

اثر جمع‌آوری آب باران بر پوشش گیاهی مراتع اردکان استان یزد

صدیقه زارع کیا^{۱*}، علی‌بمان میرجلیلی^۲، محمدرضا احمدی^۲، محمدحسن احمدی^۴

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران. s.zarekia@areeo.ac.ir

۲- محقق پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۳- کارشناس اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد

۴- کارشناس اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان اردکان، یزد

چکیده

در طرح‌های مرتعداری با توجه به نوع مرتع، عملیات اصلاحی مناسب جهت استفاده صحیح و اصولی و جلوگیری از تخریب مرتع، انجام می‌شود. این عملیات شامل قرق، بذریاشی، ذخیره نزولات آسمانی، کپه‌کاری، نهال کاری، احداث آبشخور می‌باشند. با گذشت چند سال از احداث هلالی‌های آبخیز توسط اداره منابع طبیعی اردکان در مراتع گهر شهرستان اردکان، لازم بود مورد ارزیابی قرار گیرد. به همین منظور محل‌های آماربرداری در محدوده عملیات ذخیره نزولات و خارج آن (شاهد) تعیین و در پایان فصل رویش (اردیبهشت ۹۷) آماربرداری انجام شد. برای این کار از روش ترانسکت و پلات در محدوده هر منطقه استفاده شد. در داخل هر پلات درصد پوشش تاجی گونه‌های مختلف و همزمان مقدار تولید سال جاری گیاهان مورد چرای دام اندازه‌گیری شد. نتایج نشان از افزایش پوشش در درون هلالی آبخیز دارد بطوریکه متوسط پوشش در منطقه دارای ذخیره نزولات حدود ۲ درصد نسبت به منطقه شاهد افزایش یافته است. با وجود موفقیت نسبی عملیات ذخیره نزولات در افزایش پوشش تاجی مناطق مختلف ولی خشکسالی‌های اخیر باعث شده تولید بسیار کمی در مرتع وجود داشته باشد و تولید کل مرتع در سال خشک ۱۳۹۷ زیر ۲۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. به طور کلی از نظر وضعیت پوشش گیاهی انجام عملیات اصلاحی ذخیره نزولات برای مراتع بیابانی با بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر بعد از حدود ۱۵ سال می‌تواند موفقیت آمیز باشد با اینحال انجام عملیات بذریاشی، کپه‌کاری و نهالکاری با استفاده از گونه‌های بومی هر چند سال یکبار با توجه به از دست دادن قوه نامیه بذور بعد از مدتی و یا روبرو شدن با خشکسالی‌ها ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ذخیره نزولات، پوشش گیاهی، مراتع خشک.

مقدمه

امروزه نقش عملیات حفاظت آب و خاک در افزایش پوشش گیاهی به واسطه تاثیر آنها در تثبیت خاک از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. پوشش گیاهی می‌تواند به صورت یک حائل میان سطح زمین و قطرات باران عمل نماید و با جلوگیری از برخورد مستقیم قطرات باران به سطح خاک از متلاشی شدن ذرات خاک و ایجاد فرسایش پاشمانی جلوگیری نماید (برومند و همکاران، ۱۳۹۳). اصلاح مراتع سلسله عملیاتی است که جهت افزایش بازدهی تولید و با رعایت شرایط اکولوژیکی در هر منطقه اجرا می‌شود. نوع پوشش گیاهی ببر خصوصیات خاک و ذخایر مواد غذایی آن اثرگذار است. یکی از پروژه‌های اصلاح مراتع، ذخیره نزولات آسمانی است که با توجه ببه کمبود آب در مناطق خشک، جهت کنترل و مهار هرزآبها و سیل‌آبهای حاصل از نزولات آسمانی و با هدف ذخیره‌سازی آب بباران در مراتع انجام می‌گیرد (مقیم‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

بر اساس تحقیقات متعدد، ذخیره نزولات باعث بهبود پوشش گیاهی شده با اینحال در برخی موارد میزان تأثیر هر یک از سازه‌ها در مناطق مختلف، متفاوت است. لقمان (۱۳۷۶) در رابطه با منظرسازی جاده‌ها و بزرگراه‌ها با استفاده از سیستم‌های سطوح آبیگر باران و گیاهان مقاوم به خشکی بررسی را انجام داد و به تشریح روش‌های مختلف سطوح آبیگر پرداخت. ضمن اینکه گونه‌های مقاوم به خشکی را معرفی نمود، ایجاد سطوح نفوذ ناپذیر را در مقیاس‌های کوچک درحاشیه جاده‌ها و بزرگراه‌ها در استقرارنباتات، به منظور منظرسازی موثرمی‌داند.

Chamani و همکاران (۲۰۱۱) اثرات بکارگیری روش‌های پیتینگ و کنتور فارو را در استقرار پوشش گیاهی در مراتع گلستان را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که استفاده از روش کنتورفارو تأثیر بیشتری بر روی پوشش گیاهی نسبت به بقیه روش‌ها دارد. اثر سامانه‌های آبیگر بر تولید گیاهان مرتعی در مراتع شهرستان سریشه ارزیابی شد. بر اساس نتایج مقدار تولید گیاهان مرتعی در مناطق با سامانه‌های آبیگر دو برابر بیشتر از مناطق بدون عملیات ذخیره نزولات می‌باشد. همچنین این سامانه‌ها باعث افزایش مقدار سیلت در خاک و تغییر در بافت خاک شده است (محمودی مقدم و همکاران، ۱۳۹۴).

دلخوش و باقری (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی اثر پروژه مکانیکی هلالی آبیگر بر تولید، درصد تاج پوشش، ترکیب گیاهی و رطوبت خاک در طرح مرتعداری گوریک شهرستان زاهدان پرداختند. آنها در نتایج بیان کردند اجرای این پروژه از طریق ذخیره مناسب نزولات آسمانی موجب افزایش رطوبت خاک و درصد تاج پوشش گیاهان شده است.

حبیب‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) تاثیر پیتینگ، ریپینگ و کنتورفارو را در ذخیره رطوبت و افزایش پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل نشان دادند که بیشترین درصد پوشش گیاهی با ۴۴/۶۶ درصد مربوط به پیتینگ با بذرپاشی و کمترین مقدار مربوط به تیمار ریپینگ بدون بذرپاشی با ۱۵/۹۸ درصد است.

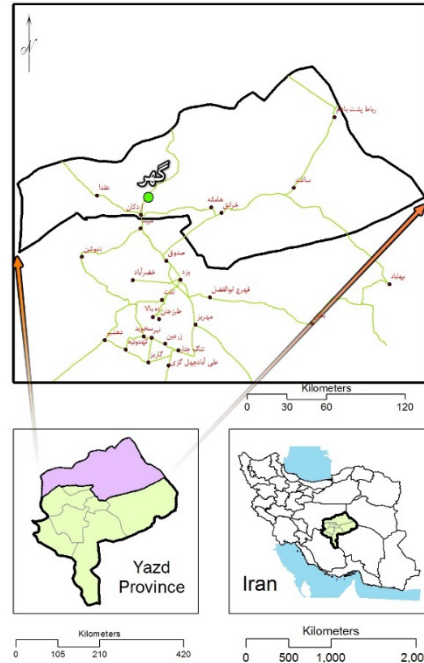
نتایج عملیات مکانیکی بر بهبود فاکتورهای پوشش گیاهی در مراتع سیلوانا استان آذربایجان غربی مؤید آن است که دو عملیات اصلاحی کنتورفارو و سد سنگی ملاتی تاثیر زیادی در افزایش و بهبود عملکرد پارامترهای گیاهی داشته است (سوری و همکاران، ۱۳۹۶). اگرچه مطالعات بسیاری در رابطه با تاثیر ذخیره نزولات بدون بذرکاری بر بهبود پوشش گیاهی مراتع صورت گرفته است ولی در مراتع بیابانی استان یزد گزارشات مکتوبی اندکی در این رابطه در دست است.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان اردکان و ۷۵ کیلومتری شمال شهرستان یزد بین ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲۵ ثانیه و ۳۲ درجه و ۲۵ دقیقه و ۸ ثانیه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۲ دقیقه و ۱۳ ثانیه و ۵۴ درجه و ۷ دقیقه و ۳۲ ثانیه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). مساحت عرصه ۳۲۲۵ هکتار می‌باشد. براساس آمار بارندگی بلندمدت نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به طرح مرتعداری گهر یعنی ایستگاه سینوپتیک اردکان متوسط بارندگی ۶۵/۵ میلی‌متر بوده است. کمترین بارندگی در سال ۱۳۶۷-۱۳۶۸ با میانگین بارندگی ۱۴ میلی‌متر ثبت شده است و بیشترین مقدار بارندگی در سال ۹۱-۹۲ با میانگین بارندگی حدود ۱۲۶ میلی‌متر بوده است. در سال مورد مطالعه ۹۶-۹۵ میزان بارندگی ۴۵/۶ میلی‌متر گزارش شده است. خاک محدود طرحد مرتعداری گهر از نظر وضع ظاهری جزء فلات‌ها می‌باشند. خاک سطحی دارای بافت شنی لومی می‌باشد که در دامنه‌های شیبدار عمق

خاک کم و هر چه شیب عرصه کمتر می‌گردد عمق خاک بیشتر می‌شود. pH خاک ۶/۹، دارای شوری (هدایت الکتریکی برابر ۱۸/۹ دسی زیمنس بر متر)، کربن آلی ۰/۱۳ درصد و درصد نفوذپذیری آن خوب است. فسفر قابل جذب ۴ ppm و پتاسیم قابل جذب ۱۴۷ ppm می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت مرتع مورد مطالعه گهر (طرح مرتعداری گهر) نسبت به استان یزد و ایران

روش تحقیق

در سال ۱۳۸۳ عملیات ذخیره نزولات با احداث هلالی به مساحت ۱۵۰ هکتار انجام گردید. برای بررسی تاثیر هلالی‌های آبیگر ببر پارامترهای پوشش گیاهی، یک منطقه معرف به عنوان منطقه دارای عملیات ذخیره نزولات و یک منطقه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در گام بعدی نمونه‌برداری در اواسط اردیبهشت ۱۳۹۶ (قبیل از ورود دام ببه مرتع) در هر بیک از مناطق معرف ببه روش سیستماتیک تصادفی انجام شد. برای این کار در محدوده هر منطقه ۱۰۰ پلات ۹ متر مربعی در طول ۵ ترانسکت ۴۰۰ متری ککه ببه طور موازی و به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر در نظر گرفته شده بود، انداخته شد. در داخل هر پلات درصد پوشش تناجی گونه‌های مختلف اندازه‌گیری گردید. همزمان مقدار تولید سال جاری گیاهان مورد چرای دام اندازه‌گیری شد. البته تولید تنهها ببرای پاییه‌هایی اتفاق افتاد که بوته‌ها در داخل هلالی حضور داشتند. بدین ترتیب تولید علوفه ۵ تا ۸ پایه از هر گونه گیاهی ببه صورت تصادفی در درون هلالی با استفاده از قیچی باغبانی برداشت و در پاکتهای جداگانه ریخته شد. همزمان درصد پوشش تاجی هر ککدام از پاییه‌ها ببر روی پاکت مربوط به خود یادداشت گردید. سطح تاج پوشش پاییه‌ها جمع و میزان تولید علوفه خشک مجموع پاییه‌ها نیز مشخص و بدین وسیله میزان تولید در هر درصد گیاهان بدست آمد. با لحاظ این مقدار بر روی داده‌های درصد پوشش گیاهی مورد مطالعه ممی توان به برآورد قابل قبولی از تولید در عرصه رسید. داده‌ها با آزمون t مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تغییرات درصد پوشش تاجی در مرتع گهر با سازه هلالی آبیگر مربوط به اندازه‌گیری اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ در جدول ۱۲ آمده است. نتایج نشان داد بیشترین مقدار پوشش مربوط به مناطق با عملیات ذخیره نزولات بوده است بطوریکه میزان پوشش گیاهی حدود ۳/۵ درصد در محل ذخیره نزولات در مرتع گهر می‌باشد.

جدول ۱- تغییرات درصد پوشش گیاهی در منطقه گهر

شاهد	ذخیره نزولات	P
۲/۱±۰/۲	۳/۵±۰/۴	**

همچنین درصد پوشش تاجی گونه‌های مختلف در این سایت مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد در مجموع تعداد ۴ گونه گیاهی در منطقه گهر حضور داشته است. البته این تعداد گونه‌ها در پلاتهای انداخته شده در طول ترانسکت حضور داشتند و بجز این گونه‌ها گونه‌هایی چون *Heliotropium Aucheri* و *Scariola orientalis* در مرتع گهر حضور داشته که در پلاتها دیده نشدند. بر این اساس در منطقه گهر بیشترین درصد پوشش تاجی مربوط به گونه *Artemisia sieberi* (۲/۲۷) درصد در منطقه ذخیره نزولات و ۱/۴۵ درصد در منطقه شاهد) می‌باشد. بعد از این گونه، گونه *Fortuynia Bungei* با ۰/۵۶ درصد پوشش تاجی در منطقه هلالی آبیگر دارای بیشترین پوشش تاجی بوده است. همانطور که در روش تحقیق آمد علوفه پایه‌های گونه‌های داخل سازه‌های ذخیره نزولات که دارای تولید بودند برداشت گردید و بر اساس میانگین درصد پوشش تاجی و تولید مربوط به آن و میانگین پوشش تاجی هر کدام از گونه‌ها در هکتار مقدار تولید بوته‌ها در هکتار به دست آمد. بر این اساس در منطقه گهر گونه درمنه، سالسولا، قلم، از گونه‌های دارای تولید بودند. به این ترتیب ذخیره نزولات باعث شده گونه درمنه ۱۴/۵، سالسولا ۱ و قلم ۵ کیلوگرم در هکتار تولید در منطقه را ایجاد کند.

جدول ۲- تغییرات درصد پوشش گیاهی گونه‌های مختلف در منطقه گهر

گونه	شاهد	هلالی
<i>Artemisia sieberi</i>	۱/۴۵b	۲/۲۷a
<i>Salsola tomentosa</i>	۰	۰/۱۳a
<i>Fortuynia Bungei</i>	۰/۰۵b	۰/۵۶a
<i>Zygophyllum</i>	۰	۰/۱۵a
گیاه خشک	۰/۰۶a	۰/۱a
لاشیرگ	۰/۰۹b	۰/۲۳a



شکل ۲- افزایش چشمگیر پوشش تاجی و تولید گیاهان در درون هلالی‌های آبیگر



شکل ۳- وضعیت پوشش تاجی منطقه شاهد در محدوده طرح مرتعداری گهر سال ۱۳۹۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان داد که اجرا یا عدم اجرای پروژه ذخیره نزولات در قالب هلالی آبیگر در منطقه گهر و کنتورفارو در چاه متک و مزرعه بلبل اشکذر سبب تفاوت معنی دار در تاج پوشش، تراکم در اکوسیستم مرتعی گردیده است. از این مطالعه می‌توان به یک نتیجه کلی رسید و آن، اینکه راه مقابله با اقلیم سخت و غیر قابل پیش بینی مناطق خشک و نیمه خشک، توسل به اقداماتی است که با کمترین هزینه فاکتور اصلی حیات اکوسیستم مرتعی، یعنی آب را به دام انداخته و در کنار تغذیه سفره‌ها و گیاهان و بهبود خاک، خطر ناشی از شستشو در رگبارها را به حداقل رسانند.

مرتع گهر با ۳۲۲۵ هکتار مساحت مرتعی ییلاقی محسوب شده که زمان چچرا پیمانزدهم اردیبهشت تا پیمانزدهم شهریور می‌باشد (کتابچه طرح). در سال ۱۳۸۳ عملیات ذخیره نزولات با احداث هلالی به مساحت ۱۵۰ هکتار با بذرداری سال اول انجام گردید.

نتایج اندازه‌گیری پوشش گیاهی حکایت از افزایش پوشش در درون هلالی‌های آبیگر دارد بطوریکه متوسط پوشش در مناطق دارای ذخیره نزولات حدود ۳/۵ درصد و در منطقه شاهد و بدون ذخیره نزولات در حدود دو درصد می‌باشد. این نشان می‌دهد وجود هلالی‌های آبیگر شرایط مناسبی را برای حضور بیشتر گونه گیاهی فراهم کرده است. نکته قابل توجه اضافه شدن گونه‌های خوشخوراک *Salsola tomentosa* و *Fortuynia Bungei* است که در منطقه شاهد مشاهده نشد ولی سازه‌های ذخیره نزولات حضور این دو گونه مهم را در برداشت. این نشان می‌دهد منطقه گهر در صورت مناسب بودن شرایط پتانسیل حضور گونه‌های خوشخوراک و پرتولید این دو گونه را دارد. از طرف دیگر نتایج نشان داد کمبود بارندگی در منطقه نتوانسته باعث ایجاد تولید مناسبی در گونه‌های مرتعی موجود در منطقه شود و البته همان مقدار تولید (تولید سال جاری در بوته‌ها) کمی (حدود ۲۰ کیلوگرم در هکتار) نیز که در منطقه وجود داشت مربوط به پایه‌هایی بوده که درون سازه‌های ذخیره نزولات حضور داشته‌اند و این نشان می‌دهد سازه‌ها تا حدی توانسته‌اند در شرایط بسیار سخت سالهای خشک بتوانند مقدار رطوبت بسیار کم را نیز ذخیره کرده و در اختیار گیاه قرار دهند. البته این مقدار تولید مربوط به سال خشک ۹۷-۹۶ است که مطمئناً در شرایط خوب بارندگی شاهد تولید بسیار بیشتری از گیاهان خواهیم بود. نتایج تحقیقات سایر محققان نیز نشان می‌دهد با استفاده از تکنیک‌های ذخیره نزولات در خاک در مراتع بیابانی می‌توان نفوذ آب در خاک بیشتر شده و تولید علوفه نیز بهبود یافته‌است (Jahantigh and Pessarakli, 2009).

نتایج این تحقیق نیز نشان داد با وجود انجام ذخیره نزولات و موفقیت نسبی در این زمینه همچنان با توجه به خشکسالیهای اخیر و کاهش پوشش گیاهی و عدم زادآوری مناسب و عدم بهبود وضعیت خاک در اثر فرسایش ناشی از نبود پوشش گیاهی، وضعیت مرتع ضعیف و گرایش منفی است. این شرایط باعث شده تولید بسیار کمی نیز در مرتع وجود داشته‌باشد و مرتعی با تولید کل حدود ۲۰ کیلوگرم در هکتار مناسب چرای دام نمی‌باشد.

بطور کلی نتایج نشان داد وجود عملیات اصلاحی در مراتع مناطق خشک با میانگین بارندگی زیر ۱۰۰ میلی‌متر در سال می‌توانند

باعث افزایش پوشش تاجی و تراکم گونه‌ها در منطقه شود. به گفته Akroush و همکاران (۲۰۱۱) در مناطق خشک منطقه بادیای اردن با بارندگی بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر سازه‌های ذخیره نزولات بهترین راه برای جبران کمبود بارندگی است. بهمدی و شهریاری (۱۳۹۵) نیز بیان کردند اجرای عملیات هلالی آبیگر در مراتع نه‌بندان خراسان جنوبی تحت‌تأثیر مطلوب و مؤثرتری نسبت به اجرای عملیات کنتورفارو در جهت احیاء و افزایش پوشش گیاهی دارد و در اتخاذ مدیریت‌های لازم در این زمیننه و جلوگیری از فرسایش دارای کارایی قابل قبول‌تری می‌باشد. همینطور محمودی و همکاران (۱۳۹۴) در مراتع استپی شهرستان سریشه با میانگین بارندگی ۱۸۴ میلی‌متر که دارای پوشش درمنه، استپا و قیچ می‌باشد نشان دادند که احداث سامانه هلالی آبیگر (بدون کشت بذر) باعث افزایش دو برابری تولید علوفه مرتع شده‌است. به طور کلی از نظر وضعیت پوشش گیاهی انجام عملیات اصلاحی ذخیره نزولات برای مراتع بیابانی با بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر بعد از حدود ۱۵ سال می‌تواند به طور نسبی موفقیت آمیز باشد با اینحال انجام عملیات بذرکاری، کپه‌کاری و نهالکاری با استفاده از گونه‌های بومی همچون سالسولا و قلم هر چند سال یکبار با توجه به دست دادن ققوه نامیه بذور بعد از مدتی و یا روبرو شدن با خشکسالیها ضروری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد برای تامین هزینه‌های تحقیق قدردانی می‌شود.

منابع

- برومند، م.، قاجارسپانلو، م.ع.، بهمنیار، ۱۳۹۳. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سمسکنده ساری). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ۹: ۲۳۴-۲۲۵.
- بهمدی، م. ح. و ع.، شهریاری. ۱۳۹۵. تأثیر روش‌های مختلف ذخیره نزولات بر احیاء پوشش گیاهی (مطالعه موردی حوزه آبخیز رومه و دهنو شهرستان نه‌بندان). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۳ (۱): ۵۷-۵۱.
- حبیب زاده، ا.، م.، گودرزی، ک.، مهرورزمغانلو، و ع.، جوانشیر. ۱۳۸۶. تأثیر پیتینگ، ریپینگ و کنتورفارو در ذخیره رطوبت و افزایش پوشش گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۲ (۶۰)
- دلخوش، م.، و ر.، باقری. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر پروژه مکانیکی هلالی آبیگر بر تولید، درصد تاج پوشش، ترکیب گیاهی و رطوبت خاک در طرح مرتعداری چاه گوریک شهرستان زاهدان. اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبیگر باران.
- سوری، م.، خ.، مهدوی و ص.، تاروردیزاده. ۱۳۹۶. تغییر عملکرد پوشش گیاهی مراتع، تحت تأثیر عملیات اصلاح مکانیکی در مراتع سیلوانا آذربایجان غربی. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۴ (۲): ۳۶۰-۳۶۹.
- لقمان، ح. ۱۳۷۶. طراحی منظر جاده‌ها و بزرگراهها، با استفاده از گیاهان مقاوم به خشکی و سطوح آبیگر باران. انتشارات مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۶۸ صفحه
- مقیمی نژاد، ف.، ی.، قاسمی آریان، س. احمدآبادی. ۱۳۹۲. تعیین عرصه‌های مناسب اجرای عملیات پیتینگ جهت ذخیره نزولات آسمانی. نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری. ۱ (۲): ۲۷-۳۰.
- محمودی مقدم، گ.، م.، ساغری، م.، رستم پور، ب.، چکشی. ۱۳۹۴. تأثیر احداث سامانه هلالی آبیگر بر تولید گیاهان مرتعی و برخی خصوصیات خاک در مناطق خشک (مطالعه موردی: مراتع استپی شهرستان سریشه). نشریه مرتع. ۹ (۱): ۶۶-۷۵
- Akroush, S., Shideed, K., Bruggeman, A. 2011. Adaption, environmental impact and economic assessment of water harvesting practices in the Badia benchmark site, in "Water Benchmarks of CWANA- Rehabilitation and integrated management of dry rangelands environments with water harvesting - Number 9". Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Chamani, A., M. Tavan & S.A. Hoseini, 2011. Effect of three operation systems of contour furrow, pitting and enclosure on rangeland improvement (Case study: Golestan province, Iran). Journal of Rangeland Science. 2(1): 379-387.
- Jahantigh, M. & Pessaraki, M. (2009). Utilization of Contour Furrow and Pitting Techniques on Desert Rangelands: Evaluation of Runoff, Sediment, Soil Water Content and Vegetation Cover. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7 (2), 736-739.