲/۳۴±۰/۱۱ ^{ab}	۲/۰۵±۰/۱۲ ^b	۲/۲۷±۰/۰۹ ^{ab}	۲/۰۴±۰/۱۰ ^b
طول ریشه (cm)	۱۵/۰۹±۱/۲۰ ^b	۱۸/۳۰±۱/۲۸ ^a	۱۴/۲۰±۱/۱۴ ^b	۱۱/۳۲±۰/۷۱ ^c	۱۰/۷۱±۰/۶۳ ^{cd}	۸/۲۰±۰/۵۹ ^d
تاج پوشش (/)	۲/۸۵±۱/۳۲ ^{ab}	۳/۳۸±۰/۷۹ ^a	۰/۹۹±۰/۱۹ ^{bc}	۰/۸۶±۰/۳۳ ^{bc}	۱/۵۱±۰/۴۵ ^{abc}	۰/۷۳±۰/۱۵ ^c
تلاش بازآوری (/)	۲۲/۵۷±۱/۸۲ ^c	۲۲/۳۲±۱/۴۰ ^c	۲۲/۳۲±۱/۷۲ ^c	۲۸/۸۷±۱/۷۹ ^b	۳۵/۸۳±۲/۷۵ ^a	۲۶/۴۰±۱/۹۳ ^{ab}

حروف غیر مشترک (a, b و c) در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار هستند (تمامی مقادیر ذکر شده در جدول به ازای هر پایه است)

به شرح جدول (۱۱) می‌باشد. بیش‌ترین مقدار EC (۰/۵۰ ds/m)، بیش‌ترین درصد سیلت (۳۳/۳۳)، و بیش‌ترین درصد منیزیم (۲/۱۴ ppm)، در سایت ۱ داخل قرق مشاهده شد و بیش‌ترین درصد رس (۱۲/۰۰)، در سایت ۲ داخل قرق و بیش‌ترین مقدار pH (۶/۱۰)، بیش‌ترین درصد گل اشباع (۵۰/۶۷)، بیش‌ترین درصد کربن آلی (۰/۹۸)، بیش‌ترین درصد نیتروژن (۰/۵۷)، بیش‌ترین مقدار فسفر (۱/۶۵ ppm)، و بیش‌ترین مقدار کلسیم (۹/۰۰ ppm)، در سایت ۱ خارج قرق و بیش‌ترین مقدار سدیم (۴۶/۶۷ ppm) در سایت ۳ داخل قرق مشاهده شد. بیش‌ترین درصد آهک (۶/۱۲)، در سایت ۲ خارج قرق و بیش‌ترین مقدار پتاسیم (۱۹۴/۰۰ ppm)، و بیش‌ترین درصد شن (۶۹/۳۳)، در سایت ۳ خارج قرق و بیش‌ترین بی‌کربنات (۱۹۰/۰۰ ppm) در سایت ۳ داخل قرق ثبت شد.

۳.۳. بررسی خصوصیات خاک در داخل و خارج قرق

نتایج بررسی خصوصیات خاک منطقه در جدول (۹) آمده است. نتایج نشان داد در منطقه پارامترهای درصد آهک، گل اشباع، شن و سدیم در داخل و خارج قرق اختلاف معنی‌داری نداشته است و این در حالی است که سایر پارامترها (EC، pH، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، رس، سیلت، کلسیم، منیزیم و بی‌کربنات) در داخل و خارج قرق دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. هم‌چنین نتایج تجزیه وار یانس اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر خصوصیات خاک در جدول (۱۰) نشان داده شده است. اثر متقابل قرق و سایت‌های نمونه‌برداری به‌جز pH بر روی تمامی پارامترهای خاک معنی‌دار بوده است. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر خصوصیات خاک در داخل و خارج قرق

جدول ۹. مقایسه خصوصیات خاک در داخل و خارج قرق با استفاده از آزمون t مستقل

متغیر	داخل قرق	خارج قرق	آماره t
(dS/m) EC	۰/۴۲±۰/۰۰	۰/۴۶±۰/۰۰	-۳/۵۵ ^{**}
pH	۵/۶۱±۰/۰۳	۵/۸۴±۰/۰۵	-۳/۵۳ ^{**}
گل اشباع (%)	۳۸/۳۳±۰/۷۳	۴۵/۳۳±۰/۷۲	۶/۷۹ ^{ns}
آهک (%)	۵/۶۴±۰/۰۵	۵/۷۰±۰/۰۵	-۰/۷۱ ^{ns}
کربن آلی (%)	۰/۷۱±۰/۰۱	۰/۹۲±۰/۰۲	-۸/۰۳ ^{**}
نیتروژن (%)	۰/۴۱±۰/۰۰	۰/۵۳±۰/۰۱	-۸/۱۱ ^{**}
فسفر (ppm)	۱/۳۶±۰/۰۳	۱/۴۲±۰/۰۲	-۱/۵۰ ^{**}
پتاسیم (ppm)	۱۴۴/۵۵±۴/۱	۱۸۳/۲۲±۱/۳۴	-۸/۹۰ ^{**}
رس (%)	۹/۸۸±۰/۴۶	۵/۵۵±۰/۳۶	-۷/۳۹ ^{**}
سیلت (%)	۳۲/۷۷±۰/۴۴	۳۰/۵۵±۰/۶۱	۲/۹۳ ^{**}
شن (%)	۵۸/۴۴±۰/۶۴	۶۳/۸۸±۰/۶۵	-۵/۹۱ ^{ns}
کلسیم (ppm)	۶/۳۵±۰/۱۶	۶/۵۵±۰/۲۶	۰/۶۳ ^{**}
منیزیم (ppm)	۱/۹۷±۰/۰۳	۱/۵۳±۰/۰۲	۱۰/۹۷ ^{**}
سدیم (ppm)	۳۷/۷۷±۰/۸۰	۳۴/۳۳±۰/۹۳	۲/۷۹ ^{ns}
بی‌کربنات (ppm)	۱۴۴/۸۳±۳/۷۹	۱۴۵/۴۴±۳/۵۳	-۱/۲۱ [*]

^{**} معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، ^{*} معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ^{ns} عدم معنی‌داری

جدول ۱۰. تجزیه واریانس اثر متقابل قرق و سایت‌های نمونه‌برداری بر خصوصیات خاک

منابع تغییر	میانگین مربعات		
	داخل و خارج قرق	سایت (طبقات ارتفاعی)	سایت×قرق
درجه آزادی	۱	۲	۲
خطا	۱۷۴	۱۷۴	۱۷۴
EC (ds/m)	۰/۷۸ ^{**}	۰/۱۵ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}
pH	۲/۲۴ ^{**}	۴/۰۷ ^{**}	۰/۱۹ ^{ns}
گل اشباع (%)	۲۲۰۵/۰۰ ^{**}	۵۰۱/۶۶ ^{**}	۸۷۱/۶۶ ^{**}
آهک (%)	۰/۱۴ ^{ns}	۱/۵۲ ^{**}	۹/۱۷ ^{**}
کربن آلی (%)	۱/۸۷ [*]	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۲۰ ^{**}
نیتروژن (%)	۰/۶۴ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{**}
فسفر (ppm)	۰/۱۵ [*]	۰/۲۶ ^{**}	۳/۰۷ ^{**}
پتاسیم (ppm)	۶۷۲۸۰/۰۰ ^{**}	۲۳۹۵۰/۵۵ ^{**}	۶۶۶۱/۶۶ ^{**}
رس (%)	۸۴۵/۰۰ ^{**}	۸۲/۲۲ ^{**}	۲۴۰/۰۰ ^{**}
سیلت (%)	۲۲۲/۲۲ ^{**}	۱۶۶/۶۶ ^{**}	۲۹۵/۵۵ ^{**}
شن (%)	۱۳۳۳/۸۸ ^{**}	۵۲۶/۶۶ ^{**}	۴۹۵/۵۵ ^{**}
کلسیم (ppm)	۱/۸۰ ^{ns}	۶۹/۶۸ ^{**}	۷۱/۴۶ ^{**}
منیزیم (ppm)	۷/۸۵ ^{**}	۱/۴۷ ^{**}	۰/۳۷ ^{**}
سدیم (ppm)	۵۳۳/۸۸ ^{**}	۱۴۵۰/۵۵ ^{**}	۱۷۰۰/۵۵ ^{**}
بی‌کربنات (ppm)	۱۶/۸۰ ^{ns}	۴۸۵۲۳/۴۷ ^{**}	۸۶۴۴/۳۰ ^{**}

^{**} معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، ^{*} معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ^{ns} عدم معنی‌داری

جدول ۱۱. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قرق و طبقات ارتفاعی بر خصوصیات خاک در داخل و خارج قرق

مؤلفه‌ها	سایت‌های داخل قرق			سایت‌های خارج قرق		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
EC (ds/m)	۰/۵۰±۰/۰۰ ^a	۰/۳۶±۰/۰۰ ^c	۰/۴۱±۰/۰۱ ^b	۰/۴۹±۰/۰۱ ^a	۰/۴۲±۰/۰۴ ^b	۰/۴۸±۰/۰۱ ^a
pH	۵/۸۲±۰/۰۶ ^{bc}	۵/۶۳±۰/۰۷ ^{cd}	۵/۴۰±۰/۰۴ ^e	۶/۱۰±۰/۰۴ ^a	۵/۹۳±۰/۰۱ ^{ab}	۵/۴۹±۰/۰۷ ^{de}
گل اشباع (%)	۳۸/۰۰±۰/۵۵ ^c	۳۳/۶۷±۱/۴۱ ^d	۴۳/۳۳±۱/۰۱ ^b	۵۰/۶۷±۰/۸۹ ^a	۴۳/۶۷±۰/۶۸ ^b	۴۱/۶۷±۱/۴۳ ^b
آهک (%)	۵/۸۶±۰/۰۵ ^b	۵/۲۴±۰/۰۴ ^c	۵/۸۵±۰/۱۴ ^b	۵/۸۱±۰/۰۷ ^b	۶/۱۲±۰/۰۵ ^a	۵/۱۸±۰/۰۶ ^c
کربن آلی	۰/۶۴±۰/۰۱ ^d	۰/۷۹±۰/۰۴ ^c	۰/۷۳±۰/۰۲ ^c	۰/۹۸±۰/۰۴ ^a	۰/۹۲±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۸۷±۰/۰۳ ^b
نیتروژن (%)	۰/۳۷±۰/۰۱ ^e	۰/۴۶±۰/۰۳ ^{cd}	۰/۴۲±۰/۰۱ ^{de}	۰/۵۷±۰/۰۲ ^a	۰/۵۳±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۵۰±۰/۰۲ ^{bc}
فسفر (ppm)	۱/۰۷±۰/۰۱ ^d	۱/۴۴±۰/۰۶ ^b	۱/۵۸±۰/۰۲ ^a	۱/۶۵±۰/۰۲ ^a	۱/۲۶±۰/۰۲ ^c	۱/۳۵±۰/۰۴ ^b
پتاسیم (ppm)	۱۲۵/۰۰±۲/۲۳ ^c	۱۲۹/۰۰±۲/۶۸ ^c	۱۷۹/۶۷±۵/۷۹ ^b	۱۷۵/۶۷±۰/۸۹ ^b	۱۸۰/۰۰±۱/۳۱ ^b	۱۹۴/۰۰±۲/۷۸ ^a
رس (%)	۹/۰۰±۰/۳۰ ^b	۱۲/۰۰±۱/۱۴ ^a	۸/۶۷±۰/۵۷ ^b	۸/۶۷±۰/۶۱ ^b	۳/۶۷±۰/۳۲ ^c	۴/۳۳±۰/۴۶ ^c
سیلت (%)	۳۳/۳۳±۰/۳۲ ^a	۳۱/۳۳±۰/۱۸ ^a	۳۳/۶۷±۱/۲۷ ^a	۳۳/۳۳±۰/۶۳ ^a	۳۲/۰۰±۰/۶۱ ^a	۲۶/۳۳±۱/۳۲ ^b
شن (%)	۵۷/۶۷±۰/۶۱ ^c	۶۰/۰۰±۰/۸۴ ^c	۵۷/۶۷±۱/۶۱ ^c	۵۸/۰۰±۰/۵۵ ^c	۶۴/۳۳±۰/۸۶ ^b	۶۹/۳۳±۰/۸۶ ^a
کلسیم (ppm)	۶/۴۰±۰/۲۴ ^{bc}	۶/۰۰±۰/۳۰ ^{bc}	۶/۶۷±۰/۳۲ ^b	۹/۰۰±۰/۳۰ ^a	۵/۶۷±۰/۴۶ ^{cd}	۵/۰۰±۰/۱۵ ^d
منیزیم (ppm)	۲/۱۴±۰/۰۶ ^a	۲/۰۶±۰/۰۵ ^a	۱/۷۲±۰/۰۲ ^b	۱/۵۳±۰/۰۳ ^c	۱/۶۵±۰/۰۵ ^b	۱/۴۲±۰/۰۴ ^c
سدیم (ppm)	۳۱/۶۷±۰/۴۶ ^d	۳۵/۰۰±۰/۶۶ ^c	۴۶/۶۷±۱/۰۳ ^a	۴۰/۳۳±۰/۷۵ ^b	۲۷/۳۳±۰/۹۹ ^e	۳۵/۳۳±۱/۸۷ ^c
بی‌کربنات (ppm)	۱۲۴/۰۰±۲/۱۵ ^d	۱۲۵/۵۰±۳/۸۸ ^d	۱۹۰/۰۰±۲/۰۱ ^a	۱۲۷/۰۰±۷/۸۸ ^d	۱۴۳/۸۳±۰/۷۹ ^c	۱۶۵/۵۰±۳/۸۸ ^b

حروف غیر مشترک (a, b و c) در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد تاج پوشش پهن‌برگان علفی و تاج پوشش کل اختلاف معنی‌داری در داخل و خارج قرق داشته است. یکی از دلایل این امر شاید شرایط نسبتاً مطلوب منطقه، به لحاظ آب و هوایی، بارندگی‌های قابل ملاحظه و به تبع آن پوشش گیاهی مناسب باشد که این امر مطابق با نتایج تحقیق محققانی دیگر در مورد افزایش پوشش تاجی به دلیل عدم وجود دام و حاکمیت قرق تطابق دارد [۱، ۵، ۳۷، ۵۲]. هر چند مغایر این نتیجه در تحقیق دیگری گزارش و بیان شده که درصد پوشش گیاهان کلاس I (گیاهان مرغوب) با اعمال قرق تغییر معنی‌داری نشان نداده است [۱۵].

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که *T. pratense* در داخل قرق با دارا بودن تولید ۹۹/۸۳ کیلوگرم در هکتار، ۴/۱۳ درصد از تولید کل و در خارج قرق با ۲۲/۷۵

کیلوگرم در هکتار، ۲/۳۵ درصد از تولید کل را به خود اختصاص داده است. بنابراین این گونه علاوه بر اینکه از گونه‌های شاخص و خوش‌خوراک مراتع منطقه است، می‌توان ادعا کرد که سهم نسبتاً قابل‌قبولی را از کل تولید مراتع شغال دره به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج نشان داد که تولید کل، پهن‌برگان علفی و شبدر قرمز در داخل و خارج قرق اختلاف معنی‌داری داشته و در داخل قرق بیشتر از خارج قرق بوده است. به نظر می‌رسد این امر به دلیل وضعیت مناسب پوشش گیاهی و اکوسیستم تقریباً دست نخورده مرتع قرق می‌باشد. این موضوع با نتایج مطالعات متعددی هم‌خوانی دارد. محققان بیان کردند که به صورت آشکار، قرق با حذف آشفستگی‌هایی مثل چرای شدید دام و بهبود وضعیت شیمیایی، فیزیکی و هیدرولوژیکی خاک، باعث بهبود و افزایش میزان تولید پوشش گیاهی و نهایتاً منجر به بهبود شرایط پوشش گیاهی در مراتع قرق نسبت به مراتع تحت

چرا، می‌شود [۵، ۳۹، ۴۸، ۵۱، ۵۴].

نتایج این تحقیق نشان داد که همه پارامترهای رشد در گونه *T. pratense* به جز طول گل آذین و وزن (ریشه و ساقه) در داخل و خارج قرق دارای اختلاف معنی‌دار بودند و از میان اندام‌های گیاه، مقادیر طول ریشه، طول ساقه، ارتفاع گیاه، طول گل آذین و تاج پوشش گیاه در داخل قرق بیشتر بود که تبعاً به دلیل عدم چرای دام و شرایط تقریباً بکر منطقه است. چرای دام بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان مانند برگ‌ها، ساقه‌ها و بیوماس هوایی تأثیر معنی‌داری دارد [۲۹]. در این ارتباط بیان شده که ارتفاع، تولید علوفه و درصد پوشش گونه‌های *Poa bulbosa* و *Stipa barbata* در مناطق استپی تحت تأثیر چرای دام در مقایسه با منطقه قرق کاهش یافته است [۴۹]. همچنین چرای دام باعث کاهش بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی، ارتفاع و تاج پوشش به جز قطر یقه گونه *Artemisia fragrans* شده است [۴۱]. در مطالعه [۸] در بررسی اثر قرق بر روی زادآوری گونه شورپسند *Puccinella distans* مشاهده شد که تولید اندام‌های رویشی و زایشی و تولید کل گیاه در مراتع قرق و غیرقرق تفاوت معنی‌داری با هم‌دیگر دارند. نتایج مطالعات دیگر نیز حاکی از این است که افزایش شدت و تکرار چرا سبب کاهش چشم‌گیر ارتفاع در گونه‌های *Yoshania microphylla* و [۳۰] *Carex duriuscula* شده است. سایر پارامترها مانند تعداد گل آذین، قطر یقه، وزن ریشه، وزن ساقه، وزن گل آذین، وزن کل و تلاش بازآوری در خارج قرق بیشتر بود که دلیل آن به احتمال قوی تشکیل دادن یک تیپ گیاهی توسط *T. pratense* در خارج قرق است که به‌طور بسیار محسوسی باعث این نتیجه غیرقابل‌انتظار در خارج قرق شده است. این نتیجه مغایر با نتایج تحقیقی در مورد وزن ریشه دو گونه *Festuca ovina* و *Alopecurus textilis* است. محققان در این تحقیق بیان کردند که بیش‌ترین وزن ریشه در هر دو گونه *A. textilis* و *F. ovina* در چرای سبک مشاهده شد، ولی در مورد طول ریشه گیاه نتایج تحقیق حاضر با نتایج

آن‌ها مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که طول ریشه در چرای سبک، متوسط و سنگین اختلاف معنی‌داری داشته است [۳۴]. در تحقیق دیگری در مقایسه بیوماس گیاهی اندام‌های مختلف *Artemisia aucheri* در داخل و خارج قرق بیوماس ریشه، ساقه و کل اندام‌های هوایی را بیشتر از مرتع غیرقرق به‌دست آوردند. نتایج آن‌ها برای بیوماس ریشه در داخل قرق ۵۹۰۳ کیلوگرم در هکتار، در مرتع غیرقرق ۳۵۱۴ کیلوگرم در هکتار، و بیوماس ساقه در داخل قرق ۳۹۶۶ کیلوگرم در هکتار، در خارج قرق ۲۰۳۲ کیلوگرم در هکتار و بیوماس کل اندام در داخل قرق ۱۱۲۱۹ کیلوگرم در هکتار و در خارج قرق ۶۱۸۴ کیلوگرم در هکتار بود [۵۸]. که نتایج تحقیق حاضر به‌صورت کامل در مورد پارامترهای ذکر شده هم‌سو با تحقیق آن‌ها نبود. البته در تحقیق حاضر طول ریشه با اینکه در داخل قرق (۱۵/۸۶ سانتی‌متر) بیشتر از خارج قرق (۱۰/۰۸ سانتی‌متر) بود و اختلاف معنی‌دار بود، اما عملاً وزن ریشه در داخل قرق (۱/۰۲ سانتی‌متر) و خارج قرق (۱/۰۴ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در مورد طول ساقه و وزن ساقه نیز مشابه همین نتیجه به‌دست آمد، با اینکه طول ساقه در داخل قرق (۳۳/۶۷ سانتی‌متر) بیشتر از خارج قرق (۲۰/۷۴ سانتی‌متر) بود و اختلاف معنی‌داری با هم داشتند، اما وزن ساقه در داخل قرق (۱/۱۴ گرم) و خارج قرق (۱/۳۲ گرم) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. جالب توجه اینکه در مورد طول و وزن گل آذین نیز این ارتباط وجود داشت، طول گل آذین در داخل قرق (۲/۳۹ سانتی‌متر) علی‌رغم بالا بودن از خارج قرق (۲/۱۲ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری نداشت. وزن گل آذین نیز با وجود عدم معنی‌دار بودن در داخل قرق (۰/۳۳ سانتی‌متر) بیشتر از خارج قرق (۰/۶۲ سانتی‌متر) به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد دلیل این امر، چرای دام در خارج قرق باشد. به‌طوریکه در محیط‌های آشفته گیاه به‌صورت ژنتیکی سعی در توزیع منابع به اندام‌های مختلف خود از قبیل ریشه و ساقه و اندام‌های مختلف دارد تا به زنده‌مانی و بازآوری در شرایط سخت ادامه دهد. هم‌راستا

تحقیق با یافته های تحقیقی در مورد تلاش بازآوری تناقض دارد. ایشان بیان کردند که افزایش شدت چرای دام، سبب کاهش قابل توجهی در ترکیب گونه های گیاهی، باززایی (بازآوری) گیاهچه، طول ساقه گیاه و طول ریشه شده است [۴۲]. همچنین نتایج این تحقیق مطابق با نتایج تحقیق [۳۵] بود، آن ها در مورد دو گونه *Festuca ovina* و *Alopecurus textilis* گزارش کردند با کاهش ارتفاع گیاه طول گل آذین کاهش یافته و نیز هر دو گونه بیشتترین تلاش بازآوری را در شدت چرای سنگین داشته اند.

نتایج نشان داد که اثر متقابل سایت (طبقات ارتفاعی) و قرق بر روی تعداد گل آذین، قطر یقه، وزن ریشه، وزن ساقه، وزن گل آذین و وزن کل *T. pratense* معنی دار بود، اما بر روی طول ریشه، طول ساقه، ارتفاع گیاه، طول گل آذین و تاج پوشش گیاه معنی دار نبوده است. به طوری که، میانگین بیشترین طول ریشه (۱۸/۳۰ سانتی متر)، ساقه (۳۴/۷۶ سانتی متر)، گل آذین (۲/۵۳ سانتی متر)، ارتفاع گیاه (۳۷/۳۰ سانتی متر)، وزن ریشه (۱/۳۶ گرم)، تاج پوشش گیاه (۳/۳۸)، و همچنین بیشترین تراکم گیاه (۵/۰۶) در سایت دو داخل قرق مشاهده شد. همان طور که در قسمت های قبل بیان شد، با توجه به مشاهدات اولیه و بازدید و بررسی های میدانی، سایت ۲ علاوه بر لحاظ پوشش و تراکم کل، به لحاظ تاج پوشش و تراکم گونه *T. pratense* نیز نسبتاً بکر و دست نخورده تر از سایت ۱ و ۳ بود. به لحاظ فیزیکی شیب سایت ۲ داخل قرق مابین ۲۲-۱۲ درصد، و به لحاظ پارامترهای خاک کمترین میزان هدایت الکتریکی (۳۶ ds/m)، پتاسیم (۱۲۹ ppm) و نیز بیشترین میزان رس (۰/۱۲) در این سایت بود. در تحقیق انجام شده [۵۳] در مراتع فندقلو (فاصله با منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر حدود ۵ کیلومتر) ۴ عامل دما، هدایت الکتریکی، پتاسیم و رس از عوامل مهم در گسترش و پراکنش گونه *T. pratense* گزارش شده است که تأیید کننده نتایج ما می باشد. در مورد سایت ۱ با توجه به راحتی دسترسی و

با نتایج تحقیق حاضر، نتایج تحقیقات متعدد نیز حاکی از این است که رابطه معنی داری بین بیوماس ساقه و ریشه در بعضی از گونه های گیاهی وجود دارد. آن ها بیان داشتند که بین ارتفاع و طول ریشه نیز این ارتباط برقرار است و رشد ریشه بر رشد اندام های هوایی نیز اثرگذار است [۱۱، ۳۴، ۳۶، ۴۵]. با توجه به تنظیم بعضی از هورمون های رشد توسط ریشه، این ارتباط سبب شده در طول دوره رشد رویشی افزایش قسمت هوایی گیاه در ارتباط با افزایش توده گیاهی ریشه اتفاق بیفتد [۲۳].

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تلاش بازآوری در خارج از قرق بیشتر از داخل قرق بوده است. به نظر می رسد به دلیل اینکه در خارج قرق تخریب و آشفته گیی بیش تر از داخل قرق است، عملاً میزان تلاش بازآوری هم بیش تر بوده است تا گیاه بتواند بقاء خود را حفظ کند. به عبارتی میزان تخصیص منابع به اندام های مختلف در داخل و خارج قرق متفاوت است که با نتایج مطالعه مشابه در مورد گونه *Festuca ovina* مطابقت دارد. آن ها نیز به این نتیجه رسیدند که اختصاص منابع به اندام های مختلف گونه در دو دامنه متفاوت است [۱۸]. محققان دیگر نیز بیان کردند که تلاش بازآوری با افزایش شدت چرای افزایش یافته است [۳۴ و ۳۵]. نتایج تحقیق حاضر با نتایج محققان دیگر در مورد گونه *Medicago sativa* نیز همخوانی داشت. آن ها به این نتیجه رسیدند که محدودیت گرده و محدودیت منابع گیاهی بر موفقیت تولیدمثل و بازآوری گیاه تأثیر مثبت داشت. آن ها اظهار داشتند که گرده ناکافی و دسترسی کم به منابع می تواند موفقیت تولیدمثل گیاهان را کاهش دهند [۱۰]. همچنین در مطالعه ای دیگر بیان شد که میزان تخصیص به مقدار تخریب زیستگاه بستگی دارد و زیستگاه های با درجات بالای تخریب سهم بیشتری از منابع را به تولیدمثل اختصاص می دهند. البته میزان تخصیص منابع در اندام های مختلف هر گونه با گونه دیگر متفاوت است و عملاً میزان تخصیص و عملکرد اندام های مختلف یک گونه با گونه های دیگر حتماً متفاوت خواهد بود [۱۸]. نتایج این

خاک می‌گردد. که معمولاً در برخی از مطالعات به بالا بودن میزان pH خاک در مناطق غیرقرق (چرا شده) نسبت به مناطق قرق اشاره شده است [۲۰]. هر چند در تحقیقی دیگر [۳۱] که به بررسی تأثیر قرق و چرا بر مراتع آلپی تبت پرداخته بودند، محققان نشان دادند که میزان pH خاک در منطقه قرق بالاتر از منطقه چرای آزاد بوده است. علت پایین بودن میزان نیتروژن در مرتع قرق علی‌رغم عدم معنی‌داری با مرتع غیرقرق را شاید بتوان در جذب بیش‌تر رطوبت و بارندگی در مرتع قرق به دلیل بالا بودن در صد پوشش تاجی دانست. چرا که نیتروژن خاک به شدت در آب محلول بوده و به دلیل وجود رطوبت و آب بیش‌تر و هم‌چنین زهکشی مناسب خاک (به دلیل وجود ریشه بیش‌تر) در مرتع قرق به سرعت از دسترس خارج می‌شود. از طرفی، یکی دیگر از عوامل احتمالی بالا بودن ازت در خارج قرق، حضور دام در مرتع می‌تواند باشد. تردد دام در سطح مرتع به دلیل دفع فضولات می‌تواند سبب افزایش نیتروژن در خاک گردد. فضولات دامی حاوی ترکیبات نیتروژن‌داری مانند اوره می‌باشد. این ترکیبات در شرایط هوازای بلافاصله تخمیر شده و باعث آزاد شدن اشکال معدنی ازت به محیط خاک می‌گردد، به‌طوری که در نتیجه این تخمیر محتوی ازت لایه سطحی خاک افزایش می‌یابد [۲۲]. میزان پتاسیم خاک در منطقه غیرقرق به طور معنی‌داری بیش‌تر از منطقه قرق بوده و با نتایج [۱۵] هم‌خوانی داشت. شاید بتوان گفت دلیل این امر مصرف پتاسیم خاک توسط گیاهان است چرا که میزان پوشش گیاهی در منطقه قرق بالا بوده و در نتیجه، جذب عناصر غذایی هم به نسبت بالاتر بوده و سبب کاهش عنصر پتاسیم در منطقه قرق شده است. از طرف دیگر پتاسیم یک یون متحرک در خاک است و در نتیجه مقادیر معنی‌داری از این یون می‌تواند توسط آبشویی از دسترس خارج شود و نیز احتمالاً در منطقه قرق به دلیل گیرش بیش‌تر باران و رطوبت توسط آبشویی از لایه‌های سطحی خاک شسته شده است. البته برخی از مطالعات نشان داده که میزان پتاسیم در مراتع قرق بیش‌تر از مراتع

نزدیکی به جاده، توسط دام مورد استفاده قرار گرفته است. هم‌چنین در مورد سایت ۳ نیز به نظر می‌رسد به دلیل توپوگرافی بیشتر (شیب بیشتر) و عمق کمتر خاک، پوشش گیاهی نسبت به سایت دو در وضعیت ضعیف‌تری قرار دارد. در مطالعه‌ای دیگر [۴۰] در بررسی رابطه مرفولوژی، شیب، جهت، ارتفاع و خاک با تولید و درصد پوشش و انبوهی گونه شیدر قرمز در مراتع فندقلوی اردبیل بیان شد که بیش‌ترین میانگین انبوهی، درصد تاج پوشش و تولید گونه شیدر قرمز در جهت شرقی و کم‌ترین آن‌ها برای انبوهی در جنوب شرقی و برای درصد تاج پوشش در جهت جنوب غربی می‌باشد که تأیید‌کننده نتایج تحقیق ما می‌باشد. در تحقیق دیگری نیز بیان شد که با توجه به اینکه بخش عمده پوشش گیاهی منطقه فندقلوی اردبیل پهن‌برگان علفی هستند، با افزایش ارتفاع از سطح دریا پهن‌برگان علفی افزایش یافته و به تبع آن تولید کل هم افزایش پیدا کرده است [۲۱].

بررسی نتایج خاک نشان داد در منطقه پارامترهای در صد آهک، در صد گل اشباع، شن و سدیوم در داخل و خارج قرق اختلاف معنی‌داری نداشته است و این در حالی است که سایر پارامترها (pH, EC, کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، رس، سیلت، کلسیم، منیزیم و بی کربنات) در داخل و خارج قرق دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. نتایج نشان داد که در خارج قرق مقادیر (pH, EC, گل اشباع، آهک، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، شن، کلسیم و بی کربنات) بیش‌تر از داخل قرق بوده است. در تحقیقی دیگر [۲] گزارش کردند که مرتع چرا شده نسبت به مرتع قرق، دارای هدایت الکتریکی بالاتری می‌باشد. به نظر می‌رسد دلیل افزایش هدایت الکتریکی در خارج قرق نسبت به منطقه قرق استفاده بیش از حد از مرتع تحت چرا و از بین بردن پوشش گیاهی باشد که سبب افزایش تبخیر از سطح خاک شده و در نتیجه تمایل به شوری بیش‌تر می‌گردد [۴۳]. عملیات اصلاحی بر روی مراتع تخریب یافته باعث کاهش معنی‌دار هدایت الکتریکی

دارد.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که قرق سبب افزایش تاج پوشش گیاهی و تولید کل گیاهان شد. همچنین، عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی در گونه *T. pratense* ارتفاع گیاه، طول (ریشه، ساقه، گل‌آذین) و تاج پوشش گیاه در داخل قرق بیش‌تر از خارج قرق بوده است. بالا بودن عملکرد اندام‌های هوایی و زیرزمینی این گیاه شاخص در داخل قرق، می‌تواند بیانگر وجود تعادل و پایداری مراتع قرق‌شده باشد. می‌توان با شناخت حاصل از تأثیر عوامل مختلف بر تخصیص منابع و بازآوری گیاه پاسخ اندام‌های مختلف گونه نسبت به این عوامل از نتایج تحقیق حاضر در برنامه سیستم‌های چرای و بهره‌برداری از مراتع با تیپ غالب گونه *T. pratense* از طریق رعایت تناوب چرا و استراحت مراتع برای رشد بهینه اندام‌هایی هوایی و زیرزمینی این گونه، استفاده کرد. به‌علاوه، حفاظت از گونه‌هایی مانند شبدر قرمز و سایر گیاهان خوشخوراک و شاخص با کاهش فشار چرای دام در مراتع منطقه باید به‌عنوان یک اصل در مدیریت و بهره‌برداری در نظر گرفته شود تا در بهره‌برداری‌های آتی صدماتی به زادآوری و تولید این گونه با ارزش وارد نشود.

غیرقرق بوده است [۳۹]. فسفر یکی از عناصر غذایی مهم در خاک می‌باشد که تأثیر مهمی بر رشد و تولید خالص اولیه گیاه و میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده خاک دارد [۱۳]. در مورد فسفر نتایج این تحقیق با نتایج [۱۵] مطابقت داشت. هرچند [۲] میزان بیش‌تر فسفر را در مرتع قرق گزارش کردند، با این تحقیق هم‌خوانی نداشت. آن‌ها علت بالا بودن فسفر در مرتع قرق را بالا بودن پوشش گیاهی و در نتیجه احتمال بیش‌تر انتقال فسفر از اعماق خاک به سطح خاک بیان نمودند.

در تحقیق حاضر رس، سیلت، منیزیم و سدیم در داخل قرق بیش‌تر از خارج بوده است. رس خاک به علت پیوند با کربن آلی، از تجزیه و هدر رفت آن توسط میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند به عبارت دیگر، رس باعث حفظ فیزیکی ذرات کربن آلی خاک می‌شود [۴۶]. مطالعات گوناگون نشان داده است که نوع پوشش گیاهی مقدار رس خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۸]. در مطالعات دیگر [۱۲، ۳۹] نشان دادند که قرق در مرتع سبب افزایش محتوای رس و سیلت خاک شده و سبب کاهش در صد شن خاک می‌شود که نتایج مطالعه حاضر در مورد رس، شن و سیلت خاک با نتایج آن‌ها مطابقت

References

- [1] Aghajanlo, F., Akbarzadeh, M. and Mousavi, A. (2010). Effects of exclosure and grazing on vegetation changes in Arquin site of Zanjan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(4), 493-504.
- [2] Ahmadi, T., Malekpoor, B. and Kazemi Mazandarani, S.S. (2011). Investigation of exclosure effect upon physical and chemical properties of soil at Kohneh Lashak Mazandaran. Journal of Plant Ecophysiology, 8(3), 89-100.
- [3] Akbarlou, M., Sheidai Karkaj, E. and Ehsani, S.M. (2012). Impact of various grazing intensities on above and underground biomass and dimensional characteristics of three important grasses in mountain grasslands. Iranian Journal of rangeland, 23(1), 186-198.
- [4] Alidoost, S., Akbarloo, M. and Amirkhani, M. (2013). Reactions of *Festuca ovina* L underground organs to different grazing intensities (case study: Ghorkhod region of North Khorasan province). Plant Ecosystem Conservation, 1(2), 81-93. 3
- [5] Al-Rowaily, S.L., El-Bana, M.I., Al-Bakre, D.A., Assaeed, A.M., Hegazy, A.K. and Ali, M.B. (2015). Effects of open grazing and livestock exclusion on floristic composition and diversity in natural ecosystem of Western Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 22, 430-437.

- [6] Arzani, H. (1997). Constitution of range inventory proposal of different climatological regions. Research Institute of Forests and Rangelands. 65pp.
- [7] Arzani, H. and Abedi, M. (2015). Rangeland Assessment: Survey and Monitoring, University of Tehran press. 305pp.
- [8] Asgharnezhad, L. and Akbarlou, M. (2013). Enclosure effects on biomass production of *Puccinella distans* (Jucq.) Parl in Gomishan wetland region. Rangeland, 7(1), 1-9.
- [9] Azarnivand, H. and Zare chahoki, M. (2012). Range improvement, 3ed Edition, University of Tehran press.
- [10] Chen, M. and Zuo, A. (2018). Pollen limitation and resource limitation affect the reproductive success of *Medicago sativa* L. BMC Ecology, 18(28), 1-10.
- [11] Chen, X., Eamus, D. and Hutley, L.B. (2004). Seasonal patterns of fine root productivity and turnover in a tropical savanna of northern Australia. Trop Ecology, 20, 221-224.
- [12] Chen, Y., Li, Y., Zhao, X., Awada, T., Shang, W., Han, J. (2012). Effects of grazing exclusion on soil properties and on ecosystem carbon and nitrogen storage in a sandy rangeland of Inner Mongolia, northern China. Environmental Management, 50, 622-632.
- [13] Dijkstra, F.A., E. Pendall, J.A., Morgan, D.M. Blumenthal, Y. Carrillo, D. R. LeCain, R. F. Follett. and D. G. Williams. (2012). Climate change alters stoichiometry of phosphorus and nitrogen in a semiarid grassland. New Phytology, 196(3), 807-815.
- [14] Fakhar Izadi, N., Naseri, K. and Mesdagi, M. (2016). The effect of plot size and shape on accuracy and precision of production at some pastures by sampling simulation. Iranian Journal of Applied Ecology, 14(4), 51-59.
- [15] Fekri, A. (2017). Comparison of the composition and species diversity of inside and outside of the Arshagh research enclosure in Ardabil province. Msc thesis. University of mohaghegh Ardabili. 93pp.
- [16] Fenner, M. and Thompson, K. (2005). The Ecology of Seeds, Mousavi, S.K. University of Mashhad press.
- [17] Fiouzpour, S. (2016). Resource allocation in different organs of *Artemisia* species distributed on south eastern facing slopes of Sabalan. Msc thesis. University of mohaghegh Ardabili. 86pp.
- [18] Ghorbani, A. and Mashkooi L. (2017). Comparing quantitative parameters of *Festuca ovina* in different grazing intensities in north and south-east rangelands of Sabalan. Rangeland, 10(4), 398-408.
- [19] Ghorbani, Zh., Sefidi, K., Keivan Behjou, F. and Moameri, M. (2017). Effects of different grazing intensities on aerial and underground biomass of *Agropyron libanoticum* and *Festuca ovina* in southern rangelands of Sabalan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 25(3), 500-511.
- [20] Haidarian Aghakhani, M., Naghipour Borj, A.A., Nasri, M. (2010). The effects of enclosure on vegetation and soil chemical properties in sisab rangelands, Bojnord, Iran. Renewable Natural Resources Research, 1(2), 14-27.
- [21] Hasanzadeh, E., Ghorbani, A., Moameri, M., Hashemi Majd, K. and Pournemati, A. (2018). Net primary production variations under the effect of topographic factors in mountain rangelands of Namin county. Iranian Journal of Natural Resource, 70(3), 851-867.
- [22] Hojjati, S.M., Asadian, M. (2014). Impact of traditional livestock husbandry on forest soil physical, chemical and biological characteristics (case study: Parchinak Forest- Sari). Journal of Water and Soil, 28(4), 778-786.
- [23] Jatimlinsky, J. R., Gimenez, D.O. and Bujan, A. (1997). Herbage yield, tiller number and root activity after defoliation of prairie grass (*Bromus catharticus* Vahl). Grass and Forage Science, 52, 52-62.
- [24] Javadi., S.A., Khatibi Baneh, S., Arzani, H. and Saedi, K. (2016). Effects of long-term enclosure on soil in rangeland ecosystem using the LFA method Case study: Saral rangelands of Kurdistan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22(4), 821-829.
- [25] Ji., Sh, Yan Geng, Y., Defeng Li, D. and Wang, G. (2009). Plant coverage is more important than species richness in enhancing aboveground biomass in a premature grassland, northern China, Agriculture, Ecosystems and Environment, 129(4), 491-496.
- [26] Jnkanlvyy, M., Sepehri, A. and Hosseini, S. A. (2012). The effect of grazing on underground organs of plants in arid and semi-arid rangelands (Case study area Incheh Brown). Abstracts of the Fifth National Conference on pasture and rangeland in Iran, 379p.

- [27] Joneidi Jafari, H., Azarnivand, H., Zare Chakoki, M.A. and Jafari, M. (2013). Study of aboveground and below ground biomass of *Artemisia sieberi* shrublands with different grazing intensities in Semnan province-Iran. *Watershed Management Research*, 99(7), 33-41.
- [28] Li, Qingxue., Jia, Zhiqing., Liu, Tao., Feng, Lili., He, Lingxianzi. (2017). Effects of different plantation types on soil properties after vegetation restoration in alpine sandy land on the Tibetan Plateau, China. *Journal of Arid Land*, 9, 200-209.
- [29] Li, X., Wu, Z., Liu, Z., Hou, X., Badgery, W., Guo, H., Zhao, Q., Hu, N. and Duan, J. (2015). Contrasting Effects of Long-Term Grazing and Clipping on Plant Morphological Plasticity: Evidence from a Rhizomatous Grass. *PlosOne*, 10(10), 1-19.
- [30] Liu, Z. and Li, Z. (2010). Effects of different grazing regimes on the morphological traits of *Carex duriuscula* on the Inner Mongolian steppe, China, New Zealand. *Journal of Agricultural Research*, 53, 5-12.
- [31] Lu, X., Yan, Y., Sun, J., Zhang, X., Chen, Y., Wang, X., Cheng, G. (2015). Short-term grazing exclusion has no impact on soil properties and nutrients of degraded alpine grassland in Tibet, China. *Solid Earth*, 6, 1195-1205.
- [32] Luo, W., Jiang, Y., Lu, X., Wang, X., Li, M., Bai, E., Han, X. and Xu, Z. (2013). Patterns of plant biomass allocation in temperate grasslands across a ۲۰۰۰-km transect in northern China. *PlosOne*, 8(8), e71749.
- [33] Marks, M.K. and Prince, S.D. (1981). Influence of germination date on survival and fecundity in wild lettuce *serriola*. *Oikos*, 36, 326-330.
- [34] Mashkori, L., Ghorbani, A. and Amirkhani, M. (2014). The effects of three grazing intensities on the function of above and underground parts of *Festuca ovina* and *Alopecurus textilis* in Shabil Region (north of Sabalan). *Rangeland Management*, 1(2), 44-58. 30
- [35] Mashkori, L., Ghorbani, A., Amirkhani, M. and Khosravi, H. (2017). The Effects of Livestock Grazing on Biomass Variation and Reproduction of *Festuca ovina* L. and *Alupecurus textilis* Boiss. at the Rangelands of Alvares Ski Resort in Southeast of Sabalan. *Watershed Management Research*, 30(2), 80-91.
- [36] Mckenna, P., Cannon, N., Gonway, J. and Dolley, J. (2018). The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility bulding. *Field Crops Research*, 221, 38-49. 31
- [37] Mekuria, W. and Veldkamp, E. (2012). Restoration of native vegetation following exclosure establishment on communal grazing lands in Tigray, Ethiopia. *Applied Vegetation Science*, 15, 71-83.
- [38] Mesdaghi, M. (2010). *Range Management in Iran*. (6th Ed.). University of Emam Reza press. 334pp
- [39] Mofidi, M., Jafari, M., Tavili, A., Rashtbari, M. and Alijanpour, A. (2013). Grazing Exclusion Effect on Soil and Vegetation Properties in Imam Kandi Rangelands, Iran. *Arid Land Research and Management*, 27, 32-40.
- [40] Mohebbi, A., Jafari, M., Erfanzadeh, A. and Teimurzadeh, A. (2005). Study on the relationship between morphological parameters (slope, aspect and altitude) and soil factors with cover and density of *Trifolium pratense* in Fandoghlu rangelands, Ardebil. *Forest and Rangeland*, 67, 11-16.
- [41] Motamedi, J., Sheidai, Karkaj E. and Alilou, F. (2016). Variation in biomass and morphology of *Artemisia fragrans* Willd. under grazing in northwest mountainous rangelands of Iran. *Acta Ecologica Sinica*, 36, 477-482.
- [42] Mtimbanjayo, J.R. and Sangeda, A.Z. (2018). Ecological Effects of Cattle Grazing on *Miombo* Tree Species Regeneration and Diversity in Central-Eastern Tanzania. *Journal of Environmental Research*, 2(1), 3: 1-7.
- [43] Mut, H. and Ayan, I. (2011). Effect of different improvement methods on some soil properties in a secondry succession rangeland. *Journal of Biological and Environmental*, 5, 11-16.
- [44] Nikoo, S. and Rahimi dehcheraghi, M. (2017). Effects of various grazing intensities on quantitative and qualitative forage characteristics of *Artemisia sieberi* (Case study: Ghooshe and Lookh in Semnan Province). *Rangeland*, 10(3), 282-291.
- [45] Ogrady, A.P., Worledge, D. and Battaglia, A. (2006). Above and Below- ground relationships, with particular reference to fine roots. In a young *Eucalyptus globulus* (Labill) Stand in Southern Thansania. *Trees*, 20, 531-538.
- [46] Pan, C., Zhao, H., Zhao, X., Han, H., Wang, Y. and Li, J. (2013). Biophysical properties as determinants for soil organic carbon and total nitrogen in grassland Salinization. *PLOS ONE* 8: e54827.

- [47] Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier E., Lavorel, S., Poorter H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J. G. de Vos, A. C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, J. G., Thompson, K., Morgan, H. D., ter Steege, H., van der Heijden, M.G. A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M.V., Conti, G., Staver, A.C., Aquino S. and Cornelissen J.H.C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61, 167-234.
- [48] Qasim, S., Gul, S., Shah, M.H., Hussain, F., Ahmad, S., Islam, M., Rehman, G., Yaqoob, M. and Shah, S.Q. (2017). Influence of grazing enclosure on vegetation biomass and soil quality. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(1), 62-68.
- [49] Rashtian, A. and Karimiyan, A.A. (2012). Effect of different features cover millet grazed perennial steppe regions of central Iran (Case Study; Yazd Nodoushan pastures), Abstracts of the Fifth National Conference on pasture and rangeland in Iran. Forest Research Institute and rangelands 335 pp.
- [50] Reekie, E. and Bazzaz, F.A. (2005). *Reproductive Allocation in plants*. Academic press, USA.
- [51] Rong, Y., Yuan, F. and Ma, L. (2014). Effectiveness of enclosures for restoring soils and vegetation degraded by overgrazing in the Junggar Basin, China. *Grassland Science*, 60, 118-124.
- [52] Salarian, F., Ghorbani, J. and Safaeian, N.A. (2013). Vegetation changes under enclosure and livestock grazing in chahar Bagh rangelands in Golestan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 20(1): 115-129.
- [53] Samadi Khanghah, S., Ghorbani, A., Moameri, M. and Abbasi Khalki, M. (2019). Comparison of effective ecological factors in the distribution of *Trifolium* species in Fandoghloo rangelands of Namin county. *Iranian Journal of Natural Resource*, 72(2), 463-476.
- [54] Sefidi, K., Asadi, M. and Moameri, M. (2018). Carbon and nitrogen allocation in aerial and underground organ of *Artemisia austriaca* Jacq. in different grazing intensities (Case study: Sabalan Darvishchae Rangelands). *Iranian Journal of Natural Resource*, 70(4), 895-908.
- [55] Shafaey, Sh. (2019). Enclosure effect on the resource's allocation in *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* in the rangelands of Shoghal dare, Namin, Ardabil province. Msc thesis. University of mohaghegh Ardabili. 100 pp.
- [56] Sharifi, J. and Akbarzadeh, M. (2017). The effects of enclosure on vegetation changes and restoring indicator species of rangeland suitability in Ardabil province, *Rangeland*, 10(4), ۳۷۶-۳۸۶.
- [57] Solbrig, O.T. and Simpson, B.B. (1974). Components of regulation of a population of dandelions in Michigan. *Journal of Ecology*, 62(2), 473-486.
- [58] Tamartash, R., Yousefian, M., Mahdavi., S.KH. and Mahdavi, M. (2012). Investigation of Enclosure Effect on *Artemisia* Carbon Sequestration in the Arid Zone of Semnan Province. *Iranian Journal of Natural Resources*, 65(3), 341-352.
- [59] Teimoorzadeh, A., Ghorbani, A. and Kavianpoor, A.H. (2015). Study on the flora, life forms and chorology of the south eastern of Namin forests (Asi-Gheran, Fandoghloo, Hasani and Bobini), Ardabil province. *Journal of Plant Biology*, 28(2), 264-275.
- [60] Wangchuk, K., Darabant, A. and Bahadur Rai, P. (2014). Morphological Responses Explain Tolerance of the Bamboo *Yushania microphylla* to Grazing. *Journal of Botany*, 573415, 1-7.
- [61] Wilison, A.M. and Thompson, K. (1989). A comparative study of reproductive allocation in 40 British grasses. *Functional Ecology*, 3, 297-302.
- [62] Yari, R., Heshmati, G., Ghalafimod, S. and Beygi, S. (2015). Investigation of the effects of enclosure and over grazing on species diversity and composition in the rangelands of Ferdows city (case study: genetic cache of *Trshyzvk* and rangelands of the Khadem Abad Baghestan). *Plant Ecosystem Conservation*, 2(5), 81-90.

