

## مقایسه تأثیر دو روش ذخیره نزولات بر تغییرات رطوبت خاک و فیتوماس گیاهان علفی در مراتع استپی (مطالعه موردی: مراتع درمیان - استان خراسان جنوبی)

غلامحسین رضایی<sup>۱</sup>، محمد ساغری<sup>۲\*</sup>، مسلم رستم پور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۷

### چکیده

یکی از روش‌های مهم احیای مراتع در مناطق خشک، افزایش رطوبت خاک از طریق اجرای پروژه‌های ذخیره نزولات آسمانی است. به منظور مقایسه دو روش کتورفارو و هلالی‌های آبگیر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار نوع روش ذخیره نزولات، عمق خاک و فصل نمونه برداری، هر کدام در سه تکرار اجرا و ۶۰ نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت توزین، و سپس به آزمایشگاه خاک‌شناسی، منتقل و درصد رطوبت وزنی هر کدام محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری فیتوماس و مقایسه آن در تیمارهای مورد نظر، از روش پلات‌اندازی سیستماتیک تصادفی (به صورت ترانسکت گذاری و نمونه برداری در پلات‌های یک متر مربعی) استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس نشان داد به کارگیری هر دو روش هلالی آبگیر و کتورفارو باعث افزایش ذخیره رطوبت در خاک عمقی شده است. به طوری که میزان رطوبت خاک در عمق ۵۰ تا ۲۰ سانتی متری و در بهار و پاییز، در روش کتورفارو به ترتیب ۱۳/۳٪ و ۶۶/۲٪ و در روش هلالی آبگیر به ترتیب ۱۱۵/۹٪ و ۱۸۳٪ بیشتر از تیمار شاهد است. میزان فیتوماس اندازه‌گیری شده نیز در داخل هلالی آبگیر ( $101/8 \text{ g/m}^2$ ) و داخل کتورفارو ( $48/3 \text{ g/m}^2$ ) با سه تیمار دیگر دارای اختلاف معنی‌دار ( $P \geq 0.1$ ) بودند. با توجه به نتایج حاصل، می‌توان پیشنهاد کرد ارگان‌های مسئول برای ذخیره نزولات آسمانی، به جای استفاده از روش کتورفارو از روش هلالی‌های آبگیر استفاده کنند.

**کلیدواژه‌ها:** اصلاح مراتع، تولید علوفه، رطوبت خاک، هلالی آبگیر.

۱. کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان خراسان جنوبی

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، نویسنده مسئول، Msaghari@birjand.ac.ir

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند

\* این مقاله برگرفته از پژوهش مستقل است.

## مقدمه

در طی دهه‌های گذشته، اثر فعالیت‌های انسانی در کره زمین، موجب بروز عوارض سوء فراوانی مانند تغییرات سیمای مناظر در نتیجه تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و... شده است (ماتسوشیتا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده نامناسب از مراتع، سبب می‌شود تا پتانسیل این منابع در تولید علوفه و ارائه خدمات اکولوژیک کاهش یابد. عواملی مانند مدیریت نامناسب دام در مرتع، چرای بیش از حد و خارج از ظرفیت، چرای زودرس، شخم مراتع و تبدیل آن به دیمزارها، تبدیل مراتع به اراضی مسکونی و... از مهم‌ترین عوامل تخریب مراتع در ایران محسوب می‌شوند (جنگجو، ۲۰۰۹). بازگشت اکوسیستم‌های مرتعی به وضعیت قبل از تخریب، نیازمند اعمال روش‌های اصلاحی و احیایی در این گونه مراتع است. اصلاح مراتع سلسله عملیاتی است که برای افزایش بازدهی تولید و با رعایت شرایط اکولوژیکی در هر منطقه به مورد اجرا گذارده می‌شود (مصدقی، ۲۰۰۳).

وجود مراتع فقیر و تخریب‌یافته در بسیاری از مناطق خشک کشور، جلوگیری از تخریب این منابع را ضروری نموده و اقداماتی نظیر اعمال روش‌های مدیریتی چرای دام، بذریاشی، بذرکاری، بوته‌کاری و همچنین اجرای روش‌های ذخیره نژولات در اصلاح مراتع مؤثر بوده و از ادامه تخریب آن‌ها جلوگیری می‌کند (قربانیان و همکاران، ۲۰۰۴).

در سطح وسیعی از مراتع کشور، کمبود بارش و رطوبت، عملیات بذرکاری یا کشت مستقیم نهال گیاهان مرتعی را با شکست مواجه می‌کند (جنگجو، ۲۰۰۹). در چنین شرایطی برای اینکه بتوان از نژولات آسمانی و جریان‌های سطحی و سیلاب‌ها استفاده کافی در جهت ارتقای وضعیت کمی و کیفی پوشش گیاهی مراتع نموده و باعث ایجاد تعادل اکولوژیک و جلوگیری از تشکیل سیلاب‌های مخرب شد، اجرای یکسری عملیات مکانیکی در سطح مراتع ضروری است (محمدیان و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از روش‌های مهم اصلاح و احیای مراتع در مناطق خشک، افزایش رطوبت خاک از طریق اجرای

پروژه‌های ذخیره نژولات آسمانی است (باکر و برندس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹). ذخیره نژولات در مراتع، افزون بر قطع یا کاهش رواناب‌های سطحی و فرسایش خاک، موجب افزایش قابلیت نفوذ و نگهداری آب در خاک می‌شود. در این حالت رطوبت بیشتری برای استفاده گیاهان مرتعی تأمین شده و تولید علوفه افزایش می‌یابد. روش‌های مکانیکی که برای ذخیره نژولات آسمانی در خاک به کار گرفته می‌شوند، عبارت‌اند از: پیتینگ، کتور فارو، بانکت، ریپر زدن، پنخش سیلاب، تورکینست، هلالی‌های آبگیر و... (آذرنبوند و زارع چاهوکی، ۲۰۰۹).

از جمله روش‌های ذخیره نژولات آسمانی در خاک، ایجاد هلالی‌های آبگیر در سطح مراتع است. هلالی‌ها، سامانه‌های آبی و خاکی هستند که سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (فائو) در سال ۱۹۹۲ در بعضی کشورهای آفریقایی با مشارکت مردم به منظور احیای پوشش گیاهی اجرا کرده است (کفاش و همکاران، ۲۰۱۲). در ایران به کارگیری هلالی‌های آبگیر از سال ۱۳۷۸ برای نخستین بار در بعضی مراتع استان سیستان و بلوچستان آغاز شد و سپس با بازنگری‌های فنی، استفاده از آن در دیگر نقاط مرتعی کشور نیز در حال اجراست (حیدری و همکاران، ۲۰۱۲).

کتورفارو نیز یکی دیگر از روش‌های ذخیره نژولات در خاک مراتع است. این روش عبارت است از ایجاد جوی‌های کم‌عمق بر روی خطوط تراز در سطح مرتع که به منظور نفوذ آب در خاک و جلوگیری از جریان سطحی آن و افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه انجام می‌شود (آذرنبوند و زارع چاهوکی، ۲۰۰۹؛ جنگجو، ۲۰۰۹).

تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه میزان تأثیر روش‌های مختلف ذخیره نژولات بر ویژگی‌های مرتع و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، در داخل و خارج کشور به انجام رسیده است. گریگزآبهر<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که کتورفارو آب در دسترس گیاه را افزایش و رواناب را کاهش می‌دهد و در نتیجه ضمن حفاظت از خاک می‌تواند پوشش گیاهی مناسبی را ایجاد کند. دولوچتر و دیتیر<sup>۴</sup>

2. Bakker and Berendse

3. Gebreegziabher

4. Dörlöchter-Sulser and Dieter

1. Matsushita

خاک و افزایش تولید علوفه در مراتع با توجه به شرایط محیطی پیشنهاد کردند. حشمتی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود با عنوان بررسی اثرات ذخیره رواناب از روش هلالی آبگیر بر بعضی خصوصیات خاک، به این نتیجه رسیدند که اجرای این روش بعد از سه سال، باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شده است. ساغری و همکاران (۲۰۱۹) نیز در نتایج تحقیق خود که به بررسی اثر احداث هلالی‌های آبگیر بر ترکیب پوشش گیاهی و تنوع زیستی در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک استان خراسان جنوبی پرداختند، بیان کرده‌اند که اثر احداث هلالی‌های آبگیر، بر افزایش درصد پوشش، تراکم، غنا و تنوع گونه‌ای در منطقه اجرای طرح، بسیار معنی‌دار بوده است.

روش‌های ذخیره نزولات با هدف اصلی جمع‌آوری رواناب و کمک به استقرار گیاهان در مرتع اجرا می‌شود؛ لذا مقایسه کارایی نسبی آن‌ها می‌تواند نتایج کاربردی مناسبی برای بخش اجرا فراهم کند. همان‌گونه که ذکر شد، به‌کارگیری روش هلالی آبگیر در ایران در چند سال اخیر رایج شده است. بنابراین مطالعه و بررسی اثرات آن بر خصوصیات مختلف مرتع و مقایسه آن با دیگر روش‌های ذخیره نزولات (مانند کنتورفارو و پیتینگ) که شروع استفاده از آن‌ها در دیگر کشورها به اوایل قرن بیستم میلادی برمی‌گردد، لازم و ضروری بوده و نتایج این‌گونه تحقیقات می‌تواند چراغ راهی پیش روی مسئولان و کارشناسان محترم در دستگاه‌های اجرایی باشد تا با توجه به جمیع شرایط، نسبت به انتخاب روش بهینه اصلاح مراتع اقدام کنند.

بر این اساس هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر دو روش ذخیره نزولات (هلالی‌های آبگیر و کنتورفارو) بر درصد رطوبت خاک و فیتومس گیاهان علفی در مرتع بوده است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان درمیان به مرکزیت شهر اسدیه، یکی از شهرستان‌های استان خراسان جنوبی است. که در موقعیت جغرافیائی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۴۷ دقیقه طول

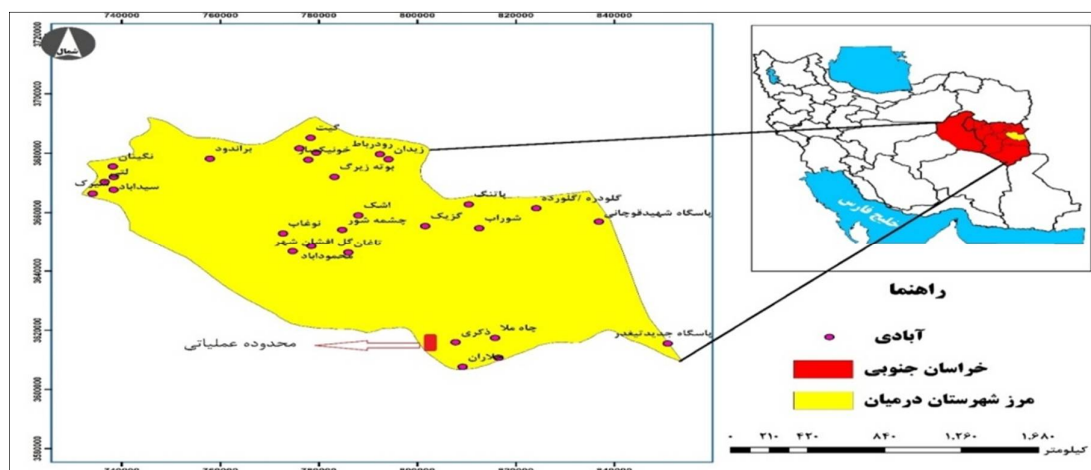
(۲۰۱۲) در بیان نتایج تحقیقات خود در منطقه ساحل کشور غنا ابراز کرده‌اند که به‌کارگیری میکروکچمنت‌ها باعث افزایش چشمگیر پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه شده داشته است. سوری<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود که به بررسی اثر روش‌های اصلاحی مرتع (کنتور فارو و سد‌های سنگی ساروجی) بر حاصلخیزی خاک در مراتع منطقه سیلوانا استان آذربایجان غربی پرداخته‌اند، ابراز کردند که بین روش‌های به‌کارگرفته‌شده با شاهد، اختلاف معنی‌داری در افزایش ویژگی‌های حاصلخیزکننده خاک شامل مقادیر ازت، پتاسیم و فسفر دیده می‌شود. جهان‌تیغ (۲۰۱۷) طی مطالعه خود در بلوچستان نشان داد که تیمارهای پیتینگ و کنتورفارو در مقایسه با شاهد، تا حد معنی‌داری میزان رواناب را کاهش و عمق نفوذ و درصد رطوبت خاک را افزایش داده‌اند. نتایج تحقیق زارع‌کیا و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان داد که در مقایسه تأثیر دو روش ذخیره نزولات بر استقرار اولیه گیاه *Astragalus squarossus* در مرتع مورد تحقیق، روش کنتورفارو در مقایسه با روش پیتینگ عملکرد بهتری داشته است به‌طوری که به‌کارگیری این روش باعث استقرار بهتر بذره‌های گیاه گون شده است.

به‌رغم مطالعات فراوان در مورد سایر روش‌های ذخیره نزولات در مراتع، بررسی در مورد هلالی‌های آبگیر و مقایسه تأثیر آن‌ها در مراتع محدود است؛ زیرا همان‌گونه که ذکر شد، هلالی‌های آبگیر سامانه‌های جدیدی هستند که به‌کارگیری آن‌ها در ایران به چند سال اخیر برمی‌گردد. در ادامه به تعدادی از این تحقیقات اشاره می‌شود.

ریگی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود با موضوع تأثیر عملیات احداث هلالی آبگیر بر خصوصیات پوشش گیاهی در مرتع کمرک تفتان، به این نتیجه رسیدند که احداث این سامانه باعث افزایش درصد پوشش تاجی، تراکم و حجم توده سرپا در مرتع شده است. محمودی‌مقدم و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر احداث سامانه هلالی آبگیر بر تولید گیاهان مرتعی و برخی خصوصیات خاک در مناطق خشک، به‌کارگیری این سامانه را برای ذخیره بیشتر نزولات آسمانی در

منطقه‌ای که تحقیق حاضر در آن صورت گرفته، اراضی مرتعی به وسعت یکصد هکتار (۲۰۰۰ متر × ۵۰۰ متر) و دارای شیبی در حدود ۱۰٪ است که پوشش گیاهی آن به علل مختلف از جمله بوته‌کنی و چرای شدید در طی سالیان گذشته، به شدت تخریب شده و خاک آن در معرض فرسایش قرار گرفته است. عملیات اصلاح این مراتع از سال ۱۳۸۶ با استفاده از به‌کارگیری دو روش ذخیره‌نژولات شامل کنتورفارو و هلالی آبگیر همراه با بندکاری و بوته‌کاری شروع شد که نتیجه آن استقرار پوشش مرتعی رضایت‌بخشی در این منطقه بوده است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران و استان خراسان جنوبی و شکل (۲) نمونه‌ای از دو روش ذخیره‌نژولات به‌کارگرفته‌شده در منطقه مورد تحقیق را نشان می‌دهد.

شرقی و ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت این شهرستان ۵۷۹۷ کیلومتر مربع بوده که معادل ۳/۹٪ از استان خراسان جنوبی را به خود اختصاص داده است. آب و هوای شهرستان در زمستان سرد و در تابستان گرم و خشک است. اقلیم این ناحیه بر اساس روش آمبرژه از نوع خشک سرد بوده، پوشش گیاهی غالب شامل بوته‌های خشبی و چوبی است. میزان بارندگی و دمای متوسط سالیانه این منطقه به ترتیب برابر ۱۵۵/۱ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. یکی از ویژگی‌های اقلیمی شهرستان وزش طوفان‌های شدید در فصل تابستان است که در مناطق شرقی بر شدت آن افزوده شده و باعث کاهش شدید رطوبت خاک می‌شود (حاجی‌پور و همکاران، ۲۰۱۴).



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان جنوبی

Figure (1): Study area in Iran and South Khorasan Province



ب

الف

شکل (۲): نمونه‌ای از کنتورفارو (الف) و هلالی‌های آبگیر (ب) احداث‌شده در منطقه مورد تحقیق

Figure (2): An example of a contour furrow (a) and catchment crescents (b) constructed in the study area

هواشناسی، میانگین زمانی شروع و پایان بارندگی‌ها در منطقه مشخص گردیده و بر اساس آن اقدام به نمونه‌برداری از خاک در عرصه مورد تحقیق در دو نوبت یکی در پایان فصل

### روش نمونه‌برداری و تجزیه داده‌ها

پس از تعیین منطقه مورد مطالعه و مشخص کردن آن بر روی نقشه توپوگرافی، ابتدا با دریافت اطلاعات بارندگی از سازمان

## نتایج

## اثر تیمار ذخیره نزولات آسمانی بر درصد رطوبت خاک

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس اثر تیمارهای ذخیره نزولات بر درصد رطوبت خاک در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که اثر متغیر اصلی روش ذخیره نزولات، عمق و فصل نمونه برداری و نیز اثرات متقابل، روش ذخیره نزولات × عمق، روش ذخیره نزولات × فصل نمونه برداری و روش ذخیره نزولات × عمق × فصل نمونه برداری، بر میزان درصد رطوبت خاک بسیار معنی‌دار یا معنی‌دار شده است (جدول ۱).

جدول (۱): تحلیل واریانس درصد رطوبت خاک در تیمارهای مورد مطالعه

Table (1): Analysis of variance of soil moisture percentage in the studied treatments				
sig	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
**/۰۰۰	۱۳/۸	۲۷۹/۵	۴	روش ذخیره نزولات
**/۰۰۰	۱۱۴/۵	۵۷۹/۳	۱	فصل نمونه برداری
**/۰۰۰	۸۴/۱	۴۲۵/۴	۱	عمق نمونه برداری
**/۰۰۱	۳/۹	۷۸/۲	۴	روش ذخیره نزولات × فصل نمونه برداری
**/۰۰۰	۷/۱	۱۴۳/۸	۴	روش ذخیره نزولات × عمق نمونه برداری
*./۰۱۴	۶/۶	۳۳/۳	۱	فصل نمونه برداری × عمق نمونه برداری
./۱۱۴	۱/۲	۴۰/۴	۴	روش ذخیره نزولات × فصل نمونه برداری × عمق نمونه برداری
-	-	۲۰۲/۴	۴۰	خطا
-	-	۱۸۱۸/۶	۵۹	کل

همچنین نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان درصد رطوبت خاک در عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی متری در فصل بهار (۱۵/۵۳٪) و کمترین آن در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری در فصل پاییز (۳/۸٪) است (شکل ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل روش ذخیره نزولات و فصل نمونه برداری نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر درصد رطوبت خاک به ترتیب در داخل هلالی آبگیر و داخل فارو در فصل بهار (۱۸/۷٪ و ۱۲/۳۴٪) می‌باشد (شکل ۲).

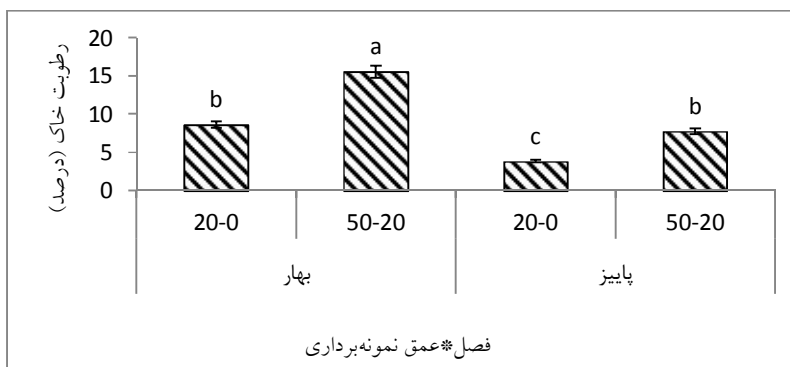
بارندگی‌های بهاره و دیگری قبل از شروع بارندگی‌های پاییزه شد. در این پژوهش به منظور بررسی درصد رطوبت خاک از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل نوع روش ذخیره نزولات (در پنج سطح شامل داخل فاروها، بین فاروها، داخل هلالی‌ها، بین هلالی‌ها و منطقه شاهد)، عمق خاک (در دو سطح شامل ۰ تا ۲۰ سانتی متر و ۲۰ تا ۵۰ سانتی متر) و فصل نمونه برداری (در دو سطح شامل ابتدا و انتهای فصل بارندگی) هر کدام در سه تکرار استفاده شد.

نمونه برداری از خاک با حفر سه پروفیل در هریک از تیمارها انجام و در مجموع ۶۰ نمونه برداشت شد. نمونه‌های خاک بلافاصله پس از برداشت توزین و وزن تر هر کدام مشخص شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی پردیس کشاورزی دانشگاه بیرجند منتقل شد و هر کدام از نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا رطوبت خود را از دست بدهند. نمونه‌ها پس از خشک شدن، مجدداً توزین گردیده و درصد رطوبت وزنی هر کدام محاسبه شد.

به منظور اندازه‌گیری تولید علوفه و مقایسه آن در پنج تیمار نوع روش ذخیره نزولات که در بالا به آن اشاره شد، از روش پلات‌اندازی سیستماتیک تصادفی استفاده شد. ابتدا در هریک از تیمارها دو ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر و در جهت عمود بر شیب غالب منطقه در نظر گرفته شد. سپس پلات‌اندازی بر روی هریک از ترانسکت‌ها (به تعداد ۵ پلات یک مترمربعی در هر ترانسکت و در مجموع ۵۰ پلات) به صورت تصادفی انجام و علوفه تولیدی در هریک از پلات‌ها قطع و در پاکت کاغذی ریخته شد. مشخصات هر پلات نیز بر روی پاکت‌ها درج شد. در مرحله بعد، علوفه موجود در پاکت‌ها با قرارگیری در معرض هوای آزاد و در سایه، خشک و سپس توزین شد.

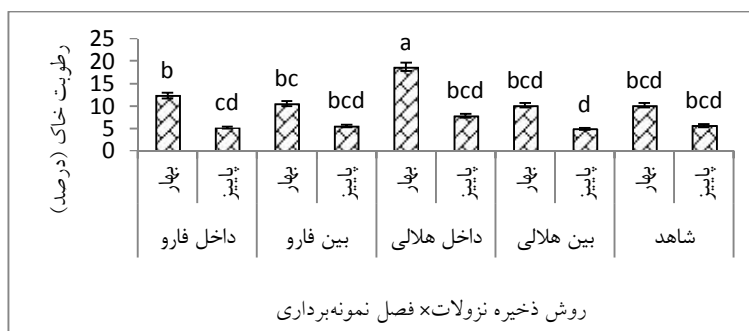
در نهایت داده‌های به دست آمده با استفاده از روند GLM و به کمک نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از روش دانکن و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل روش ذخیره نژولات و عمق نمونه‌برداری نشان می‌دهد که بین درصد رطوبت خاک داخل هلالی و داخل فارو در عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی متری (با مقدار ۰/۰۹۱) می‌باشد. بین عمق سطحی تمامی تیمارها به لحاظ درصد رطوبت خاک، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و معنی‌داری وجود دارد و



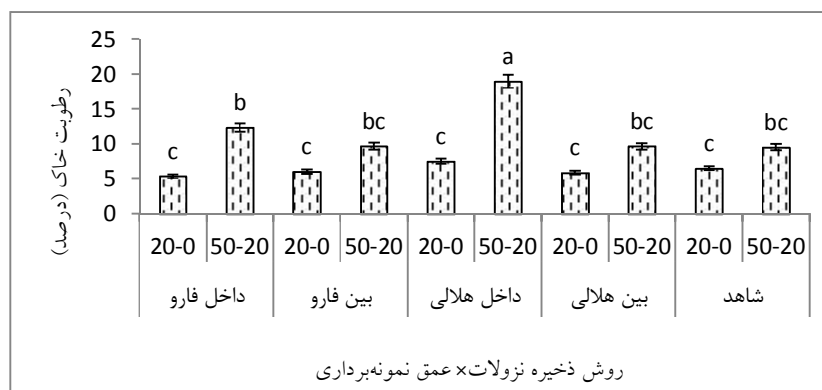
شکل (۳): مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای فصل × عمق نمونه‌برداری بر درصد رطوبت خاک

Figure (3): Comparison of the means of interaction effects of season × sampling depth treatments on soil moisture percentage



شکل (۴): مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای روش ذخیره نژولات × فصل نمونه‌برداری بر درصد رطوبت خاک

Figure (4): Comparison of the means of interaction effects of rainfall storage method × sampling season treatments on soil moisture percentage



شکل (۵): مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای روش ذخیره نژولات × عمق نمونه‌برداری بر درصد رطوبت خاک

Figure (5): Comparison of the means of interaction effects of rainfall storage method × sampling depth treatments on soil moisture percentage

اساس داده‌های به‌دست آمده، میانگین تولید علوفه در تیمارهای مختلف ذخیره نزولات شامل داخل هلالی، بین هلالی، داخل فارو، بین فارو و شاهد، به ترتیب برابر ۱۰۱/۷۷، ۴۸/۳۲، ۲۵/۴، ۲۲/۱ و ۲۱/۲۹ گرم در مترمربع اندازه‌گیری شده است (شکل ۶).

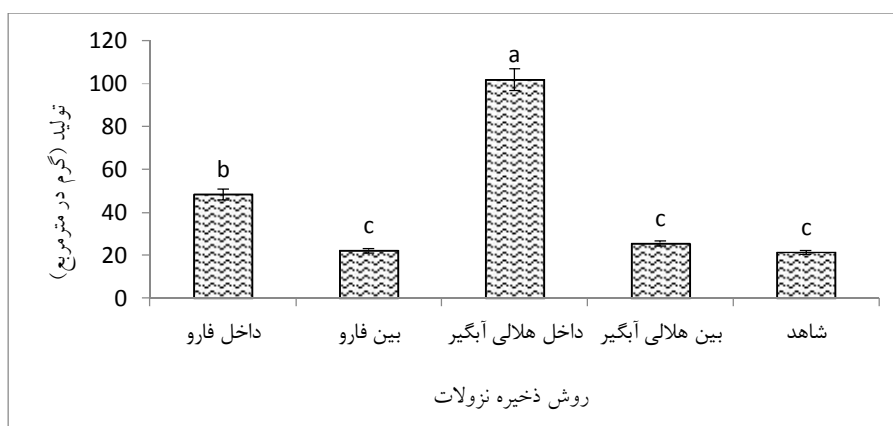
**اثر تیمار ذخیره نزولات آسمانی بر فیتوماس گیاهی**  
 نتایج تحلیل واریانس داده‌های فیتوماس گیاهی در جدول (۲) آمده است. همان گونه که داده‌های موجود در این جدول نشان می‌دهد، اثر تیمار ذخیره نزولات بر روی تولید گیاهان علفی (فیتوماس) در سطح ۱٪ معنی‌دار و از این نظر بین تیمارهای مختلف ذخیره نزولات تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. بر

جدول (۲): تحلیل واریانس داده‌های تولید علوفه در روش‌های ذخیره نزولات

Table (2): Analysis of variance of forage production data in the rainfall storage methods

Sig.	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۰/۰۰**	۱۹/۹۲	۱۱۷۴۳/۱۱	۴۶۹۷۲/۴۴	۴	روش ذخیره نزولات
		۵۸۹/۴۲	۲۶۵۲۴/۱۶	۴۵	خطا
			۷۳۴۹۶/۶۱	۴۹	کل

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪



شکل (۶): مقایسه میانگین‌های اثر روش‌های ذخیره نزولات آسمانی بر میزان تولید علوفه

Figure (6): Comparison of the means of the effect of rainfall storage methods on the forage production

مکانیکی در راستای استفاده بهینه از هرزاب‌ها و ذخیره نزولات آسمانی ضرورت پیدا می‌کند تا نفوذپذیری آب را در خاک افزایش داده و شرایط را برای رشد گونه‌ها فراهم کند. مزایای حاصل از این عملیات، افزایش کمی و کیفی علوفه و حفظ خاک مرتع است (مصدیقی، ۲۰۰۳؛ رانگو و هاواستاد<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). داده‌های تحقیق نشان می‌دهد که به‌کارگیری هر دو روش ذخیره نزولات مورد مقایسه، باعث افزایش رطوبت خاک شده است؛ به طوری که میزان رطوبت خاک در عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متری و در فصل اول و دوم نمونه‌برداری در روش

## بحث و نتیجه‌گیری

نود درصد وسعت کشور تحت اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار داشته و از مهم‌ترین مشکلات طبیعی مراتعی که در این اقلیم قرار دارند، پایین بودن میزان بارندگی است (آذرینوند و زارع چاهوکی، ۲۰۰۹). همراه با کمبود بارش، پایین بودن نفوذپذیری خاک‌ها در مراتع نیز از جمله مسائلی است که سبب می‌شود آب حاصل از بارندگی فرصت کمی برای نفوذ داشته باشد و به‌صورت رواناب از دسترس گیاهان خارج شود (جنگجو، ۲۰۰۹). این موضوع مانع استقرار موفق گیاهان در مراتع می‌شود. برای این منظور، اجرای یک سری عملیات

از آنجا که رابطه مستقیمی بین درصد رطوبت خاک و میزان تولید علوفه گیاهان مرتعی وجود دارد (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۲۰۰۹)، بنابراین ذخیره بیشتر رطوبت در خاک که ناشی از به کارگیری روش های ذخیره نزولات است، در افزایش تولیدات گیاهان مرتعی، به خصوص گیاهان دائمی که دارای سیستم ریشه دهی عمقی هستند، تأثیر زیادی به همراه دارد.

با بررسی به عمل آمده می توان بیان کرد ذخیره بیشتر رطوبت در خاک عمقی و در نتیجه تأثیر افزون تر آن بر خصوصیات پوشش گیاهی در به کارگیری روش هلالی های آبگیر نسبت به کنتورفارو، می تواند به دو دلیل باشد: اول آنکه در روش هلالی های آبگیر، رواناب حاصل از بارندگی از سطحی بزرگ تر، واقع در شیب بالادست هلالی ها، جمع آوری و در محدوده ای کوچک در داخل هر هلالی جمع می شود و دوم آنکه عمق هلالی های ایجاد شده بیشتر از کنتورفاروها بوده (حداقل ۵۰ سانتی متر در مقابل حداکثر ۲۵ سانتی متر) و بنابراین مقدار بیشتری از رواناب را در داخل خود ذخیره می کند. این امر فرصت کافی به آب جمع شده در داخل هلالی برای نفوذ به اعماق خاک را می دهد. علاوه بر آن پشته های هلالی به علت ارتفاع بیشتر، می توانند سایه اندازی بیشتری بر خاک بستر ایجاد نموده و در پاره ای موارد به عنوان بادشکن عمل کنند که هر دو این موارد در کاهش میزان تبخیر آب از خاک تأثیر مثبتی می تواند داشته باشد. لذا با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می توان پیشنهاد داد ارگان های مسئول برای ذخیره نزولات آسمانی و اصلاح و احیای مراتع، به جای استفاده از روش کنتورفارو بهتر است از روش هلالی های آبگیر استفاده کنند؛ زیرا احداث کنتورفارو نیاز به حساسیت بسیار بیشتری نسبت به روش هلالی های آبگیر داشته و ایجاد آنها باید دقیقاً منطبق بر خطوط توپوگرافی باشد؛ در غیر این صورت با جاری شدن رواناب در فاروها و خروج آب از مرتع، از حیث ارتفاع می افتند در صورتی که در مورد هلالی های آبگیر این گونه نیست.

کنتورفارو به ترتیب ۱۳/۳٪ و ۶۶/۲٪ و در روش هلالی آبگیر به ترتیب ۱۱۵/۹٪ و ۱۸۳٪ بیشتر از تیمار شاهد است. این نتیجه با نتایج تحقیق وین و وست<sup>۱</sup> (۱۹۹۹)، اویس و هاجوم<sup>۲</sup> (۲۰۰۴)، جهان تیغ (۲۰۱۷)، محمودی مقدم و همکاران (۲۰۱۵)، سلطانی پور و همکاران (۲۰۱۸) و زارع کیا و همکاران (۲۰۱۸) که ابراز کرده اند روش های مختلف ذخیره نزولات باعث افزایش ذخیره رطوبتی خاک می شوند، مطابقت دارد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که در مقایسه بین دو روش مورد مطالعه، به کارگیری هلالی های آبگیر نقش بهتری در ذخیره آب در خاک داشته و به ترتیب در فصل بهار و پاییز، باعث افزایش ۹۰/۵ و ۷۰/۴ درصدی رطوبت در خاک عمقی نسبت به روش کنتورفارو شده است که با نتیجه تحقیق زارع و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

از طرف دیگر، داده های تحقیق حاضر نشان دهنده آن است که به کارگیری هر دو روش ذخیره نزولات باعث افزایش میزان تولید علوفه در مرتع شده، به طوری که تولید گیاهان علفی به میزان ۱۲۶٪ در روش کنتورفارو و ۳۷۸٪ در روش هلالی آبگیر نسبت به شاهد، افزایش نشان می دهد. این نتیجه با نتایج تحقیقات ریچ (۲۰۰۵)، دلخوش و باقری (۲۰۱۲)، محمودی مقدم و همکاران (۲۰۱۵)، عرب سربین و همکاران (۲۰۱۶)، جهان تیغ (۲۰۱۷)، ابوالقاسمی و همکاران (۲۰۱۹)، ساغری و همکاران (۲۰۱۹) و ابوزنت<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۰) که بیان کرده اند استفاده از روش های مختلف ذخیره نزولات بر روی اصلاح و بهبود ویژگی های پوشش گیاهی در مراتع نظیر تنوع، تولید، تراکم، درصد تاج پوشش، جوانه زنی بذور، رشد رویشی و... تأثیر مثبت داشته و باعث افزایش این خصوصیات می گردند، مطابق است.

بر اساس داده های به دست آمده در بررسی حاضر، از بین دو روش ذخیره نزولات مورد تحقیق، تأثیر روش هلالی های آبگیر بر افزایش تولید علوفه ۱۱۰٪ بیشتر از روش کنتورفارو بود. این نتیجه مطابق با نتایج تحقیق بهمدی و شهریاری (۲۰۱۶) است.

1. Wein and West
2. Oweis and Hachum
3. Abu-Zanat



## منابع

1. Abul Ghasemi, M., Fayyaz, M., Zare Kia, S. and Zare, M.T., 2019. Effect of planting time and different rainwater collection methods on the establishment of *Astragalus Kahiricus*. Journal of Ecohydrology 6(2), 295-304.
2. Abu-Zanat, M.M.W., Al-Ghaithi, A.K. and Akash, M.w., 2020. Effect of Planting *Atriplex* seedlings in micro-catchments on attributes of natural vegetation in arid rangelands. Journal of Arid Environments 180, 121-129.
3. Azarnivand, H. and Zare Chahouki, M. A., 2009. Rangeland improvement. University of Tehran Press. (In Persian).
4. Arab Sarbijan, M., Ebrahim, M. and Ajorloo, M., 2016. Effect of Micro-Catchment on Indices of Rangeland Health Using Landscape Function Analysis Method. Journal of Rangeland Science 6(2), 122-134.
5. Bakker, J.P. and Berendse, F., 1999. Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathlands communities. Journal of Trends in Ecology and Evolution. 14(2), 63-68.
6. Behmadi, A., Shahriari, M., 2016. The effect of different methods of rainfall storage on vegetation restoration (Case study of Romeh and Dehno watershed of Nehbandan city). Journal of Iranian Range and Desert Research. 23(1), 51-57.
7. Delkosh, M. and Bagheri, R., 2012. Investigation of the effect of crescent catchment on production, canopy cover percentage and vegetation composition and soil moisture in Zahedan Gorik rangeland design. The first national conference on rainwater catchment systems. Mashhad.
8. Dorlöchter-Sulser, S. and Nill, D., 2012. Good practices in soil and water conservation: A contribution to adaptation and farmers resilience towards climate change in the Sahel. GIZ Publications.
9. Gebreegziabher, T., Jan, N., Bram, G. and Fekadu, G., 2009. Contour furrows for in situ soil and water conservation. Tigray. Northern Ethiopia. Journal of Soil & Tillage Research 123, 251-264.
10. Ghorbaniyan, D., Jafari, M., Azarnivand and H., Sarmadian. A., 2004. Investigation of diversity and amount of mineral elements stabilized by *Salsola rigida* and its effect on soil physical and chemical properties. Iranian Journal of Natural Resources 58(2), 481-490. (In Persian).
11. Hajipour, M., Modi, M., Sharafi, H., Ishaqi, M. and Mehrani, M., 2014. Capabilities, potentials and investment opportunities of South Khorasan. South Khorasan Investment Services Center. Second Edition. Charderakht Publishing. (In Persian)
12. Heshmati, M., Gheitury, M. and Hosseini, M., 2018. Effects of runoff harvesting through semi-circular bund on some soil characteristics. Global Journal Environment Science Management 4(2), 207-216.
13. Heydari, K., Salehi, G., Javaheri, A., Salehi, M. and Hasanli, H., 2012. Effect of arc basin project on range condition and production in arid and semi-arid (case study: khonj province). "3th National Conference Combat to Desertification and Development of Desert Wetlands in Iran. Arak. Iran. (In Persian)
14. Kaffash, A., Zolfaghari, F. and Molazehi, M., 2012. Overflow management and restoration of vegetation in arid regions with basin. 1th National Conference of rainwater catchment systems of Iran. Mashhad, Iran. (In Persian)
15. Jahantigh. M., 2017. Comparison of two precipitation storage methods (contourfarrow and pitting) on vegetation in Iranshahr region. Journal of Geography and Urban-Regional Planning 7 (22), 133-144. (In Persian)
16. Jangjoo, M., 2009. Rangeland improvement and development. Jihad daneshgahi Publications of Mashhad. First Edition. (In Persian)
17. Mahmoudi Moghadam, G., Saghari, M., Rostampour, M., Chakkoshi, B., 2015. The effect of constructing a crescent water intake system on the production of rangeland plants and some characteristics in arid areas. (Case study: steppe rangelands of Sarbisheh city). Journal of Rangeland 9 (1), 66-75. (In Persian)
18. Matsushita, B., Xu, M. and Fukushima, T., 2006. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura Basin. Japan using a high-quality GIS dataset. Journal of Landscape and urban planning. 78(3), 241-250.
19. Mesdaghi, M., 2003. Range management in Iran. Astan Quds Razavi Publications. (In Persian)
20. Mohammadian, A., Abtahi, S.A., Sepahmansori, R. and Karamian, R., 2007. The effect of aquifer operations on the status, orientation and changes of vegetation in Davood Rashid Lorestan research station. "1th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran. Karaj.
21. Oweis, T. and Hachum, A., 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Journal of Agricultural Water Management 80, 57-73.
22. Rango, A. and Havstad, k., 2014. Review of water harvesting techniques to benefit forage growth and livestock on arid and semiarid rangelands. In: Water Conservation, Manoj K. Jha, IntechOpen: 1-18.
23. Rich, T. D., 2005. Effects of contour furrowing on soil, vegetation and grassland breeding birds in north Dakota. USDA Forest Service.
24. Rigi, M., Pakzad, A. and Masoudipour, A., 2014. Investigation of the effect of crescent construction of reservoir on vegetation characteristics in Taftan

- Kamrak rangeland. Journal of Watershed Management Research (Research and Construction) 103, 147-153. (In Persian)
25. Saghari, M., Rostampour, M., Mahmoudi Moghadam, G. and Chakkoshi, B., 2019. Effect of Crescent Reservoir Construction on Vegetation Composition and Biodiversity in Rangeland Ecosystems in Arid Areas of the East (Case Study: Sarbisheh Rangelands-South Khorasan Province). Journal of Desert Ecosystem Engineering 8(23), 33-44. (In Persian)
26. Soltanipour, M., Asadpour, R., Zakeri, A., Jafari Takhtinejad, M. and Kamali, M., 2018. The effect of rainfall storage system (contour furrowing) on soil moisture conservation in Dehgin watershed of Hormozgan province. 7th National Conference on Rainwater catchment systems. Tehran. (In Persian)
27. Souri. M., Mahdavi. S.K. and Tarverdizadeh Sankari, S., 2015. Effects of rangeland restoration (Contour furrows and Mortar ston dam) on soil fertilization (Case study: Silvana region, West Azerbaijan province, Iran). Journal of rangeland Science 5(3), 233-241.
28. Wein, R. W. and West, N. E., 1999. Seedling survival on erosion control treatments in a salt desert area. Journal of Range Management 24, 352-357.
29. Zare Kia, S., Fayyaz, M., Zare, M.T. and Abolghasemi, M., 2018. Investigation of rainfall storage methods and cultivation season in the initial establishment of *Astragalus squarrosus* in Yazd province (Case study: Kalmand Bahadoran rangelands). Journal of Desert Management 11, 39-50. (In Persian)

## Comparing the Effect of Two Rainfall Storage Methods on Changes in Soil Moisture and Herbaceous Plants Phytomass in Steppe Rangelands: A Case Study of Darmian City's Rangelands, South Khorasan Province

Gholamhosein. Rezaei<sup>1</sup>, Mohammad Saghari<sup>2\*</sup>, Moslem Rostampour<sup>3</sup>

Received: 26/10/2020

Accepted: 18/07/2021

### Extended Abstract

**Introduction:** Ninety percent of Iran's surface is under arid and semi-arid climates. However, low precipitation and low permeability of soils are considered as some of the most important natural problems of rangelands in such climates that prevent the successful establishment of plants. Therefore, it is necessary to perform a series of mechanical operations to make optimal use of wastewater and to store the rainfall.

**Materials and Methods:** a factorial experiment was performed via a completely randomized design with three replications and three treatments, including the rainfall storage structure (in five levels), soil depth (in two levels), and sampling season (in two levels) to compare the two methods of contour furrow and catchment crescents. Accordingly, a total of 60 soil samples were collected, which were immediately weighed after harvest and transferred to the soil science laboratory where their weight moisture content was measured individually. Moreover, a randomized systematic plot method was used to measure forage production and compare it to structural type treatments. In each of the treatments, two 100-meter transects were used at a distance of 100 meters from each other, and the total forage was harvested in 50 plots, whose weights were measured as grams per square meter.

**Results:** Analysis of variance of the collected data indicated that the main variables' (structure, depth, and sampling season) effect and the interaction effects (structure × depth, structure × sampling season, and structure × depth × sampling season) on the percentage of soil moisture were very significant. Moreover, there was a significant difference (P% 1) between the percentage of moisture's weight in the catchment crescent treatment with contour furrow, and between these two treatments with the other three ones (i.e., between catchment crescents, contour furrow, and control). The analysis of the data also suggested that when measured by the contour furrow method, the soil's moisture was 13.3% and 66.2% higher than the control treatment at the depth of 20-50 cm in the first and second sampling seasons, respectively. on the other hand, when measured by the catchment crescent method, the soil's moisture was 115.9% and 183% greater than that of the control treatment, respectively, indicating that the use of both catchment crescent and contour furrow methods increased moisture storage in deep soil. Furthermore, the study's results showed that the catchment crescents method played a more effective role in soil water storage. It was also found that compared to the contour furrow method, moisture content was increased in the catchment crescents method by 90.5% and 70.4% in deep soil during the spring and autumn, respectively.

1. Master in the General Department of Natural Resources of South Khorasan Province

2. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Corresponding Author; Msaghari@birjand.ac.ir

3. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand

DOI: 10.22052/deej.2021.10.32.41

Moreover, the results suggested that the amount of forage production was significantly different ( $P \geq 1\%$ ) in the catchment crescent treatment, the contour furrow treatment, and the other three treatments, and that the use of both precipitation storage methods increased forage production in the rangeland, with the production of herbaceous plants being increased by 126% in the contour furrow method and 378% in the catchment crescent method, compared to that of the control. Taking the obtained results into consideration, it could be said that the catchment crescent method was 110% more effective in increasing forage production than the contour furrow method.

**Discussion and Conclusion:** considering the direct relationship between the percentage of soil moisture and the amount of forage production in rangeland plants, it could be argued that increased moisture storage in the soil induced by the use of rainfall storage methods could have a great effect on increasing rangeland plant production, especially perennials. Taking this study's results into account, it can be said that an increase in moisture storage in deep soil because of the application of the catchment crescent method, and, therefore, its added effect on vegetation characteristics, indicates the higher efficiency of the method over the contour furrow one, for which two reasons can be offered: 1- In the catchment crescent method, the runoff is collected from a larger surface on the upstream slope of the crescents, which is then stored in a small area inside each catchment crescent; 2- The depth of the catchment crescent is more than that of the contour furrow (minimum 50 cm vs. maximum 25 cm), and therefore it stores more runoff inside, giving ample opportunities to the water stored in the catchment crescent so that it can penetrate deep into the soil. Therefore, it can be suggested that the relevant organizations use the catchment crescent method instead of the contour furrow one to store precipitation in the soil so that they can improve and rehabilitate the rangelands.

**Key words:** Rangeland improvement, soil moisture, rainwater catchment systems, catchment crescents.