

## مقایسه تنوع گونه‌ای در زیراشکوب بوته‌های مرتعی، داخل مالچ سنگ و مالچ کاه (مطالعه موردی: مراتع کپه‌کاری شده کرنخ خراسان شمالی)

محمد جنگجو<sup>۱\*</sup> و زهره آتشگاهی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۵/۲۰

### چکیده

برخی فعالیت‌های اصلاح مراتع از قبیل کشت گیاهان مرتعی در چاله‌های کپه‌کاری، ناگزیر باعث ایجاد آشفستگی لکه‌ای در پوشش گیاهی مراتع می‌شود که می‌تواند زمینه را برای ورود گیاهان جدید مهاجم فراهم کند. هدف از این تحقیق، بررسی اثر آشفستگی موضعی ناشی از عملیات اصلاح مرتع (کپه‌کاری) بر تنوع گونه‌ای در مرتع کرنخ، شهرستان گرمه، استان خراسان شمالی بود. در پاییز ۱۳۸۷، یک گیاه گندمی چندساله (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) در زیراشکوب چهار نوع بوته مرتعی گون (*Astragalus gossypinus* Fisch.)، کلامیرحسین (*Acantholimon pterostegium* Bunge.)، درمنه (*Artemisia kopetdaghensis* Krasch.) و جامه‌در (*Salsola arbusculiformis* Drob.) و درون مالچ کاه و مالچ سنگ به روش کپه‌کاری کشت شد. در بهار و تابستان ۱۳۹۰ (۳ سال پس از اجرای از عملیات)، تنوع گونه‌ای در چاله‌های کپه‌کاری و در فضای باز مجاور بررسی شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک، در ۱۸۰ کوادرات بر مبنای فراوانی افراد انجام شد. بر اساس نتایج، تنوع گونه‌ای شانون در چاله‌های زیراشکوب بوته‌ها نسبت به چاله‌های فضای باز (۲/۵۳) در برابر (۲/۳۵) بیشتر بود. مالچ کاه سبب حفظ تنوع گونه‌ای شد، اما مالچ سنگ باعث کاهش تنوع شد. نوع بوته در احیای تنوع زیراشکوب خود تعیین‌کننده بود، به طوری که در زیراشکوب کلاه میرحسین، تنوع گونه‌ای سیمپسون در محل چاله بیشتر از شاهد (۰/۶۹ در برابر ۰/۶۰) بود، اما در زیراشکوب گون، تنوع در محل چاله کمتر از شاهد بود. در مورد بوته‌های جامه‌در و درمنه تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد. به‌طور کلی استفاده از مالچ کاه و کاشت در زیراشکوب گیاهان بالشتکی می‌تواند سبب حفظ تنوع گونه‌ای در چاله‌های کپه‌کاری شود.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، چاله، اصلاح مرتع، کپه‌کاری، گیاهان پرستار، کرنخ، خراسان شمالی.

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

\* نویسنده مسئول: mjankju@ferdowsi.um.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

## مقدمه

تنوع زیستی هر اکوسیستم را می‌توان به‌عنوان شاخصی از درجه پایداری و سلامت آن معرفی کرد. تنوع بالا نشانگر شرایط محیطی مساعد برای استقرار گونه‌های متعدد است (۱۱). فعالیت‌های اصلاح و احیای مراتع با هدف افزایش تولید علوفه، تنوع گونه‌ای و ثبات و پایداری اکوسیستم انجام می‌شود، از این‌رو بررسی پیامدهای مثبت و منفی فعالیت‌های اصلاح مرتع بر تنوع گونه‌ای بسیار ضروری است. اغلب فعالیت‌های اصلاحی در مراتع کوهستانی ایران با کشت گیاهان مرتعی در چاله‌های کوچک (کپه‌کاری) یا ایجاد شیار بر خطوط تراز (کنتور فارو) صورت می‌گیرد (۲۲). گاهی برای موفقیت بیشتر در امر کپه‌کاری و حمایت از بذره‌های کاشته شده، ممکن است کشت بذر گیاهان مرتعی در داخل پوشش‌های مالچی انجام شود. برای مثال مخلوط کردن لایه سطحی خاک با بقایای گیاهی ممکن است سبب حفظ رطوبت شده و به استقرار گیاهان تازه کاشته شده کمک کند (۴). افزودن مالچ سنگ یا قلوه‌سنگ نیز سبب کاهش میزان تبخیر از سطح خاک و کاهش روان‌آب و بهبود نفوذ آب در خاک و تعدیل دمای خاک و حفاظت از باروری خاک می‌شود (۱۳، ۳۳ و ۳۸) و ممکن است سبب استقرار بهتر گیاهان کاشته شده شود.

در روش‌های گفته‌شده، اجرای عملیات کپه‌کاری ممکن است باعث ایجاد آشفستگی موضعی در سطح مرتع شود، زیرا لایه سطحی خاک به‌طور کامل بهم‌خورده، بانک بذر آن جابجا می‌شود و گیاهان موجود آسیب می‌بینند (۱۲ و ۱۷). از طرف دیگر روش کپه‌کاری در مرتع، مانند بسیاری از روش‌های احیای بیولوژیک که در سراسر جهان انجام می‌شود، دارای خطر شکست زیادی است و بسیار تحت تأثیر رژیم اقلیمی قرار دارد. هنگامی که چاله‌های ایجاد شده بدون پوشش رها می‌شوند، محل چاله‌ها، فرصتی برای گیاهان مهاجم و فرصت‌طلب<sup>۱</sup> یا گیاهان بومی منطقه فراهم می‌کند تا طی فرایند توالی ثانویه در محل استقرار یابند. چاله‌های موضعی در سطح مرتع باعث افزایش گیاهان مهاجم مرتع شده و زمینه را برای استقرار گونه‌های مهاجم از سایر مناطق مساعد می‌کند (۷ و ۲۰).

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در برخی موارد آشفستگی‌های موضعی<sup>۲</sup> سرآغازی برای بهبود غنا و تنوع گونه‌ای گیاهان علفی است (۱۶، ۳۲ و ۳۴). در برخی اکوسیستم‌ها نیز آشفستگی‌ها باعث کاهش غنا و تنوع گونه‌ای می‌شوند (۵) یا این‌که اثرات متناقضی بر لایه‌های مختلف علفی و درختچه‌ای دارند (۱۹). در مطالعه‌ای در تگزاس امریکا شخم‌زنی باعث افزایش تنوع زیستی و غنای گونه‌ای شد (۱۶). حمودا<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه تنوع و فراوانی گونه‌ای سواحل شمال غربی بیابان مصر نشان دادند که ارزش اهمیت و فراوانی کل گونه‌های چندساله و یک‌ساله در سایت شخم‌نخورده نسبت به شخم‌خورده بیشتر بود. نتایج بررسی تنوع و غنای گونه‌های گیاهان علفی چندساله در مراتع آرژانتین بیانگر بیشتر بودن تنوع و غنای گونه‌ای در سایت‌های کنترل نسبت به سایت‌هایی با تخریب شدید یا مداوم بود (۵).

در مطالعات انجام‌شده در زمینه کشت گیاهان در زیراشکوب گیاهان پرستار نیز تعدادی از مطالعات (مانند ۸، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۲۴، ۳۰ و ۳۶) حاکی از افزایش تنوع و تعدادی (مانند ۲۱ و ۳۵) حاکی از کاهش تنوع گیاهی در زیراشکوب بوته‌ها در مقایسه با فضای باز بودند. در پژوهش‌های جداگانه‌ای نیز اثر ایجاد آشفستگی‌های موضعی یا مالچ‌های مختلف در مراتع بر زیتوده، تنوع، غنا و ترکیب گونه‌ای و استقرار گیاهان علفی بررسی شده است (۵، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۳۲، ۳۴ و ۳۷).

پژوهش حاضر، نتیجه طرح پژوهشی روش‌های اصلاح مرتع در مراتع استپی است که در آن کپه‌کاری در تیمارهای مالچ سنگ، مالچ کاه، زیراشکوب بوته‌ها و فضای باز انجام شد. با توجه به بررسی منابع انجام‌شده، در کمتر مطالعه‌ای اثرات توأم و همزمان تیمارهای مختلف اصلاح مرتع بر تنوع گونه‌ای گیاهان بررسی و مستند شده است، بنابراین در این مقاله سعی شده است تا اثرات ایجاد چاله در روش‌های مختلف اصلاح مرتع و نیز تیمارهای مالچ کاه و مالچ سنگ بر تنوع گونه‌ای گیاهان پس از گذشت سه فصل رویش (از پاییز ۱۳۸۷ تا بهار ۱۳۹۰) بررسی شود.

2- Local disturbances  
3- Hammouda

1- Opportunist

## مواد و روش‌ها

**معرفی منطقه مورد مطالعه:** مرتع کرنخ در شهرستان گرمه، استان خراسان شمالی و در محدوده ۲۲' ۳۷° عرض شمالی و ۳۳' ۵۶° طول شرقی واقع شده است. بر اساس اطلاعات آماری دوره ۱۵ ساله ایستگاه هواشناسی رباط قره‌بیل، میانگین بارش سالیانه کرنخ حدود ۱۷۰ میلی‌متر است و فصل بارش چهار ماه (از اواسط آذر تا فروردین ماه) به طول می‌انجامد. دامنه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه ۱۳۵۷ تا ۱۴۹۶ متر از سطح دریاست. درصد شیب متوسط مرتع حدود ۳۵ درصد است و چاله‌های احداث شده بیشتر در شیب‌های رو به شمال شرق است. تشکیلات زمین‌شناسی منطقه اغلب سازندهای سنگ-آهکی است (۲۳).

ساختار عمومی پوشش گیاهی مرتع کرنخ، گیاهان علفی یکساله و چندساله همراه با حضور عناصر درختچه-ای-بوته‌ای است. عمده فعالیت و رشد برای گونه‌های یک-ساله از اواخر اسفند تا اردیبهشت، گونه‌های چندساله و گندمیان از اردیبهشت تا خرداد و برای چندساله‌های درختچه‌ای متنوع‌تر و اغلب از فروردین تا مهرماه است.

**معرفی گونه‌های بوته‌ای:** از گونه‌های بوته‌ای غالب در منطقه که در این مطالعه اثر پرستاری آنها بر تنوع گونه‌ای بررسی شد، گون (*Astragalus gossypinus* Fisch.)، کلامیرحس (*Acantholimon pterostegium* Bunge.)، درمنه (*Artemisia kopetdaghensis* Krasch.) و جامه‌در (*Salsola arbusculiformis* Drob.) می‌باشد. گون از خانواده بقولات با تاجی گسترده و باز است که به‌خوبی اجازه عبور و رسیدن نور را به گیاهان زیراشکوب می‌دهد در مقابل کلامیرحس دارای تاجی فشرده و بالشتکی شکل است که نور به سختی از آن عبور می‌کند. درمنه و جامه‌در نیز گیاهانی با آثار آللوپاتی و جمع‌کننده نمک هستند (۲ و ۳).

**معرفی تیمارها و طرح آزمایش:** طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۱۰ تکرار از هر تیمار بود. چاله‌های کپه‌کاری (تیمارهای چاله) در پاییز سال ۱۳۸۷، به ابعاد ۵۰ در ۳۰ و عمق ۱۵ سانتی‌متر و با هدف اولیه کشت گونه مرتعی *Agropyrum desertorum* (Fisch.) Schultes ایجاد شدند. سه تیمار اصلی عبارت بودند از: تیمار شاهد،

تیمار چاله در زیراشکوب بوته‌ها و تیمار چاله به‌مراه مالچ. تیمارهای فرعی عبارت بودند از: (۱) شاهد فضای باز (شامل ۱۵ کودرات با ابعاد برابر با چاله‌ها و بدون ایجاد چاله)؛ (۲) چاله کنترل (شامل ۱۵ چاله کپه‌کاری که در فضای باز ایجاد شده و هیچگونه تیماری بر آنها اعمال نشده بود)؛ (۳) چاله مالچ کاه (در ۱۵ چاله مختلف خاک سطحی با نیم‌کیلوگرم کاه مخلوط شد)؛ (۴) چاله مالچ سنگ (خاک ۱۵ چاله با مقداری قلوه‌سنگ به ابعاد ۲/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر پوشیده شد)؛ (۵) چاله درمنه (شامل ۱۵ چاله ایجاد شده در زیراشکوب گیاه درمنه)؛ (۶) شاهد درمنه (شامل ۱۵ کودرات با ابعاد برابر با چاله‌ها در زیراشکوب گیاه درمنه)؛ (۷) چاله جامه‌در (شامل ۱۵ چاله ایجاد شده در زیراشکوب گیاه جامه‌در)؛ (۸) شاهد جامه‌در (شامل ۱۵ کودرات با ابعاد برابر با چاله‌ها در زیراشکوب گیاه جامه‌در)؛ (۹) چاله کلامیرحس (شامل ۱۵ چاله ایجاد شده در زیراشکوب گیاه کلامیرحس)؛ (۱۰) شاهد کلامیرحس (شامل ۱۵ کودرات با ابعاد برابر با چاله‌ها در زیراشکوب گیاه کلامیرحس)؛ (۱۱) چاله گون (شامل ۱۵ چاله ایجاد شده در زیراشکوب گیاه گون)؛ (۱۲) شاهد گون (شامل ۱۵ کودرات با ابعاد برابر با چاله‌ها در زیراشکوب گیاه گون).

## جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل داده‌ها: با انجام

بازدیدهای صحرایی در بهار ۱۳۹۰، اطلاعات حاصل از کودرات‌ها و چاله‌ها جمع‌آوری شد. ابعاد کودرات‌ها معادل چاله‌ها در نظر گرفته شد و روش نمونه‌برداری تصادفی-سیستماتیک بود. در مجموع تعداد ۱۸۰ کودرات استقرار یافت. تعداد گونه‌های موجود در چاله‌ها و درصد تاج پوشش آنها در ۱۵ تکرار از هر تیمار اندازه‌گیری و ثبت شدند. در هر پلات نام گونه‌ها، فرم رویشی، فراوانی و درصد پوشش آنها ثبت شد. گیاهان در آزمایشگاه و هرباریوم شناسایی شدند. قبل از انجام مقایسه‌ها، تیمارهای مورد مطالعه در دو گروه اصلی دسته‌بندی شدند. به‌طوری‌که تمام اطلاعات حاصل از چاله‌ها (شامل چاله زیراشکوب بوته‌ها؛ کنترل؛ مالچ کاه و سنگ) به‌عنوان تکرار تیمار چاله و تمام سایت‌های شاهد (شامل شاهد زیربوته‌ها و شاهد فضای باز) به‌عنوان تکرار تیمار شاهد در

تنوع کلی در چاله‌های زیراشکوب بوته‌ها با تنوع چاله‌های سایر تیمارها (مالچ کاه، سنگ و کنترل) مقایسه شدند. در زیراشکوب بوته‌ها نسبت به سایر چاله‌ها، تنوع شانون به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل ۱)، در حالی که شاخص تنوع سیمپسون تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون برای هر یک از بوته‌های پرستار به‌صورت جداگانه در چاله‌ها و تیمار شاهد مربوط به خود مقایسه شدند (جدول ۲). بوته‌های پرستار اثرهای متفاوتی بر تنوع گونه‌ای زیراشکوب خود داشتند. در مورد گونه کلاه میرحسن، تنوع گونه‌ای (سیمپسون) زیراشکوب چاله بیشتر از شاهد بود، اما در مورد گونه گون ایجاد چاله باعث کاهش تنوع گونه‌ای شد. در مورد زیراشکوب بوته‌های جامه‌در و درمنه در هر دو شاخص شانون و سیمپسون با ایجاد چاله افزایش تنوع را نشان داد اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

اثر پرستاری بوته‌های مختلف بر احیای تنوع گونه‌ای با همدیگر مقایسه شد. بدین منظور در تیمارهای چاله کپه‌کاری، شاخص‌های تنوع گونه‌ای (سیمپسون، شانون، غنای گونه‌ای مارگالف و یکنواختی برگ‌پارکر) زیراشکوب بوته‌های مختلف با همدیگر و با تیمار کنترل شاهد مقایسه شد (شکل ۲). تنوع سیمپسون نشان‌دهنده کمتر بودن تنوع گونه‌ای در زیراشکوب گون نسبت به سایر بوته‌ها و نسبت به تیمار شاهد بود. بین سایر تیمارها از نظر این شاخص تفاوت‌های معنی‌داری وجود نداشت. تنوع شانون در زیراشکوب گون نسبت به درمنه و جامه‌در به‌طور معناداری کمتر بود. سایر تفاوت‌ها در این شاخص معنادار نبود. یکنواختی (غالبیت) برگ‌پارکر در زیراشکوب گون نسبت به سایر سایت‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. سایر تفاوت‌ها در این شاخص معنی‌دار نبود. غنای گونه‌ای مارگالف در زیراشکوب گون نسبت به درمنه و جامه‌در به‌طور معنی‌داری کمتر بود. سایر تفاوت‌ها در این شاخص معنی‌دار نبود (شکل ۲). تیمارهای شاهد زیراشکوب بوته‌های مختلف و شاهد فضای باز از نظر تنوع با یکدیگر مقایسه شدند. اما تفاوت معنی‌داری در مقادیر تنوع این تیمارها مشاهده نشد، بنابراین شکل مربوط گنجانده نشده است.

نظر گرفته شدند. شاخص‌های مختلف تنوع در این دو گروه مقایسه شدند. در مرحله دوم، تمام اطلاعات حاصل از چاله‌ها در زیراشکوب هر بوته به‌عنوان تیمار چاله آن بوته و اطلاعات کوادرات‌های جفتی آن به‌عنوان تیمار شاهد آن بوته در نظر گرفته شد و این دو گروه نیز با هم به روش  $t$  جفتی مقایسه شدند. پس از مدیریت داده‌ها مشخص شد که بهترین گزینه برای اندازه‌گیری تنوع در این مطالعه استفاده از پارامتر فراوانی گونه‌هاست. بنابراین، شاخص‌های مختلف تنوع اعم از شاخص‌های غنای گونه‌ای (مارگالف و منهینیک)، هتروژنیته (شانون، سیمپسون، هیل، مارگالف) و یکنواختی (برگ‌پارکر، اسمیت و ویلسون) برای تمام کوادرات‌ها توسط نرم‌افزارهای اکولوژیکیال متودولوژی<sup>۱</sup> (۲۵) و بایو‌دایورسیتی پرو<sup>۲</sup> (۲۹)، بر اساس داده‌های فراوانی اندازه‌گیری شد. میانگین شاخص‌ها در هر تیمار محاسبه شد. نمودارهای مقایسه‌ای ترسیم و معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد تعیین شد. مقایسه میانگین‌ها در نرم‌افزار آماری SPSS 18 (۳۱) بر حسب مورد با کمک آزمون  $t$  ناجور،  $t$  جور یا تجزیه واریانس یک-طرفه انجام شد. با مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری تنوع، بهترین و کارآمدترین شاخص‌ها گزینش و جهت ارائه در این مقاله استفاده شدند.

## نتایج

مقایسه تنوع گونه‌ای چاله‌ها در تیمار کنترل-چاله با تیمار شاهد مربوط نشان داد که ایجاد چاله کپه‌کاری (بدون اعمال هیچ تیماری) سبب کاهش تنوع گونه‌ای مرتع می‌شود. این تفاوت تنها از نظر شاخص تنوع گونه‌ای شانون معنی‌دار بود. مخلوط نمودن کاه با خاک اثر معنی‌داری روی تنوع چاله‌ها نداشت، در حالی که قرار دادن سنگ و ایجاد خرداقلیم در محل چاله باعث کاهش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) تنوع در شاخص شانون شد (جدول ۱). مقایسه تنوع تیمارهای مختلف ذکر شده با شاخص سیمپسون در تیمارهای چاله و شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

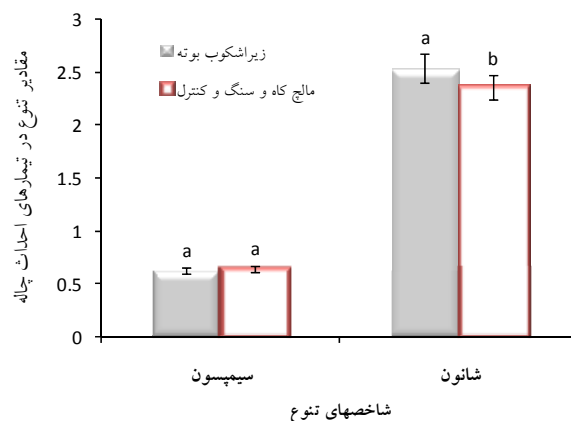
1- Ecological Methodology

2- Bio Diversity Pro

جدول ۱- مقایسه تنوع گونه‌های شانون و سیمپسون در تیمارهای کنترل، کاه و سنگ

تیمار	شاخص سیمپسون		شاخص شانون	
	شاهد	چاله	شاهد	چاله
کنترل	۰/۷۵±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۷۳±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۹۹±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲/۲۴±۰/۱۲ <sup>b</sup>
کاه	۰/۷۵±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۶۴±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۲/۹۹±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲/۶۳±۰/۲۳ <sup>a</sup>
سنگ	۰/۷۵±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۵۷±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۹۹±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲/۱۶±۰/۱۵ <sup>b</sup>

مقایسه برای هر تیمار به‌طور جداگانه بین تیمار چاله و تیمار شاهد با آزمون t ناجور انجام شده است. حروف مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.



شکل ۱- شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون در تیمار چاله زیر بوته در مقایسه با سایر تیمارهای چاله کپه‌کاری؛ حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون در زیراشکوب بوته‌ها در فضای باز مجاور

تیمار	شاخص سیمپسون		شاخص شانون	
	شاهد	چاله	شاهد	چاله
کلاه میرحسن	۰/۶۰±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۶۹±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲/۱۱±۰/۲۹ <sup>a</sup>	۲/۳۶±۰/۱۷ <sup>a</sup>
گون	۰/۶۷±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۴۳±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۴۹±۰/۵۱ <sup>b</sup>	۱/۷۲±۰/۱۵ <sup>a</sup>
جامه در	۰/۵۷±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۶۷±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۲/۰۹±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۲/۷۴±۰/۲۳ <sup>a</sup>
درمنه	۰/۵۵±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۶۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۲۲±۰/۲۷ <sup>a</sup>	۲/۹۸±۰/۲۷ <sup>a</sup>

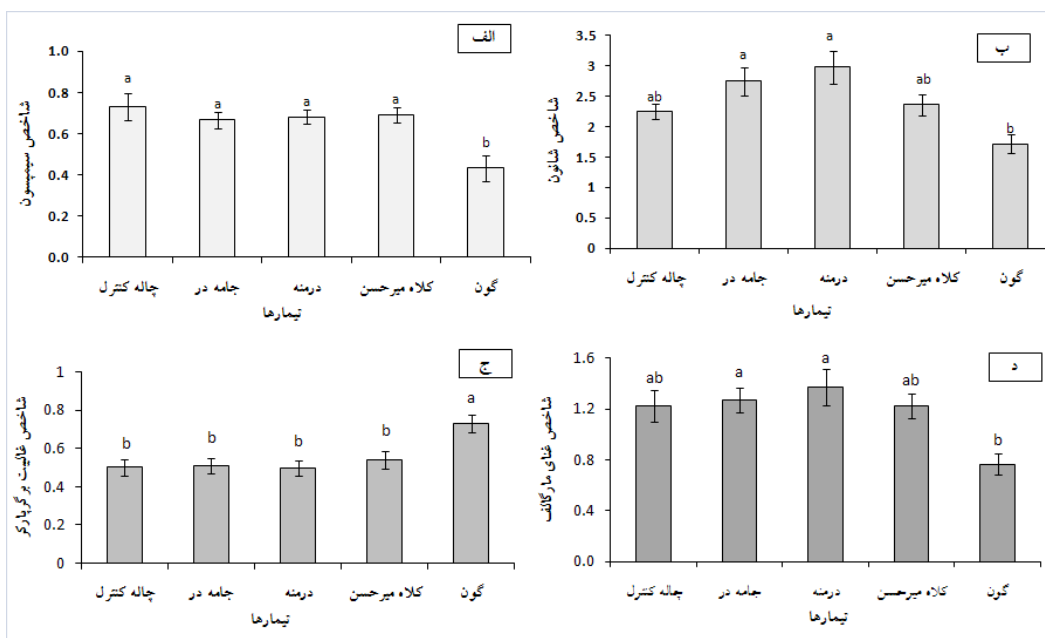
حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

فهرست گونه‌های گیاهی در چاله‌های اصلاح مرتع و تیمارهای شاهد مقایسه شد (جدول ۳). علاوه بر گونه‌های مشترک که در هر دو حالت مشاهده شدند تعدادی از گونه‌ها (۹ گونه) فقط در چاله‌های کپه‌کاری مشاهده شد، در حالی که تعداد کمتری از گونه‌ها در چاله‌ها غایب بوده و تنها در تیمار شاهد مشاهده شد.

ذکر این نکته لازم است که اطلاعات حاصل از ترکیب گونه‌های کوادرات‌های استقرار یافته در فضای باز و کوادرات‌های استقرار یافته در زیراشکوب بوته‌های فاقد چاله را می‌توان به عنوان ترکیب گونه‌ای مرتع قبل از انجام عملیات اصلاحی برشمرد. به این ترتیب بر اساس جدول ۳ می‌توان ترکیب گونه‌ای قبل و بعد از عملیات اصلاحی را با هم مقایسه نمود.

جدول ۳- فهرست گونه‌های عمده موجود در مرتع کرنخ در تیمارهای شاهد و چاله‌های حاصل از عملیات کپه‌کاری

گونه‌های خاص تیمار شاهد	گونه‌های خاص چاله‌ها	گونه‌های مشترک
<i>Astragalus sp.3</i>	<i>Astragalus siliqosus</i>	<i>Allium sp.</i>
<i>Astragalus sp.4</i>	<i>Carex stenophylla</i>	<i>Alyssum sp.</i>
<i>Colchicum sp.</i>	<i>Centaurea sp.</i>	<i>Anemone petiolulosa Juz.</i>
<i>Erotia sp.</i>	<i>Cousinium sp.</i>	<i>Artemisia sp.</i>
	<i>Crambe sp.</i>	<i>Astragalus sp.1</i>
	<i>Crepis sp.</i>	<i>Astragalus sp.2</i>
	<i>Phlomis cancellata</i>	<i>Bongardia chrysogonum</i>
	<i>Rosa persica</i>	<i>Bromus danthoniae</i>
	<i>Thalictrum sp.</i>	<i>Bromus kopetdaghensis Drob.</i>
		<i>Bromus tectorum L.</i>
		<i>Bunium sp.</i>
		<i>Carex sp.</i>
		<i>Cerathocephalus sp.</i>
		<i>Cirsium sp.</i>
		<i>Colchicum robustum</i>
		<i>Ferula gumosa Boiss.</i>
		<i>Malcolmia sp.</i>
		<i>Myosotis sp.</i>
		<i>Onosma sp.</i>
		<i>Papaver sp.</i>
		<i>Poa bulbosa L.</i>
		<i>Salsola arbusculiformis</i>
		<i>Scandix aucheri Boiss.</i>
		<i>Scandix sp.</i>
		<i>Scorzonera sp.</i>
		<i>Scrotophora sp.</i>
		<i>Stipa barbata</i>
		<i>Thalictrum isopyroides</i>
		<i>Vicia sp.</i>



شکل ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای در تیمارهای زیراشکوب بوته‌های مختلف با همدیگر و با تیمار کنترل شاهد؛ محاسبه تنوع با استفاده از شاخص شانون (الف)، سیمپسون (ب)، برگ‌بارکر (ج) و غنای مارگالف (د) انجام شده است. مقایسه میانگین‌ها به روش توکی ( $p < 0.05$ ) انجام شده و حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است.

می‌باشند. بر اساس نتایج این پژوهش، اثر کلی احداث چاله بر تنوع گیاهی معنی‌دار نبود. در مقابل مقایسه تنوع گونه‌ای چاله‌های کپه‌کاری زیراشکوب بوته‌ها در مرتع کرنخ با تنوع چاله‌های کپه‌کاری در سایر تیمارها (مالچ کاه و سنگ و کنترل) تنوع بیشتر در زیراشکوب بوته‌ها را نشان داد (شکل ۱). این نتایج نشان‌دهنده اثر تسهیل بوته‌ها بر احیای تنوع گونه‌ای در چاله‌های ایجاد شده بواسطه عملیات کپه‌کاری است. هکر و گینس<sup>۱</sup> (۱۹۹۷)

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اثر ایجاد چاله موضعی، ساختار تاج پوشش، شدت نور وارده، دما، رطوبت و ویژگی‌های خاک به‌طور آشکار تغییر می‌یابد که این تغییرات در نهایت بر پراکنش و تنوع گیاهی تأثیرگذار است (۱۷). در مورد اثر تخریب‌های موضعی مثل شخم‌زدن، میانکاری، حفر چاله‌ها و چاله چوله کردن بر تنوع گونه‌ای مطالعات متعددی صورت گرفته است. برخی از این بررسی‌ها (۱۶، ۳۲ و ۳۷) حاکی از افزایش تنوع و برخی (۵ و ۱۹) نشانگر کاهش تنوع

گیاهان چوبی می‌شود. به چنین دلایلی اینها اغلب به‌عنوان جزایر بارور<sup>۳</sup> نامیده می‌شوند. لایهٔ علفی در پاسخ به پراکنش این گونه‌های چوبی توزیع مکانی پیدا می‌کند (۲۷). در پژوهش حاضر، مقایسهٔ انفرادی اثر بوته‌های پرستار بر تنوع گونه‌های زیراشکوب در مرتع کرنخ نشان داد که بوته‌های پرستار اثرات متفاوتی بر تنوع گونه‌های زیراشکوب خود دارند. یعنی علیرغم برخی از مطالعات مثل مادریگول-گنزالز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) که روابط متقابل مثبت میان درختچه‌ها و گونه‌های زیراشکوب آنها را مستقل از نوع گونه پرستار و سن آن دانسته‌اند، در اینجا نوع بوته در نوع روابط متقابل آن با زیراشکوب تعیین‌کننده است. البته فوری (۲۰۰۹) عقیده دارد که در نواحی پرسترس‌تر نسبت به نواحی کم‌استرس همبستگی مثبت بین گونه‌های غالب و زیراشکوب‌ها در مقیاس منطقه‌ای و نه در مقیاس محلی دیده می‌شود. این همبستگی مثبت بیشتر به ویژگی‌ها و نوع گونه غالب بستگی داشت (۱۵).

تنوع گونه‌های زیراشکوب گیاه کلاه‌میرحسن در محل چاله‌ها بیشتر از تنوع در زیراشکوب پایه‌های شاهد بود. به‌دلیل این‌که کلاه‌میرحسن دارای تاجی فشرده و بالشتکی شکل است و نور از آن به سختی عبور می‌کند، با ایجاد چاله در زیراشکوب گیاهان بالشتکی نور بیشتری به کف رسیده و گیاهان جدید فرصت استقرار و رشد در زیربوته‌ها را پیدا می‌کنند، بنابراین باعث افزایش تنوع می‌شود (۹). تنوع سیمپسون به گونه‌های غالب اهمیت و وزن بیشتری می‌دهد (۱۱)، یعنی می‌توان گفت که در زیراشکوب این گیاه تنوع ناشی از فراوانی برخی از گونه‌های غالب چشمگیرتر از تنوع حاصل از کل گونه‌های علفی بوده است. به‌عبارت بهتر گیاه کلاه‌میرحسن در پرستاری از زیراشکوب خود به‌طور انتخابی عمل کرده و از هر گیاهی حمایت نمی‌کند، بلکه از یک سری گیاهان خاص به‌طور ویژه پرستاری نموده و باعث افزایش فراوانی آنها می‌شود. در مورد اثر پرستاری گیاهان بالشتکی شکل بررسی‌های زیادی در سایر نقاط جهان نیز صورت گرفته است (مثل ۱ و ۱۰). حتی هنگامی که گیاهان پرستار نسبت به محیط باز تعداد کمتری گونه را دربردارند و این

در یک جامعه باتلاقی نمکی چگونگی اثر روابط متقابل را بر تنوع گونه‌های جامعه مورد توجه قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که گیاهان بوته‌ای در حالت نرمال ممکن است اثر رقابتی بر گیاهان زیراشکوب خود داشته باشند، اما در شرایط تخریب فیزیکی و تنش‌های متوسط اثر تسهیل بر تنوع گیاهی زیراشکوب خود دارند.

چاله‌های موضعی از طریق تأثیرگذاری بر عوامل خرداقلیم<sup>۱</sup> از قبیل رطوبت خاک، درصد ذرات رس و سیلت، بر تنوع گیاهان یک منطقه تأثیر می‌گذارد (۱۲). در مرتع کرنخ مخلوط‌نمودن کاه با خاک اثر معنی‌داری روی تنوع نداشت. در حالی‌که قرار دادن سنگ و ایجاد خرداقلیم در محل چاله باعث کاهش معنی‌دار تنوع شد. با توجه به این نتایج می‌توان ادعا کرد که افزودن کاه به خاک با فراهم‌نمودن قابلیت حفظ رطوبت در مقیاس کوچک تا حدود زیادی از اثرات منفی ایجاد چاله ممانعت بعمل آورده و از کاهش تنوع گونه‌های جلوگیری می‌کند (۴). اما قرار دادن سنگ اثر ایجاد چاله را تشدید نموده و تنوع را بیشتر کاهش می‌دهد. زیائویان<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) با انجام مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از مالچ سنگ در مقایسه با شن و خاک معمولی میزان تشکیل شبیم صبحگاهی را کاهش می‌دهد. در مراتع کرنخ که اقلیم آن خشک است، به احتمال زیاد تابش شدید آفتاب بر روی سنگ‌ها سبب داغ‌شدن سطح آنها شده و یک خرداقلیم غیرقابل تحمل را برای گیاهان ایجاد می‌کند.

در اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک درختان و بوته‌ها اثر مهمی بر لایه‌های علفی زیرین خود دارند. ریشه‌های عمیق آنها حجم زیادی از خاک را در جستجوی آب و مواد غذایی دربر گرفته و سپس آن را به محیط اطراف خود بازپس می‌دهد. علاوه بر آن بالابری هیدرولیک، تغلیظ بارش از طریق جریان ساقه‌ها و فعالیت میکروبی بیشتر به دلیل بهبود اقلیم در مقیاس کوچک، زیراشکوب گونه‌های چوبی را به محلی با دسترسی بالا به مواد غذایی تبدیل می‌کند (۶). بسیاری از گیاهان و جانوران در چنین مکان‌هایی پناه گرفته و به آسانی مواد قابل تجزیه‌ای را فراهم می‌کنند که باعث تقویت اثر

3- Fertility islands  
4- Madrigul-Gonzalez

1- Microclimate  
2- Xiao-Yan

بذرهای گیاهان پس از مرحله آشفتنگی، باعث بازگرداندن تنوع می‌شوند (۲۶).

اقلیم خشک و نیمه‌خشک، ناپایداری شرایط اقلیمی و فقر عناصر غذایی در مراتع مورد اصلاح باعث می‌شود تا برخی پروژه‌های اصلاح و توسعه مرتع با خطر شکست بالایی مواجه شوند؛ گاهی نیز مدیریت نامناسب مراتع پس از عملیات اصلاح، مزید بر علت می‌شود. در صورت عدم موفقیت روش‌های احیای بیولوژیک (از جمله کپه‌کاری)، چاله‌های موضعی ایجاد شده در حین اجرای این عملیات‌ها عرصه‌های لختی را ایجاد می‌کند که می‌تواند سبب تشدید فرسایش و قطعه‌قطعه شدن لکه‌های گیاهی سطح مرتع و نیز غلبه گیاهان مهاجم شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در صورت استفاده از مالچ کاه در داخل چاله‌های کپه‌کاری یا احداث چاله‌ها در زیر بوته‌های پرستار، تنوع گونه‌های مرتع در عرصه‌های مورد اصلاح حفظ شده و در مجموع باعث می‌شود که حتی در صورت شکست پروژه‌های اصلاح مرتع، پایداری اکوسیستم حفظ شود.

**سپاسگزاری:** هزینه اجرای این پژوهش از محل اعتبار پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (طرح پژوهشی بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر کارایی روش کپه‌کاری در مراتع ییلاقی و قشلاقی) تأمین شده است. از کارشناس محترم ایستگاه کرنج آقای مهندس ایمانی و نیز دانشجویان وقت دانشگاه فردوسی مشهد، آقایان جواد غلامی طبسی، حسین باقر زاده و رضا لگزبان که در نمونه‌برداری صحرائی همکاری کردند، سپاسگزاری می‌شود.

گونه‌ها از سایر نقاط جامعه رانده شده‌اند، در مجموع باعث افزایش خالص تنوع گونه‌های کل در سطح جامعه می‌شوند (۱۰).

ایجاد چاله در زیراشکوب گونه‌گون باعث کاهش تنوع گونه‌های شد. در این مورد علیرغم یکنواختی بالا، به دلیل غنای گونه‌های پایین، تنوع هم در شاخص شانون و هم در شاخص سیمپسون نسبت به سایر بوته‌ها کمتر بود. در مطالعه‌ای در منطقه بهارکیش قوچان (۲۳) مشاهده شد که تنوع گونه‌های زیراشکوب گون نسبت به سایر بوته‌های مرتعی از جمله درمنه و کلاه میرحسن بیشتر بود. این محققان بیشتر بودن اثر تسهیل گون را به بزرگتر بودن اندازه تاج پوشش و به احتمال زیاد توانایی تثبیت نیتروژن آن نسبت دادند. در بررسی حاضر به نظر می‌رسد که کمتر بودن غنای گونه‌های در زیراشکوب گون ممکن است به دلیل کوتاه بودن دوره بررسی (۳ سال پس از احداث چاله‌ها) باشد، به طوری که برخی گونه‌های گیاهی هنوز فرصت استقرار پیدا نکرده‌اند.

در مورد بوته‌های جامه‌در و درمنه در هر دو شاخص شانون و سیمپسون با ایجاد چاله افزایش تنوع اتفاق افتاد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. درمنه و جامه‌در به ترتیب گیاهانی با اثرات آللوپاتی (۳) و توانایی انباشت نمک در زیراشکوب (۲) هستند. تفسیر نتایج حاصل از بررسی تنوع گونه‌های زیراشکوب آنها نیاز به مطالعات مفصل‌تر و دقیق‌تری دارد. مطالعات سایر محققان نشان داده است که برخی گونه‌های جنس درمنه (*Artemisia tridentata*) با پناه‌دادن موقتی به برخی پستانداران کوچک باعث افزایش غنای گونه‌های آنها شده‌اند. این پستانداران با پراکنش

## منابع

1. Antonsson, H., R.G. Björk & U. Molau, 2009. Nurse plant effect of the cushion plant *Silene acaulis* (L.) Jacq in an alpine environment in the subarctic. *Plant Ecology & Diversity*, 2(1): 17-25.
2. Bagherzadeh, H., M. Jankju, M. Kafi & J. Gholami-Tabasi, 2012. Ion accumulation pattern within shoots and understory soil of *Salsola arbusculariformis*. Under publication, Submitted to Iranian Journal of Biology. (In Persian)
3. Behdad, A., 2009. Investigating allelopathic effects of *Artemisia khorasanica* Podl., at different phenological stages, on germination, growth and some physiological performances of *Bromus kopetdaghensis* Drobove. MSc Dissertation in Plant Biology. Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, 253 p. (In Persian)
4. Bussière, F. & P. Cellier, 1994. Modification of the soil temperature and water content regimes by crop residue mulch: experiment and modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 68(1-2): 1-28.
5. Busso, C.A., H.D. Giorgetti, O.A. Montenegro & G.D. Rodríguez, 2004. Perennial grass species richness and diversity on Argentine rangelands recovering from disturbance. *PHYTON (International Journal of experimental botany)*, 53: 9-27.
6. Callaway, R.M., 1995. Positive interactions among plants. *Botanical Review*, 61: 306-49.
7. Canals, R.M. & M.T. Sebastia, 2000. Analyzing mechanisms regulating diversity in rangelands through comparative studies: a case in the southwestern Pyrennees. *Conservation*, 2(7): 965-984.



8. Cavieres, L.A. and E.I. Badano, 2009. Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? *Journal of Ecology*, 97: 1181-1191.
9. Cavieres, L.A., E.I. Badano & A. Sierra-Almeida, 2006. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist*, 169: 59-69.
10. Cavieres, L.A., M.T.K. Arroyo, A. Peñaloza, M. Molina-Montenegro & C. Torres, 2002. Nurse effect of *Bolax gummifera* cushion plants in the alpine vegetation of the Chilean Patagonian Andes. *Journal of Vegetation Science*, 13: 547-554.
11. Ejtehadi, H., A. Sepehri & H.R. Akkafi, 2009. *Methods of Measuring Biodiversity*. Ferdowsi University of Mashhad Press, 226p. (In Persian)
12. El-Sheikh, M.A., 2005. Plant succession on abandoned fields after 25 years of shifting cultivation in Assuit, Egypt. *Journal of Arid Environment*, 61: 461-481.
13. Flerchinger, G.N., T.J. Sauer & R.A. Aiken, 2003. Effects of crop residue cover and architecture on heat and water transfer at the soil surface. *Geoderma*, 116: 217-233.
14. Flores, J. & E. Jurado, 2003. Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments? *Journal of Vegetation Science*, 14: 911-916.
15. Forey, E., Ch.J. Lortie & R. Michalet, 2009. Spatial patterns of association at local and regional scales in coastal sand dune communities. *Journal of Vegetation Science*, 20(5): 916-925.
16. Fulbright, T.E., 2004. Disturbance effects on species richness of herbaceous plants in a semiarid habitat. *Journal of Arid Environment*, 58: 119-133.
17. Gao, J.F., K.M. Maa, Z.W. Feng, J. Qia & Y. Feng, 2009. Coupling effects of altitude and human disturbance on landscape and plant diversity in the vicinity of mountain villages of Beijing, China. Published by Elsevier B.V.
18. Hacker, S.D. & S.D. Gaines, 1997. Some implications of direct positive interactions for community species diversity. *Ecology*, 78(7): 1990-2003.
19. Hammouda, S.K., S.Z. Heneidy & H.F. El-Kady, 2003. Effects of ploughing on plant species abundance and diversity on the northwestern coastal desert of Egypt. *Biodiversity and Conservation*, 12: 749-765.
20. Hobbs, R.J. & L.F. Huenneke, 1992. Disturbance, Diversity and Invasion: Implication for Conservation. *Conservation Biology*, 6(3): 324-337.
21. Huber-Sannwald, E. & D.A. Pyke, 2005. Establishing native grasses in a big sagebrush-dominated site: an intermediate restoration step. *Restoration Ecology*, 13: 292-301.
22. Jankju, M., 2009. Range Improvement and development. *Jahade Daneshgahi Mashhad Press*, 239p.
23. Jankju, M., F. Mellati & A. Bozorgmehr, 2009. Identification and investigation on the important range plants in the spring and summer rangelands of Northern Khorasan Province. Final report of a research project. Faculty of Natural resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
24. King, E.G., 2008. Facilitative effects of *Aloe secundiflora* shrubs in degraded semi-arid rangelands in Kenya. *Journal of Arid Environments*, 72: 358-369.
25. Krebs, C. J. & A.J. Kenney, 2001. *Programs for Ecological Methodology*. Version 6.0, 2nd Ed.
26. Longland, W.S. & S.L. Bateman, 2002. Viewpoint: The ecological value of shrub Islands on disturbed sagebrush rangelands. *Journal of Range Management*, 55: 571-575.
27. López-Pintor, A., S.A. Gómez & J.M. Rey Benayas, 2006. Shrubs as a source of special heterogeneity: the case of *Retama sphaerocarpa* on Mediterranean pastures of central Spain. *Journal of ACTA Oecologica*, 29: 247-255.
28. Madrigal-González, J., J.A. Garcia-Rodríguez & G. Alarcos-Izquierdo, 2011. Testing general predictions of the stress gradient hypothesis under high inter- and intra-specific nurse shrub variability along a climatic gradient. *Journal of Vegetation Science*, p: 1-10.
29. McAleece, N., 1997. Biodiversity Professional Beta, the Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.
30. McAuliffe, J.R., 1984. Saguaro-nurse tree associations in the Sonoran Desert: competitive effects of saguaros. *Oecologia*, 64: 319-321.
31. PASW Statistics 18, release 18.0.0, 2009. Copyright 1997-2003, Polar engineering and consulting, SPSS Inc. Chicago.
32. Rauzi, F., 1975. Severe mechanical and chemical renovation in Northeastern Wyoming. *Journal of Range Management*, 28(4): 319-326.
33. Sarkar, S., M. Paramanick & S.B. Goswami, 2007. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus* L. var. *glauca*) in relation to tillage intensity and mulch management under rainfed ecosystem in eastern India. *Soil Tillage Resource*, 93: 94-101.
34. Schnoor, T.K. & P.A. Olsson, 2010. Effects of soil disturbance on plant diversity of calcareous grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139(4): 714-719.
35. Tielbörger, K. & R. Kadmon, 2000. Temporal environmental variation tips the balance between facilitation and interference in desert plants. *Ecology*, 81: 1544-1553.
36. Valiente-Banuet, A. & E. Ezcurra, 1991. Shade as a cause of association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of Ecology*, 79: 961-971.
37. Wight, J.R. & L.M. White, 1974. Interseeding and Pitting on a Sandy Range Site in Eastern Montana. *Journal of Range Management*, 27(3): 206-210.
38. Xiao-Yan, L., 2002. Effects of gravel and sand mulches on dew deposition in the semiarid region of China. *Journal of Hydrology*, 260: 151-160.