اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص ۳۷۷-۳۶۹

اثر کنتور فارو و پیتینگ در افزایش پوشش گیاهی مراتع (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ بلبل استان یزد)

زینب جعفریان[1*]، علی بمان میرجلیلی[2]

۱. دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. مربی مرکز تحقیقات آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۱۰/۰۴؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۶/۰۱/۱۵)

چکیده

یکی از سازه‌های مهم برای بهره‌برداری بهینه از آب و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک سازهٔ ذخیرهٔ نزولات آسمانی است. اجرای پروژه‌های ذخیرهٔ نزولات آسمانی مانند ایجاد کنتور فارو و پیتینگ در عرصه‌هایی که پوشش گیاهی مراتع به حدی کاهش یافته است که هیچ‌گونه تأثیری در جلوگیری از رواناب سطحی ندارد؛ ولی پایه‌های گیاهی مناسب و خوش‌خوراک در عرصه وجود دارد و یا کوبیدگی سطح خاک بر اثر تردد بیش از حد دام موجب نفوذناپذیری آب به درون خاک شده است، برای مهار رواناب و سیلاب‌های حاصل از نزولات آسمانی با هدف ذخیره‌سازی آب باران و افزایش پوشش گیاهی، انجام می‌شود. این تحقیق در مراتع بلبل استان یزد با میزان بارندگی حدود ۱۳۰ میلی‌متر در سطحی معادل دو هکتار در سال ۱۳۸۳ اجرا شد. پس از اجرای طرح و ایجاد سازه‌های مکانیکی کنتور فارو و پیتینگ، در سال هفتم (۱۳۹۱) میزان درصد پوشش گیاهی و تراکم گونه‌های مطالعه‌شده در چهار سایت منطقهٔ اجرای طرح و منطقهٔ شاهد اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در مناطق بررسی‌شده طی ۱۲ ترانسکت و ۱۲۰ پلات انجام شد. نتایج میزان درصد پوشش‌گیاهی و تراکم در تیمارهای کنتور فارو و پیتینگ و شاهد اختلاف معناداری را در سطح ۱ درصد نشان دادند. میزان درصد پوشش گیاهی در سازهٔ مکانیکی کنتور فارو و پیتینگ نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲/۴ و ۳/۱ برابر و همچنین میزان تراکم پوشش گیاهی در آنها به‌ترتیب ۱/۵ و ۲/۲ برابر افزایش داشته است. بنابراین، در منطقهٔ مطالعه‌شده عملکرد سازهٔ پیتینگ نسبت به کنتور فارو در افزایش پوشش گیاهی بیشتر بود.

کلیدواژگان: پوشش گیاهی، تراکم گونه‌های گیاهی، ذخیرهٔ نزولات آسمانی، رواناب، مراتع بلبل یزد.

* نویسندهٔ مسئول

Emai: Jafarian79@yahoo.com

مقدمه

دستیابی به رشد و توسعهٔ پایدار مستلزم شناخت جامع منابع محدود آب و خاک به منظور بیشترین استفادهٔ بهینه از ذخایر ارزشمند موجود است [۱]. امروزه تأثیر عملیات حفاظت از آب و خاک در افزایش پوشش گیاهی و تولیدات کشاورزی به‌واسطهٔ تأثیر آنها در تثبیت خاک برای فراهم کردن محیط مناسب برای رشد گیاهان جایگاه ویژه‌ای دارد [۲]. یافتن شیوه‌های مناسب و قابل اجرا توسط کشاورزان و دست‌اندرکاران منابع طبیعی با صرف هزینه‌های معقول ایجاب می کند که تحقیقات لازم در زمینهٔ اقدامات آبخیزداری صورت گیرد و تأثیر آنها به‌صورت کمی بررسی شود تا بتوان با توجیه اقتصادی لازم در تعمیم و گسترش کاربرد آنها اقدام کرد [۳]. تثبیت بیولوژیکی اراضی حساس به فرسایش و تأثیر عملیات حفاظتی توأم با پوشش گیاهی بر روند فرسایش و رسوب تأثیر می‌گذارد. این عملیات شامل پیتینگ[1]، کنتور فارو[2]، ریپرینگ[3]، چیزلینگ[4]، بانکت[5] و تراس‌بندی[6] می شود. بیشترین مسئلهٔ آبخیزها به‌دست‌آوردن مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از ایجاد فرسایش، رواناب و رسوب و افزایش ذخیرهٔ نزولات آسمانی در خاک به‌خصوص در شیب‌های کم است تا بتوان از این راه شرایط احیای مراتع را فراهم آورد. موقعیت خطیر ایران در خاورمیانه و تأثیر آب در ادامهٔ زندگی و بهره‌وری از آن، ژرف‌نگری به منابع موجود و بالقوه، کوششی پیگیر را در یافتن روش‌های جمع‌آوری، نگهداری و بهینه‌سازی استفاده از آب ضروری ساخته است. از مهم‌ترین سازه‌های مکانیکی موجود در اقدامات آبخیزداری، کاربرد سازه‌هایی مانند پیتینگ و فارو هستند [۴]. ذخیرهٔ نزولات آسمانی علاوه بر تأمین رطوبت مورد نیاز گیاهان موجب تغذیهٔ منابع آب‌های زیرزمینی نیز می‌شود و از خشک‌شدن چشمه‌سارها و قنات‌ها جلوگیری می‌کند و درنتیجه محیط مناسبی برای زندگی گیاه، انسان و دام به‌وجود می‌آورد [۵]. در مراتع استان یزد به‌علت رسی‌بودن لایهٔ سطحی خاک، با اولین بارندگی سطح خاک سله می‌بندد و نفوذپذیری کاهش می‌یابد، بنابراین با زیر و رو کردن خاک نفوذپذیری افزایش می‌یابد. بنابراین، این سؤال مطرح است که آیا پیتینگ و کنتور فارو روش‌هایی مناسب برای استفادهٔ مطلوب از نزولات آسمانی و رواناب سطحی در این استان هستند یا خیر؟

تحقیقات هانسکا و همکارانش (۱۹۴۴) در دشت گریت نشان داد استفاده از کنتور فارو موجب افزایش نفوذ و همچنین کاربرد روش پیتینگ نیز ۱۰۰ درصد موجب افزایش محصول می‌شود که این اتفاق به‌دلیل افزایش نفوذ آب در خاک است [۶]. رایوزی (۱۹۶۸) در تحقیقی بیان کرد که پس از احداث چاله‌ها درصد پوشش تغییر می کند، بهبود وضعیت پوشش گیاهی سبب افزایش کارایی و طول عمر چاله‌ها می‌شود و طول عمر چاله‌ها در بافت‌های شنی کوتاه‌تر از بافت‌های رسی می شود [۷]. نتایج تحقیقات هاستون و همکارانش (۱۹۷۱) نشان داد تولید علوفه با استفاده از پیتینگ در خاک‌های رسی در جنوب شرقی مونتانا بسیار موفقیت‌آمیز بوده و سبب افزایش تولید علوفه شده است [۸]. هربرت (۱۹۷۴) طی تحقیقی در مراتع آمریکا به این نتیجه دست یافت که کنتور فارو سبب کاهش رواناب، افزایش رطوبت خاک و در نتیجه ایجاد محیط مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌ها در داخل خاک می‌شود [۹]. روزوایت و لاری‌وایت (۱۹۷۴) طی تحقیقی در مراتع مونتانا و بذرکاری گراس‌های چندساله در چاله‌های پیتینگ پس از شش سال، افزایش ۳۰ درصدی پوشش گیاهی را نشان دادند [۱۰]. بررسی‌های حصاری و گیفورد (۱۹۷۷) نشان داد استفاده از کنتور فارو روی خاک‌های لومی- شنی و رسی عملکرد ضعیفی دارد [۱۱]. نتایج پژوهش روزوایت و همکارانش (۱۹۷۷) برای مدت زمان هشت‌ساله در مناطق خشک آمریکا نشان داد اجرای کنتور فارو موجب افزایش تولید علوفهٔ ۱۶۵ درصدی به مقدار ۵۲۷ کیلوگرم در هکتار شده است. همچنین ایشان بیان کردند که میزان آب قابل دسترس گیاهان ۱۰۷ درصد افزایش یافته است [۱۲]. نف و ویت (۱۹۸۳) به مطالعهٔ هیدرولوژیکی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی ایالت مونتانا با استفاده از گونه‌های ریش‌سنبل[7]، سازو[8]، شورمرغ[9]، چمن گندمی بیابانی[10]، چمن گندمی بلند[11] پرداختند. متغیرهای بررسی‌شده در این تحقیق مقادیر بارش، رواناب، نفوذ، خصوصیات خاک، طول عمر فاروها و

1. Pitting
2. Contour Furrowing
3. Ripping
4. Chiseling
5. Contour Trenching
6. Terracing
7. Psathyrostachys
8. Juncus
9. Alopercurus
10. Agropyron desertrum
11. Agropyron elongatum

پوشش گیاهی بودند. نتایج نشان داد در هر سه محل مطالعاتی تولید رستنی‌ها توسط کنتور فارو افزایش داشت و میزان این افزایش ۲۳۲ ـ ۸۴۶ گرم بر هکتار بود [۱۳]. نتایج پژوهش کمپ و همکارانش (۱۹۹۰) در فورت کیوگ کانادا نشان داد اجرای روش پیتینگ ضمن کاهش تنش آب در گیاهان، افزایش میزان تولید علوفه را نیز موجب می شود. همچنین کنتور فارو طی پنج سال ارزیابی میزان تولید علوفه را از ۱۱۸۳/۶ به ۲۶۵۳/۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داد [۱۴]. باینبریج و فیدلیباس (۱۹۹۵) در تگزاس بیان کردند که کاربرد روش پیتینگ قادر به افزایش نفوذ، کاهش فرسایش و تبخیر است [۱۵]. بنی اسدی (۱۹۹۸) در تحقیقی در منطقهٔ کرمان، میزان افزایش پوشش گیاهی در کنتور فارو را ۴۱ و پیتینگ را ۴۴ درصد بیان کرد که نشان‌دهندهٔ تأثیرات بسیار مثبت اجرای طرح در افزایش پوشش گیاهی است [۱۶]. بوسچر و بوئر (۲۰۰۳) در بیابان‌های تگزاس آمریکا گزارش کردند که با ایجاد کنتور فارو میزان تولید گراس‌های چندساله به ۵۶۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت و نفوذپذیری خاک نیز افزایش پیدا کرد [۱۷]. اویس و هاشم (۲۰۰۴) در آفریقای شمالی بیان کردند که استفاده از کنتور فارو و پیتینگ رطوبت خاک را افزایش می‌دهد و سبب تسهیل جوانه‌زنی بذر و استقرار نهال گیاهان مرتعی خواهد شد [۱۸]. تریل ریچ (۲۰۰۵) در داکوتای شمالی نتیجه گرفت در مناطقی که علف گندم[1] وجود دارد با اعمال کنتور فارو، پوشش گندمی و لاشبرگ به‌طور معناداری افزایش پیدا کرده، اما پوشش گیاهان بوته‌ای[2] (مانند درمنه) و علف بوفالو[3] در مناطقی که از کنتور فارو استفاده نشده، بیشتر است [۱۹]. لی و همکارانش (۲۰۰۷) طی تحقیقی استفاده از کنتور فارو و سطوح آبگیر با عایق پلاستیک را برای جمع‌آوری رواناب در سطح خاک مناسب دانستند که سبب نفوذ به داخل خاک و ریشهٔ گیاهان خواهد شد و در نتیجه گیاهان رشد مناسبی خواهند داشت [۲۰]. حبیب‌زاده و همکارانش (۲۰۰۹) در مراتع آذربایجان دربارهٔ تأثیرات کنتور فارو و پیتینگ به این نتیجه رسیدند که این سازه‌ها سبب جمع‌آوری نزولات و ذخیرهٔ آن در خاک و افزایش پوشش گیاهی خواهند شد [۲۱]. جهان تیغ (۲۰۰۹) در تحقیقی در مراتع سیستان و بلوچستان ایران دربارهٔ کارایی سیستم‌های کنتور فارو و پیتینگ به این نتایج دست یافتند که هر دو سبب افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه می‌شوند و همچنین کنتور فارو موجب افزایش زادآوری گونهٔ هامادا[4] می‌شود [۲۲]. آذرنیوند و زارع چاهوکی (۲۰۱۰) هدف از کنتور فارو را کنترل رواناب‌ها و افزایش پوشش گیاهی دانستند و اجرای آن را در شیب‌های کمتر از ۲۰ درصد و عمق و بافت متوسط خاک و در مناطقی با بارندگی ۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر پیشنهاد کردند [۲۳]. احمدی و همکارانش (۲۰۱۱) هلالی‌های آبگیر استان کرمان را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد هلالی‌هایی با ابعاد قوس ۸/۴۸ متر و ارتفاع ۱/۲۲ متر قابلیت ذخیرهٔ آب ۷۲/۱۵ مترمکعب دارند [۲۴]. چمنی و همکارانش (۲۰۱۱) در مراتع استان گلستان دربارهٔ تأثیرات چهار تیمار قرق، پیتینگ، کنتور فارو و منطقهٔ شاهد به این نتیجه دست یافتند که کنتور فارو بهترین تیمار برای افزایش میزان پوشش گیاهی و تولید علوفه است [۲۵]. آکرمان و همکارانش (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را در آلمان روی میکروکچمنت‌ها انجام دادند. نتایج کار آنها نشان داد منطقهٔ مطالعه‌شده افزایش پوشش گیاهی چشمگیری داشته است [۲۶]. بهمدی و شهریاری (۲۰۱۶) در بررسی تأثیر سازه‌های کنتور فارو و هلالی آبگیر در شهرستان نهبندان به این نتیجه دست یافتند که هلالی آبگیر و کنتور فارو نسبت به شاهد تأثیر بیشتری برای احیای پوشش گیاهی داشته و هلالی آبگیر تأثیر مطلوب و مؤثرتری دارد [۲۷].

جمع‌بندی منابع نشان می‌دهد در مراتعی که شرایط اجرای سازه‌های ذخیرهٔ نزولات آسمانی و به‌ویژه سازه‌های پیتینگ و فارو میسر باشد، اجرای این عملیات‌ها سبب افزایش میزان نفوذپذیری و رطوبت خاک و همچنین افزایش میزان پوشش گیاهی و تولید علوفه خواهد شد. همچنین بررسی مطالعات انجام‌شده نشان داد اثر ذخیرهٔ نزولات آسمانی با استفاده از سازه‌های پیتینگ و فارو در خارج از کشور بیشتر است و بنابراین با توجه به اهمیت روش‌های ذخیرهٔ نزولات آسمانی در جمع‌آوری و کنترل رواناب سطحی و افزایش پوشش گیاهی در مراتع دارای شرایط، هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر دو روش کنتور فارو و پیتینگ بر میزان پوشش گیاهی در مراتع بلبل استان یزد است.

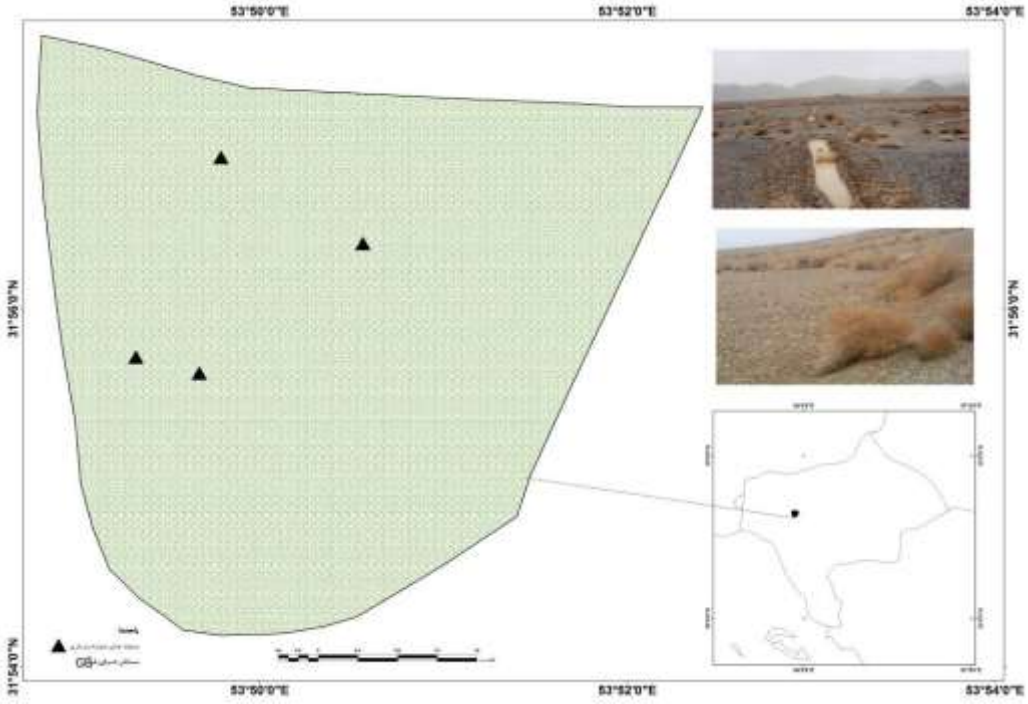
1. Heat Grass
2. Age Grass
3. Ufalo Grass

4. *Hammada Salicornica*

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعه‌شده

منطقـهٔ بلبـل در حـدود ۸۰ کیلـومتری جنـوب غربـی شهرستان صـدوق اسـتان یـزد بـا اقلـیم خشـک سـرد تـا نیمه‌خشک سرد قرار دارد و مختصـات جغرافیـایی ″۵۳ ۴۸ °۵۳ تا ۴۲ ۵۱ °۵۳ طول شرقی و ″۱۰ ۵۴ °۳۱ تـا ۱۲ ۵۷ °۳۱ عرض شمالی دارد. بافت خاک منطقه از لومی شنی تا لومی رسی متغیر است. بیشترین و کمترین ارتفاع منطقـهٔ مطالعه شده به‌ترتیب ۴۰۴۴ و ۲۴۳۴ متر در قسمت بوده و ارتفاع متوسـط محـل اجـرای طـرح ۲۵۲۱ متـر از سـطح دریاست. متوسط بارندگی در این منطقـه ۱۳۰ میلـی‌متـر است که بیشترین مقدار بارندگی در فصل زمستان با حدود ۱۴۶ میلی‌متر اتفـاق مـی‌افتـد. متوسـط دمـای ۱۳ درجـهٔ سانتی‌گراد است به‌طوری که متوسط دمای گرم‌تـرین مـاه سال در تیرماه، ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسـط سـردترین مـاه سـال یعنـی بهمـن‌مـاه ۲ درجـهٔ سـانتی‌گـراد اسـت، همچنین شیب منطقه بین ۵ تـا ۱۵ درصـد متغیـر اسـت [۲۸]. شـکل ۱ تصـویری از مختصـات جغرافیـایی منطقـهٔ مطالعه‌شده و سایت‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تصویری از مختصات جغرافیایی منطقهٔ مطالعه‌شده و سایت‌های نمونه‌برداری

روش تحقیق

- **احداث کنتور فارو و پیتینگ:** با توجه به شرایط منطقـه دو روش مکـانیکی کنتـور فـارو (شـیار) و پیتینگ (چاله درسـت کـردن) بـه‌منظـور ذخیـرهٔ نـزولات آسـمانی و کنتـرل رونـاب سـطحی بـرای افزایش پوشش گیاهی در یک طرح کاملاً تصـادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۳ در مرتع بلبل یزد اجرا شد. برای مقایسهٔ نتـایج روش‌هـای کنتـور فـارو و پیتینگ بر فرایند حفاظت آب و خاک از مقایسه با تیمار شاهد در شیب‌هـای ۵ـ ۱۵ درصـد، اسـتفاده شد. منطقهٔ شاهد از لحاظ همهٔ شـرایط اکولوژیـک مشابه منطقـهٔ عملیـات طـرح بـوده و در نزدیکـی منطقه اجرا در نظر گرفته شد. همچنین هیچ‌گونـه عملیات بذرکاری در کنتور فـارو و پیتینـگ انجـام نشـد. پـس از تعیـین محـل اجـرای طـرح و محصورکردن آن، بـرای احـداث کنتـور فـارو روی خطوط تراز، اقدام به حفر جوی‌هایی به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و در فاصلهٔ ۵ تا ۶ متر از هم توسـط تراکتور شـد. بـرای ایجـاد پیتینـگ نیـز بـه حفـر چاله‌هایی با دست به طول و عرض به‌ترتیـب ۵۰ و ۳۰ سانتی‌متر و عمق ۲۵ ـ ۳۰ سانتی‌متر در فاصلهٔ ۸۰ سانتی‌متری از یکدیگر اقدام شد.

- **اندازه‌گیری پوشش گیاهی:** در پایان اجرای طرح (سال ۱۳۹۱) پوشش گیاهی محل پژوهش و منطقهٔ شاهد در ترانسکت‌های عمود بر خطوط تراز (۳ ترانسکت و ۳۰ پلات در هر سایت نمونه‌برداری) با استفاده از پلات‌های (۲×۱) مترمربعی ارزیابی شد. برای محاسبهٔ میزان تراکم، تعداد پایهٔ گیاهی در پلات‌های ۱۰ مترمربعی شمارش شدند [۵، ۱۰،۱۲]. گونه‌های بررسی‌شده در محل کنتور فارو، پیتینگ و شاهد شامل درمنه[1]، سالسولا[2]، اسکریولا[3] بودند.
- **تجزیه و تحلیل آماری**: تحلیل داده‌های پژوهش با استفاده از آزمون ANOVA در نرم‌افزار SPSS 19 انجام شده و مقایسهٔ میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد [۲۹]. در شکل ۱ عکس‌هایی از دو سازهٔ مکانیکی کنتور فارو و پیتینگ با گونه‌های مستقرشده در آن نشان داده شده است.

یافته‌ها

با توجه به شرایط اقلیمی، توپوگرافی و میزان پوشش گیاهی، مرتع بلبل یزد مستعد اجرای پروژه‌های ذخیرهٔ نزولات آسمانی مانند پیتینگ و فارو تشخیص داده شد و بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها و مشاهدات عینی به‌دست‌آمده از منطقه نیز این کار موفقیت‌آمیز بوده است. نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به داده‌های پوشش گیاهی در جدول ۱ آمده است.

نتایج جدول ۱ نشان داد بین تیمارها (فارو، پیتینگ و شاهدهای آنها) و تکرارهای درصد پوشش گیاهی از نظر آماری در سطح خطای ۱ درصد، اختلاف معنادار وجود دارد ($p\leq$۰/۰۱). نتایج تجزیهٔ واریانس تراکم گیاهی در جدول ۲ آمده است.

نتایج جدول ۲ نشان داد بین تیمارها (فارو، پیتینگ و شاهدهای آنها) و تکرارهای تراکم پوشش گیاهی از نظر آماری در سطح خطای ۱ درصد، اختلاف معنادار وجود دارد ($p\leq$۰/۰۱). نتایج مقایسهٔ میانگین داده‌های پوشش و تراکم گیاهی در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج جدول ۳ نشان داد درصد پوشش گیاهی در تیمار کنتور فارو و همچنین پیتینگ با شاهدهای خود اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد داشتند، بیشترین میانگین درصد پوشش گیاهی مربوط به تیمار پیتینگ و کمترین مربوط به تیمار شاهد کنتور فارو بود. میانگین درصد پوشش گیاهی در تیمار پیتینگ نسبت به تیمار کنتور فارو با شرایط مشابه بیشتر است. همچنین میزان درصد پوشش گیاهی در سازهٔ مکانیکی کنتور فارو و پیتینگ به‌ترتیب ۲/۴ و ۳/۱ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد. تراکم گیاهی در تیمار کنتور فارو و پیتینگ با شاهدهای خود اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد داشتند. بیشترین میانگین تراکم مربوط به تیمار پیتینگ و کمترین مربوط به تیمار شاهد کنتور فارو بود. میانگین تراکم پوشش گیاهی در تیمار پیتینگ نسبت به کنتور فارو با شرایط مشابه بیشتر است. میزان تراکم در تیمار کنتور فارو و پیتینگ به‌ترتیب ۱/۵ و ۲/۲ برابر نسبت به شاهد افزایش داشته است. نتایج آنالیز واریانس پوشش و تراکم گیاهی به تفکیک گونه‌ها و سایت‌های مطالعه‌شده در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج جدول ۴ نشان داد درصد پوشش گونه‌های *Artemisia seiberi, Salsola yazdiana* در تیمار کنتور فارو نسبت به تیمار شاهد آن در سطح خطای ۵ درصد، دارای اختلاف معنادار بود ($p\leq$۰/۰۵). درصد پوشش گیاهی گونهٔ *Scariola oreintalis* در تیمار کنتور فارو نسبت به تیمار شاهد آن بدون اختلاف معنادار بود ($p\geq$۰/۰۵). در تیمار پیتینگ درصد پوشش همهٔ گونه‌ها در سطح خطای ۱ درصد دارای اختلاف معنادار بود ($p\leq$۰/۰۱). در کنتور فارو و تیمار شاهد آن تراکم گونهٔ *Artemisia seiberi* در سطح خطای ۱ درصد و گونهٔ *Scariola oreintalis* در سطح خطای ۵ درصد و گونهٔ *Salsola yazdiana* بدون اختلاف معنادار بودند ($p\geq$۰/۰۵). در تیمار پیتینگ نسبت به تیمار شاهد آن تراکم گونه‌های *Scariola oreintalis, Salsola yazdiana,* در سطح خطای ۵ درصد ($p\leq$۰/۰۵) و گونهٔ *Artemisia seiberi* در سطح خطای ۱ درصد اختلاف معنادار داشتند ($p\leq$۰/۰۱). نتایج مقایسهٔ میانگین پوشش و تراکم گیاهی به تفکیک گونه‌ها و سایت‌های مطالعه‌شده در جدول ۵ آورده شده است.

1. Artemisia seiberi
2. Salsola yazdiana
3. Scariola oreintalis

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس درصد پوشش گیاهی در تیمارهای منطقهٔ مطالعه‌شده

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	سطح احتمال (P)
تیمار	۳	۴۰۰۴/۱	۰/۰۰**
تکرار	۲	۳/۹	۰/۰۰**
خطا	۱۰۸	۸/۷۷	

در جدول‌های تجزیهٔ واریانس ** معنادار در سطح اطمینان ۹۹ درصد و * معنادار در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ns عدم معناداری است.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس تراکم گونه‌های گیاهی در تیمارهای منطقهٔ مطالعه‌شده

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	سطح احتمال (P)
تیمار	۳	۵۷۰۹/۷	۰/۰۰**
تکرار	۲	۱۲/۶۵	۰/۰۰**
خطا	۱۰۸	۶/۹۵	

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین درصد پوشش و تراکم گیاهی در تیمارهای منطقهٔ مطالعه‌شده

تیمارها	میانگین درصد پوشش	میانگین تراکم
فارو	۸/۰۶۶ ±۰/۲۱۸^{b}	۰/۴ ±۰/۱۱۵^{b}
شاهد فارو	۳/۴ ±۰/۲۵۱^{c}	۰/۲۷ ±۰/۲۴۰^{c}
پیتینگ	۲۹/۵ ±۰/۵۳۶^{a}	۳/۲ ±۰/۴۰۴^{a}
شاهد پیتینگ	۹/۵ ±۰/۲۳۳ ^{b}	۱/۴ ±۰/۲۴ ^{b}

حروف مشابه بدون اختلاف معنادار و حروف متفاوت دارای اختلاف معنادارند.

جدول ۴. سطح معناداری (P value) درصد پوشش و تراکم گونه‌های مطالعه‌شده در سایت‌های مختلف

	گونه	کنتور فارو	شاهد کنتور فارو	پیتینگ	شاهد پیتینگ
درصد پوشش	*Artemisia seiberi*	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۴**
	Salsola yazdiana	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۵**	۰/۰۱**
	Scariola oreintalis	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۴**	۰/۰۳**
تراکم	*Artemisia seiberi*	۰/۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**
	Salsola yazdiana	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۰۴*	۰/۰۵*
	Scariola oreintalis	۰/۲۳*	۰/۱۹*	۰/۰۰۴*	۰/۰۱*

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین درصد پوشش و تراکم گونه‌های مطالعه‌شده در سایت‌های مختلف

	گونه	کنتور فارو	شاهد کنتور فارو	پیتینگ	شاهد پیتینگ
درصد پوشش	*Artemisia seiberi*	۲/۴۳ ±۰/۷۳^{bc}	۰/۶۶۷ ±۰/۳۳۸^{a}	۳/۹۷ ±۰/۰۰۶^{c}	۱/۴۷ ±۰/۱۷۶^{ab}
	Salsola yazdiana	۴/۶ ±۰/۹۵۳^{b}	۲±۰/۴۱۶^{a}	۶/۵۷ ±۰/۵۳۶^{c}	۳/۱۳ ±۰/۱۲۰^{ab}
	Scariola oreintalis	۱/۰۳۳ ±۰/۵۵^{a}	۰/۷۳±۰/۳۶۶^{a}	۳/۶ ±۰/۴۷۲^{c}	۱/۱۳ ±۰/۰۳۳^{a}
تراکم	*Artemisia seiberi*	۲/۰۳ ±۰/۲۱۸^{b}	۰/۹۰ ±۰/۲۰۸^{a}	۲/۲۳ ±۰/۱۲۰^{b}	۱/۴۳ ±۰/۱۲۰^{a}
	Salsola yazdiana	۱/۳۳ ±۰/۲۶۷^{a}	۰/۴۳۳±۰/۲۱۸^{a}	۲/۵ ±۰/۴۱۶^{b}	۱/۱ ±۰/۰۵۷^{a}
	Scariola oreintalis	۰/۶۳ ±۰/۳۱۷^{ab}	۰/۴۳±۰/۲۱۸^{a}	۲/۶۰۶ ±۰/۱۷۶^{c}	۱/۲۳ ±۰/۱۷۶^{b}

زمان نیاز دارد. شایان یادآوری است که طی مدت اجرا (هفت سال)، به‌دلیل کمبود بارندگی تجدید حیات پوشش گیاهی به‌صورت مطلوب صورت نپذیرفته است، ولی عملکرد کنتور فارو و پیتینگ‌ها سبب زادآوری بیشتر گیاهان شده است. متوسط تراکم گونه‌های مطالعه شده برای هر دو سازه، حدود ۳ وته در مترمربع شده است که سبب بهبود اثر این گونه‌ها در عملکرد حفاظتی آنها می‌شود، چرا که آنها گیاهان مطلوبی برای حفاظت خاک و حتی چرای دام در منطقه به حساب می‌آیند. در تعدادی از پیتینگ‌ها مشاهده شد که جانوران خزنده فعالیت‌های مؤثری روی خاک داشته‌اند. چنین عملکردی روزنه‌های عمیقی در درون خاک ایجاد می‌کند که این عمل سبب افزایش نفوذ آب و هوا در خاک و در نهایت به بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی آن منجر می‌شود و به همین دلیل است که تیمار پیتینگ در منطقه موفق‌تر از تیمار کنتور فارو عمل کرده است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، به علت وجود رطوبت مناسب در داخل سازه‌های یادشده میزان پوشش و تراکم گیاهی بیشتر از مناطق مشابه بدون عملیات سازه‌ای بوده است. به‌کارگیری روش‌های پیتینگ و کنتور فارو به جای روش‌های پرهزینه مزایای بسیار دیگری نیز دارد که از جمله می‌توان به آموزش آسان، بازسازی مجدد و ارزان‌بودن این روش‌ها اشاره کرد. هر دو روش بستر مهار آب جاری سطحی ناشی از بارش‌های آسمانی از لحاظ سرعت و افزایش نفوذ آن در خاک را فراهم می‌کنند. افزایش میزان دسترسی گیاهان به آب و رطوبت موجود خاک، رشد کمی وکیفی آنها را سبب می‌شود و به‌خصوص در کشت‌های دیم ازدیاد بازده محصول را در پی خواهند داشت. بنابراین، با توجه به نتایج جدول ۵ برای انتخاب بهترین سازهٔ ذخیرهٔ نزولات آسمانی در منطقهٔ مطالعه‌شده از بین دو سازهٔ پیتینگ و کنتور فارو می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بهترین عملکرد دربارهٔ پوشش گیاهی و تراکم گونه‌های مطالعه شده در سازه‌های پیتینگ اتفاق افتاده است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در مناطقی که از نظر بافت خاک سبک و نیمه‌سنگین هستند، ابتدا روش پیتینگ و سپس روش کنتور فارو بسته به موقعیت محل به اجرا درآید. همچنین پیتینگ‌های کم‌عرض و شیارهای کوچک به‌دلیل اینکه بر اثر حمل ذرات خاک از

نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد همهٔ گونه‌های مطالعه شده در تیمار پیتینگ بیشترین و در شاهد کنتور فارو کمترین میانگین درصد پوشش و تراکم را داشتند. درصد پوشش و تراکم پوشش این گونه‌ها با احداث کنتور فارو و پیتینگ نسبت به شاهد افزایش معناداری را نشان داد. میانگین درصد پوشش و تراکم تیمار شاهد کنتور فارو و تیمار شاهد پیتینگ هر سه گونه، به‌استثنای تراکم گونهٔ *Scaroila oreintalis* اختلاف معناداری نداشتند.

بحث

منطقهٔ اجرایی طرح حاضر از لحاظ زمین‌شناسی از تشکیلات رسی و لومی همراه با ماسه سنگ‌های سیلت‌دار تشکیل شده است و از لحاظ خاک‌شناسی بافت نیمه‌سنگین و سبک دارد. به‌دلیل نفوذپذیری کم خاک و نزولات آسمانی نسبتاً مناسب در منطقه، تشکیل رواناب به‌خصوص در بارش‌های شدید چشمگیر است. بنابراین، در این نوع مناطق، لزوم درنظرگرفتن تدابیر لازم برای ایجاد پوشش مناسب و استفادهٔ بهینه از نزولات جوی برای حفاظت خاک و تولید علوفه امری مهم است. از جمله راه‌حل‌های لازم برای احیای پوشش گیاهی و حفاظت خاک اجرای سازه‌های ذخیرهٔ نزولات مانند کنتور فارو و پیتینگ هستند. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر مقایسهٔ روش‌های ذخیرهٔ نزولات آسمانی در افزایش پوشش و تراکم گیاهی در منطقهٔ مطالعه شده بود. با انجام عملیات مکانیکی می‌توان از هرزآب و رواناب جلوگیری کرد و آنها را تحت کنترل درآورد. نتایج تحقیق حاضر نشان داده که عملیات اصلاحی انجام‌شده از جمله کنتور فارو، میزان و تراکم پوشش گیاهی را نسبت به شاهد افزایش داده است. بدین منظور روزوایت و لاری وایت [۱۰]، روزوایت و همکارانش [۱۲]، بنی‌اسدی [۱۶]، اویس و هاشم [۱۸]، جهان تیغ [۲۲] و چمنی و همکارانش [۲۵] نیز در تحقیقاتی مشابه، افزایش معنادار پوشش گیاهی در سطح خطای ۱ درصد را گزارش کردند. با توجه به گذشت هفت سال پس از اجرای عملیات یادشده و اینکه افزایش پوشش و تراکم گیاهی در آنها ملموس بوده است، انتظار می‌رود چنانچه زمان بیشتری از زمان اجرای طرح (با بارندگی مناسب) بگذرد، میزان پوشش و تراکم گیاهی بهتر از شرایط فعلی شود. در این زمینه بنی‌اسدی [۱۶] نیز اشاره کرده است که استقرار و احیای پوشش گیاهی در سازه‌های ذخیرهٔ نزولات حداقل ده سال

جاهای دیگر یا رسوب‌گذاری زودتر کارایی خود را از دست می‌دهند، احداث نشوند.

منابع

[1]. Moghadam M. Rangeland and Range management. Tehran university press. 1996; 470 p. (In Persian).

[2]. Refahi H. Water erosion and its control. Tehran university press. 2008; 672 p. (In Persian).

[3]. Kardovani O. Rangelands, Problems and solutions. Tehran university press. 1991; 554 p. (In Persian).

[4]. Babakhanloo M. Rangeland Improvement from precipitation reservation. Rangeland technical office, Forests and Rangelands organization press. 1985. (In Persian).

[5]. Mesdaghi M. Range management in Iran. Razavi Ghods Astan press. 1994; 259 p. (In Persian).

[6]. Hansclka, CW, Livingston SD, Bade D. Renovation practices to improve rainfall effectiveness on range land and pastures. Texas Agricultural Extension Service Leaflet L-5029. 1994.

[7]. Rauzi F. Pitting and inter seeding native short grass Rangeland. Published Laramie, Wyo. Agricultural Experiment Station, University of Wyoming. 1968; 170 p.

[8]. Houston, W. R., and Adams, R. E. Inter seeding for range improvement in the northern Great Plains. J. Range Manage.1971. 24:457-461.

[9]. Herbert G, Hsser M, Mackey H, Jamest N. Contour furrowing and seeding on Nuttal Saltbush Rangeland of Wyoming, Journal of range management, 1974; 27(6): 459-462.

[10]. Rosswight J, Larry white M. Inter seeding and pitting on a sandy Range site in eastern Montana. Journal of range management. 1974; 27(3): 206-210.

[11]. Hessary IK, Gifford GF. Impact of various range improvement practices on watershed protective cover and Annual production within the Colorado River Basin, Journal of range management. 1979; 32 (2): 134-140.

[12]. Rosswight J, Neff EL, Soiseth RJ. Vegetation Response to Contour furrowing, Journal of range management. 1978; 31(2): 97-101.

[13]. Neff EL, Wite F. Water storage capacity of Contour furrows in Montana. J. range management. 1983; 26(4): 298-301.

[14]. Kamp M, Garl M, Hild AL. Drought and grazing: 1. Effects on quantity of forage produced. J. Range Manage. 1990; 52: 440-446.

[15]. Bainbridge D, MacAller R, Fidelibus M. A beginner’s guide to desert restoration. San Diego State University. 1995; 34 p.

[16]. Baniasadi M. comparison effect of precipitation and runoff reservation on vegetation. Research project of Soil conversation and watershed institute. 1998. (In Persian).

[17]. Busscher WJ, Bauer PJ. Soil strength, cotton root growth and lint yield in a Southeastern USA coastal loamy sand. Soil and Tillage, 2003; 74:151-159.

[18]. Oweis T, Hashem A. Water Harvesting and supplemental Irrigation for improved water productivity of dry farming system in west Asia and North Africa.2004. Proceeding of the 4th international crop science congress, Brisbane, Australia also published on web site: www.cropscience.org.au.

[19]. Rich Terrell D. Effects of contour furrowing on soils vegetation and grass land breeding birds in north's Dakota, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191. 2005; 496-503.

[20]. Li XY, Zhao WW, Song YX, Wang W, Zhang XY. Rainfall harvesting on slopes using contour furrows with plastic covered transverse ridges for growing *Caragoa korshinshir* in the semi-arid region of China. Agricultural Water Management. 2008; 95: 539-546.

[21]. Habibzadeh A, Goodarzi M, Mehrvarz K, Javanshir A. Effects of pitting, Ripering and counter furrow on humidity reservation of soil and increasing of vegetation. Journal of natural resources. 2007; 60: 397-410. (In Persian).

[22]. Jahantigh M. Determination of efficiency the most popular precipitation reservation systems in Iranshahr. Research project of Soil conversation and watershed institute. 2009. (In Persian).

[23]. Azarnivand H, Zarechahooki MA. Rangeland Improvement. Tehran university press. 2008; 335 p. (In Persian)

[24] Ahmadi H, Madadizadeh N, Shahrokhi S, Miri A. Management of surface runoff by constructing a crescent pond in desert areas. Case Study: Southern Kerman province. Proceedings of the Second Conference of desert combat desertification and sustainable development of wetlands. Arak. 2011.680 p. (In Persian).

[25]. Chamani A, Tavan M, Hoseini SA. Effect of Three Operation Systems of Contour Furrow, Pitting and Enclosure on Rangeland Improvement (Case Study: Golestan Province, Iran). Journal of rangeland science, 2011; 2(1): 379-387.

[26]. Ackermann K, Schoning A, Wegner M. and Wetzer A. "Good practices in soil and water conservation: A contribution to adaptation and farmers' resilience towards climate change in the Sahel" Deutsche Gesellschaft fur Internale Zusammenarbeit (GIZ). 2012.

[27]. Bahmadi M.H, Shahryari A.R. Effects of different rainfall storage methods on vegetation restoration (Case study: Romeh and Dehnowatershed, Nehbandan city). Iranian Journal of Range and Desert Research, 2016. 23 (1): 51-57. (In Persian).

[28]. Water and meteorologist organization, Yazd Report of Annual water and climate Yazd province, Ashkezar. 2014. (In Persian).

[29]. Bihamta M. and Zare Chahoki M. Principles of statistics for the natural resources science. Tehran university press. 2008; 300 p. (In Persian)