

نهال کاری در حوزه‌های آبخیز مارنی با استفاده از آب‌های زیرقشری

علی عبدی‌نام^۱، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان
محمد مهدوی، استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۰۲/۱۵

دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۰/۰۵

چکیده

وجود مواد درشت دانه حاصل از فرسایش سطحی حوزه‌های آبخیز مارنی در مسیر آبراهه‌ها و غیر قابل نفوذ بودن لایه‌های زیرین (طبقات مارنی) موجب جریان زیر قشری می‌شود. از این جریان می‌توان در ایجاد پوشش گیاهی با هدف تثبیت بیولوژیکی در بستر آبراهه‌ها استفاده کرد. این روش در حوضه‌هایی که عملیات آبخیزداری نظیر سدهای گابیونی و رسوب‌گیر در بستر آبراهه‌ها صورت گرفته باشد، بسیار مفید خواهد بود. این مقاله که با استفاده از نتایج طرح تحقیقاتی تهیه شده، با هدف ایجاد پوشش گیاهی به‌منظور تثبیت بیولوژیکی آبراهه در روستای سردهات در قالب طرح آماري اسپلیت پلات فاکتوریل تهیه و تدوین گردیده است. در این طرح، نسبت به کاشت نهال‌های بادام، سنجد و افاقیا به‌عنوان عامل اصلی و نیز خاک طبیعی و مخلوط خاک طبیعی با کود و رس، به‌عنوان عوامل فرعی در سه تکرار در مسیر آبراهه انتخاب شده است. همه ساله نسبت به تعیین شاخص‌های بیولوژیکی بر اساس فرم‌های تعیین شده نظیر قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش گیاهی اقدام شده است. نتایج حاصله حاکی از این است که با در نظر گرفتن روش کاشت، به‌ترتیب بادام، افاقیا و سنجد و بدون اعمال روش کاشت سنجد، افاقیا و بادام برای نهال‌کاری در مناطق مارنی به‌منظور تثبیت بیولوژیکی آبراهه‌ها در مناطق مارنی قابل توصیه هستند.

واژه‌های کلیدی: تثبیت بیولوژیکی، فرسایش آبراهه‌ای، لایه غیرقابل نفوذ، مناطق مارنی، مواد درشت‌دانه

مقدمه

امروزه اهمیت منابع طبیعی (جنگل، مرتع، آب و خاک) بر کسی پوشیده نیست. در دنیای حاضر، مقوله منابع طبیعی با زندگی موجودات و محیط زیست گره خورده است. چنانچه این منابع در معرض تهدید و خطر قرار گیرند، حیات موجودات زنده و حتی کره زمین نیز به مخاطره خواهد افتاد. بنابراین کلیه برنامه‌های تحقیقی و اجرایی بایستی به‌سمت و سویی کشیده شوند که تا حفظ و احیاء منابع طبیعی در برابر عوامل تخریبی برقرار شده، روند قهقرایی این منابع از بین رود. مدیریت آبخیز از جمله راه‌هایی است که می‌تواند برای حفظ، احیاء و توسعه منابع طبیعی تجدید شونده گام‌های مؤثری را بردارد. آبخیزداری فن، هنر و سلیقه بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک و پوشش گیاهی هر حوزه آبخیز است. چنانچه از این فن در حوزه‌های آبخیز بهره‌ای گرفته نشود، فرسایش و هرز رفتن منابع آب و خاک فاجعه‌سازانگیزی را به‌بار خواهد آورد. ایجاد پوشش گیاهی در مناطق مستعد و مناسب چه بر روی شیب زیاد دامنه‌ها و چه بر روی اراضی مرتعی با شیب کم و مسطح و یا در مسیر بستر آبراهه‌ها، برای جلوگیری از فرسایش خاک، هدر رفت آب‌های سطحی و احیاء منابع طبیعی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در حقیقت کلیه عملیات ساختمانی آبخیزداری بدون ایجاد پوشش گیاهی تکمیل نشده و کارآیی اصلی خود را پیدا نخواهد کرد. از جمله مناطقی که در معرض فرسایش شدید قرار گرفته، مناطق مارنی است. تشکیلات این مناطق دارای بافتی دانه ریز بوده و شامل

^۱ abdinam@yahoo.com

سازندهای قرمز پائینی (lower red)، قرمز بالایی (upper red) و قم می گردند. این گونه تشکیلات سرشار از املاح نمکی و گچی بوده و از فرسایش پذیری بالایی برخوردارند.

اجرای عملیات آبخیزداری در دامنه‌های پر شیب مناطق مارنی به دلیل حساسیت زیاد آن‌ها به فرسایش نتیجه بخش نیست. تنها بهره‌گیری از استعدادهای این مناطق (از نظر مورفولوژیکی) در محل‌های مختلف و مناسب اجرای عملیات آبخیزداری را امکان‌پذیر خواهد نمود، که از جمله آن‌ها انجام عملیات در بستر آبراهه‌های واقع در داخل این مناطق است. در نتیجه نه تنها مسیر آبراهه‌ها اصلاح یافته، بلکه بستر آن‌ها نیز تثبیت خواهند شد. این تثبیت بستر با معرفی گونه‌های درختی مناسب به نحو چشم‌گیر و مؤثری انجام خواهد گرفت. با توجه به این موضوع تاکنون هیچ‌گونه توصیه خاصی از سوی محققین به منظور انجام عملیات بیولوژیکی در مناطق مارنی صورت نگرفته است. لذا در این تحقیق سعی بر این است که برای رفع این مشکل، با کاشت گونه‌های درختی و با اعمال تیمارهای مختلف، گونه‌های درختی مناسب با تعیین روش کاشت در بستر آبراهه‌های این مناطق مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته تا بهترین گونه به منظور تثبیت بیولوژیکی آبراهه‌های مناطق مارنی به دستگاه‌های اجرایی معرفی شود.

بررسی منابع داخلی نشان می‌دهد که در خصوص معرفی گونه درختی تحقیقات کمی صورت گرفته است. از بین تحقیقات صورت گرفته به‌عنوان نمونه به طرح تحقیقاتی اجرا شده در استان آذربایجان غربی اشاره می‌شود (حسین‌پور، ۱۳۷۷). در این تحقیق با استفاده از گونه‌های سریع‌الرشد بید، در شش خندق و نصب قلمه‌های دو گونه بید *S. alba* و *S. aegyptiaca* در داخل خندق‌ها به‌طوری‌که از استحکام لازم در برابر طغیان‌های گل‌آلود هرزآب-های داخل خندق‌ها برخوردار باشد، با نه تکرار از هر گونه اقدام شده است. در پایان ایام رشد فعال سال اول، تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون کای اسکوار (X^2) و تجزیه واریانس به منظور بررسی زنده‌مانی این دو گونه صورت گرفت. نتیجه نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین این دو گونه در سطح پنج درصد وجود دارد. گونه *S. alba* با ۷۸ درصد زنده‌مانی از سازگاری و قدرت استقرار بالایی نسبت به گونه دیگر برخوردار است.

در بررسی منابع خارجی، عمده کارهای انجام شده به‌صورت گروه‌های کاری بوده که گزارشات آنان بیش‌تر در رابطه با نحوه انجام کار به‌ویژه در ارتباط با عملیات تثبیت بیولوژیکی با استفاده از گونه‌های سازگار بومی هر منطقه است. لیکن در بعضی موارد این نوع عملیات به‌همراه اجرای طرح‌های تحقیقاتی است که در اینجا به مواردی از آن‌ها اشاره شده است:

تحقیقی در زمینه مدل NSM^1 صورت گرفته و وضعیت‌های اولیه زهکشی را در منطقه گریتر اورگلدیز آمریکا مورد بررسی قرار داده است. در این مدل رابطه بین الگوهای جریان‌های ناحیه‌ای و ترازهای سطح آب جریان‌های سطحی و آب‌های زیر قشری را به‌دلیل مشکلات اندازه‌گیری سرعت‌های خیلی کم، جریان‌های سطحی با کالیبره کردن مدل NSM مورد ارزیابی قرار داده است. نتیجه حاصله حاکی از این است که الگوی جریان‌های ناحیه‌ای (سطحی و زیر قشری) به شیب‌های سطح آب زیرزمینی بسیار حساس هستند. این مدل می‌تواند مناطق مساعد برای وجود آب‌های سطحی با سرعت بسیار کم و نیز آب‌های زیر قشری را مشخص سازد. مسلم است چنانچه آب‌های زیر قشری و یا جریان‌های سطحی در مناطقی وجود داشته باشند، استفاده از پتانسیل احیاء پوشش گیاهی منطقه قدم بعدی خواهد بود.

Mc Voy (۲۰۰۰)، اظهار نموده است، که جریان آب‌های سطحی و زیر قشری به‌عنوان معیاری برای احیاء مناطق به‌ویژه در ارتباط با حفظ بوم‌سازگان^۲ منطقه مطرح شوند. در هر صورت هنوز سؤالات اساسی برای احیاء مناطق در زمینه بررسی نقش آب‌های سطحی و زیر قشری باقی است. در خصوص روش‌های کنترل خندق‌ها، تحقیق انجام شده منجر به این نتیجه شده است که آب‌های سطحی حاصل از بارندگی را در سطح حوزه آبخیز نگه‌داری کرد. جریان آب‌های سطحی را از محدوده خندق‌ها دور کرد و نیز انتقال آب‌ها از داخل خندق‌ها با کنترل می‌تواند از توسعه خندق‌ها و فرسایش‌های خندقی و آبراهه‌ای جلوگیری کرده و یا آن‌ها را مهار نماید. در این بررسی به‌منظور تثبیت

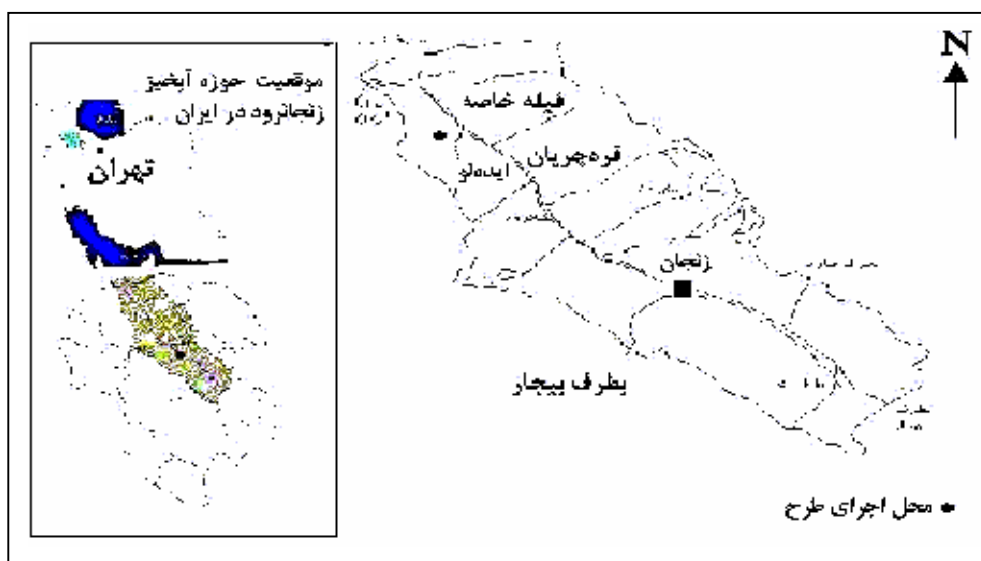
1 Natural System Model

2 Ecosystem

بیولوژیکی بستر آبراهه‌ها و خندق‌ها کاشت درختان در حاشیه آبراهه‌ها و یا خندق‌ها با ترکیبی از پوشش‌های علفی (گراس‌ها)، تغییر شکل خندق‌ها با کار بولدوزری، کاشت قلمه‌های درختی در ابتدای شروع خندق‌ها، احداث انواع سدهای کوچک و کم‌هزینه نظیر سدهای سبک فلزی و چوبی، سدهای کلشی، سدهای خشکه چین، سدهای چوبی، سدهای بنایی، سدهای بتونی و سایر عملیات ساختمانی نظیر سدهای خاکی کوچک را پیشنهاد شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی استان: استان زنجان با مساحتی بالغ بر ۲۲۱۶۴۰۰ هکتار در شرق ناحیه شمال غرب ایران واقع شده و در حد فاصل ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی، ۴۷ درجه و ۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. فاصله این استان از تهران حدود ۳۲۰ کیلومتر است. این استان با استان‌های گیلان در شمال و استان‌های اردبیل و آذربایجان شرقی و غربی و کردستان در شمال غربی و غرب، استان همدان در جنوب، استان قزوین در شرق هم‌جوار است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی عرصه اجرای طرح تحقیقاتی

آب و هوای استان: به‌طور کلی آب و هوای استان در مناطق کوهستانی در زمستان بسیار سرد و در تابستان معتدل و در مناطق دشتی نیز دارای زمستان‌های سرد و تابستان معتدل و خشک است، لیکن در مناطق دره رودخانه قزل اوزن زمستان معتدل و تابستان‌ها نسبتاً گرم است. بر اساس آمار ارائه شده از سوی اداره کل هواشناسی استان متوسط بارندگی سالانه در یک دوره ۳۲ ساله (۱۳۷۹-۱۳۴۸) حدود ۲۹۸/۸ میلی‌متر بوده که حداکثر بارندگی سالانه در سال ۱۳۷۲ معادل ۴۲۵ میلی‌متر و حداقل آن در سال ۱۳۶۸ حدود ۱۶۷/۲ میلی‌متر است (عبدی‌نام و همکاران، ۱۳۸۱). توزیع فصلی بارندگی به‌ترتیب در بهار ۲۸ درصد، در تابستان چهار درصد، در پاییز ۲۵ درصد و در زمستان ۳۴ درصد است. نزولات آسمانی در فصل زمستان اغلب به‌صورت برف و سایر فصول به صورت باران بوده و طول دوره یخبندان بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز در سال تغییر می‌کند. ماه‌های پر باران سال فروردین، اردیبهشت و اسفند است. بر اساس روش دومارتن گسترش یافته (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۰)، تعداد ۱۱ نوع اقلیم از خشک بیابانی سرد تا اقلیم خیلی مرطوب فرا سرد در استان وجود دارد که مناطق وسیع استان را اقلیم‌های نیمه خشک فراسرد، نیمه خشک سرد، مدیترانه‌ای فراسرد در بر گرفته است. حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت به‌ترتیب برابر با ۴۰ و ۲۷- درجه سانتی‌گراد است. حداکثر تبخیر سالانه از تشتک طبقه A در ایستگاه گیلوان در حدود ۲۳۷۶ میلی‌متر و حداقل تبخیر سالانه در ایستگاه هواشناسی سینوتیپیک خرمدره برابر با ۱۵۱۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است (نبی، ۱۳۷۶).

حوزه‌های آبخیز استان: بر اساس طرح تحقیقاتی بررسی و ارزیابی شناسنامه حوزه آبخیز استان زنجان (رضایی و همکاران، ۱۳۷۷)، دو نوع حوزه آبخیز میانی و خروجی در استانی وجود دارد. حوزه آبخیز میانی حوزه آبخیزی است که بخشی از یک حوزه آبخیز اصلی در داخل استان قرار می‌گیرد. حوزه آبخیز خروجی به حوزه آبخیزی اطلاق می‌شود که سراب آن در داخل استان و پایاب آن در خارج از استان قرار می‌گیرد.



شکل ۲- حوزه‌های آبخیز استان

روش جمع‌آوری آمار و اطلاعات: در این مرحله کلیه آمار و اطلاعات موجود از منطقه با نقشه‌های مربوطه جمع‌آوری شده، همچنین مطالعات انجام شده در این منطقه و یا سایر مناطقی که در ارتباط با این منطقه بوده‌اند، جمع‌آوری و قابل دسترس شدند. در انجام این تحقیق، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، ۱ سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه‌های ارزیابی منابع قابلیت اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است.

شناسایی عرصه مناسب: با توجه به اهداف طرح و نیز تثبیت بیولوژیکی بستر آبراهه‌های واقع در مناطق مارنی، در ابتدای امر نسبت به شناسایی مناطق مارنی اقدام گردیده است. برای این منظور گسترش مارن‌ها در سطح استان زنجان، شناخت مارن، انواع فرسایش به‌ویژه فرسایش‌های آبراهه‌ای و خندقی مورد بررسی قرار گرفته است.

مارن‌ها: از آنجا که این تحقیق در مناطق مارنی و آبراهه‌های به وجود آمده، صورت می‌گیرد، بنابراین برای شناخت این مناطق به تشریح مارن‌ها پرداخته شده است. مارن‌ها زمین‌های رسوبی به سن زمین‌شناسی الیگوسن^۱ تا عهد حاضر^۲ هستند. هنوز تعریف مشخصی از مارن ارائه نشده است. مارن^۳ واژه‌ای است با معانی مختلف که در مورد ماسه سنگ‌های سبز گلوکونیتی به کار رفته است. اما بیش‌تر برای معرفی بعضی از خاک‌های دارای رسوبات کربناته سست که در دریاچه‌های آب شیرین حاضر انباشته می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. رسوبات آهکی با منشأ زیستی همراه با ته نشست‌های رسی در داخل حوضه‌های آب شیرین نهشته‌های مارنی را ایجاد می‌نمایند. بنابراین نتیجه رسوب‌گذاری توأم رس و آهک در یک حوضه رسوب‌گذاری، مارن است.

گسترش مارن‌ها در استان: در اجرای طرح‌های تحقیقاتی عرصه‌ای مناسب با توجه به اهداف تعیین شده و روش تحقیق مشخص شده است. مناسب‌ترین عرصه برای انجام این تحقیق مناطق مارنی و آبراهه‌های موجود در آن‌ها است. زیرا این مناطق در بستر آبراهه‌ها، مواد درشت دانه و نفوذپذیر بر روی بستر ریز دانه غیر قابل نفوذ قرار گرفته‌اند.

^۱ Oligocene

^۲ Holocene

^۳ Marl

همچنین دارای توان ذخیره آب‌های نفوذ یافته از هرز آب‌ها بوده و آب‌های زیر قشری مناسبی را به‌منظور استقرار نهال‌های کاشته شده‌اند، تشکیل می‌دهند. بنابراین گسترش مارن در استان زنجان بایستی مورد بررسی قرار گیرد تا این مناطق مشخص گردند. بر اساس بررسی به‌عمل آمده در طرح تحقیقاتی بررسی و ارزیابی حوزه‌های آبخیز به‌منظور تهیه شناسنامه آبخیزها در استان زنجان، مارن‌ها تقریباً ۱۰ درصد از مساحت استان یعنی ۲۳۰۰۰۰ هکتار را در بر می‌گیرند (رضایی و همکاران، ۱۳۷۷).

پس از بررسی‌های لازم با توجه به شناختی که از مناطق مختلف و حوزه‌های آبخیز فرعی در سطح استان وجود داشت، حوزه آبخیز فرعی روستای سردهات به‌عنوان عرصه تحقیقاتی انتخاب گردید. یکی از دلایل مهم انتخاب این محل انجام عملیات آبخیزداری (احداث سدهای گابیونی رسوب‌گیر) بوده است. چرا که وجود سدهای گابیونی در مسیر آبراهه موجب انباشت مواد رسوبی و در نهایت افزایش ضخامت مواد درشت دانه در بستر آبراهه شده و توان ذخیره آب‌های زیر قشری را افزایش می‌دهد. اگر این عملیات انجام نمی‌گرفت، مستلزم هزینه بیش‌تری بود. لذا به‌منظور اجتناب از هزینه بیش‌تر، این حوزه آبخیز برای اجرای طرح انتخاب شد. لازم به ذکر است که یکی دیگر از دلایل انتخاب عرض مناسب، شیب ملایم و طولانی بودن آبراهه بوده که عرصه را برای اجرای طرح مساعد می‌کرد.

پیاده کردن نقشه آماری: پس از تعیین عرصه اجرای طرح در حوزه آبخیز فرعی روستای سردهات، نقشه آماری طبق طرح تحقیقاتی مصوب پیاده گردید. بر اساس این نقشه (شکل ۳) قطعات تکراری ۱، ۲ و ۳ در بستر آبراهه انتخاب و علامت‌گذاری شدند. سپس گودبرداری به‌منظور کاشت نهال‌ها در ابعاد 60×70 صورت گرفت. پس از تهیه خاک رس و کود طبق نقشه آماری، یک واحد رس و یک واحد کود در کرت‌ها و واحدهای آزمایش مربوطه بر اساس تیمارهای تعیین شده، در گودهای کنده شده با خاک طبیعی بستر مخلوط شدند. به‌این ترتیب که تیمار فرعی کود با حروف b_1 و تیمار فرعی رس با c_1 مشخص شد.

$a_1b_1c_2$	$a_1b_2c_1$	$a_2b_1c_2$	$a_2b_2c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_3b_1c_2$
$a_1b_1c_1$	$a_1b_2c_2$	$a_2b_1c_1$	$a_2b_2c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_3b_2c_1$
تکرار یک					
$a_2b_1c_2$	$a_2b_2c_1$	$a_3b_1c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_1b_2c_1$	$a_1b_1c_2$
$a_2b_2c_2$	$a_2b_1c_1$	$a_3b_2c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_1b_1c_1$	$a_1b_2c_2$
تکرار دو					
$a_3b_1c_1$	$a_3b_1c_2$	$a_1b_2c_2$	$a_1b_1c_1$	$a_2b_2c_1$	$a_2b_1c_1$
$a_3b_2c_2$	$a_3b_2c_1$	$a_1b_2c_1$	$a_1b_1c_2$	$a_2b_1c_2$	$a_2b_2c_2$
تکرار سه					
نوع طرح آماری: اسپلیت پلات فاکتوریل					
A سطوح تیمارهای اصلی شامل: a_1 بادام، a_2 سنجد، a_3 افاقیا					
B سطوح تیمارهای فرعی شامل: b_1 یک واحد کود، b_2 بدون کود					
C سطوح تیمارهای فرعی شامل: c_1 یک واحد رس، c_2 بدون رس					

شکل ۳- موقعیت قرارگیری تیمارهای اصلی و فرعی طرح تحقیقاتی تثبیت بیولوژیکی بستر آبراهه

پس از آماده‌سازی محل گودها و اعمال تیمارها هم‌زمان نسبت به حصارکشی سه قطعه تکراری به‌وسیله نصب چوب و سیم خاردار به‌منظور جلوگیری از ورود احشام و حیوانات صحرایی اقدام شد. پس از تهیه نهال‌های بادام، سنجد و افاقیا، به‌ترتیب با حروف a_1 ، a_2 و a_3 مشخص شده و کاشت آن‌ها بر اساس نقشه آماری طرح در اواخر اسفند سال ۱۳۷۹ و اوایل فروردین سال ۱۳۸۰ صورت گرفت. عوامل اصلی به‌ترتیب شامل a_1 (بادام)، a_2 (سنجد) و a_3 (اقاقیا) علامت‌گذاری و در محل‌های خود از هر یک به تعداد سه اصله کاشته شدند. تیمارهای فرعی شامل چهار سطح مخلوط

با کود (b_1)، بدون کود (b_2)، مخلوط با رس (C_1) و بدون رس (C_2) هستند. با توجه به سطوح تیمارهای اصلی و فرعی و تعداد تکرارها جمع تعداد واحدهای آزمایشی ۳۶ است. که با توجه به کاشت سه اصله نهال در هر واحد آزمایشی جمعاً ۱۰۸ اصله نهال کاشته شدند. آبیاری در سال اول به منظور استقرار نهالها انجام شد. در سالهای بعد با توجه به روش تحقیق از آبیاری نهالها خودداری گردید تا نقش آب زیر قشری موجود در عرصه و تأثیر آن در رشد و استقرار گیاهان مورد بررسی قرار گیرد. همه ساله در اوایل رشد و در فصل خزان بر اساس فرم تعیین شده در هر یک از تکرارها از نظر قطر یقه، رشد ارتفاعی، تاج پوشش از درختان آماربرداری صورت گرفت. در پایان دوره تحقیق نسبت به تجزیه و تحلیل آمار جمع آوری شده بر اساس نقشه آماری طرح اسپلیت پلات فاکتوریل اقدام شد.

روشهای آماری تجزیه و تحلیل دادهها: دادههای جمع آوری شده در طول سه سال برای تمام نهالها (شامل رشد ارتفاعی، رشد قطر یقه و تاج پوشش) با استفاده از نرم افزار آماری STAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای از بین بردن غیر یکنواختی نهالهای کاشته شده، کلیه دادههای برداشت شده در سال اول به عنوان مبنا قرار گرفته و دادههای سالهای دوم و سوم بر اساس دادههای سال اول مورد تجزیه کوواریانس قرار گرفتند. در تجزیه کوواریانس^۱ هر یک از گونههای درختی به عنوان عامل اصلی بوده و عوامل فرعی در سطوح مخلوط کردن خاک طبیعی با یک واحد کود، بدون کود، با یک واحد خاک رس و بدون خاک رس به ترتیب با حروف b_1 ، b_2 ، C_1 و C_2 از نظر رشد قطر یقه، ارتفاع و تاج پوشش و نیز اثر سال، تکرار و اثر متقابل سال و کود، سال و رس، کود و رس و سال، کود و رس انجام شد. **اثر تیمارهای فرعی در استقرار گونه بادام:** طبق تجزیه کوواریانس، رشد قطر یقه در گونه بادام دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد هستند که شامل اثر متقابل تکرار و سال، اثر متقابل سال و کود اثر رس، اثر کود و سال و اثر متقابل سال، کود و رس است. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس برابر ۴/۷۸ درصد است (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه کوواریانس صفت رشد قطر یقه برای گونه بادام

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۲۱/۴۶۷	۲۱/۴۶۷	۰/۴۸۸۰	-
اثر تکرارها × سال	۴	۴۱۸۳/۳۱۷	۱۰۴۵/۸۲۹	۲۳/۷۷۴۴**	۰/۰۰۰۰
اثر کود	۱	۱۰۷/۷۷	۱۰۷/۷۷۰	۲/۴۴۹۹	۰/۱۴۵۸
سال × کود	۱	۷۰۴/۷۲۷	۷۰۴/۷۲۷	۱۶/۰۲۰۳**	۰/۰۰۲۱
رس	۱	۸۳۵/۹۴۱	۸۳۵/۹۴۱	۱۹/۰۰۳۱**	۰/۰۰۱۱
سال × رس	۱	۸۶/۴۷۳	۸۶/۴۷۳	۱/۹۶۵۸	۰/۱۸۸۵
کود × سال	۱	۵۸۰/۷۸۴	۵۸۰/۷۸۴	۱۳/۲۰۲۷**	۰/۰۰۳۹
سال × کود × رس	۱	۶۷۶/۷۰۳	۶۷۶/۷۰۳	۱۵/۳۸۳۲**	۰/۰۰۲۴
کوواریانس	۱	۱۵۷۰/۶۵۵	۱۵۷۰/۶۵۵	۳۵/۷۰۵۱	
خطا	۱۱	۴۸۳/۸۸۶	۴۳/۹۹۰		

نتایج حاصل از تجزیه کوواریانس صفت رشد ارتفاعی گونه بادام نشان می دهد که از بین منابع تغییر تنها در اثر سال اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد ($P=۰/۰۲۸۸$) مشاهده گردیده است. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۱۲/۱۳ درصد است (جدول ۲).

^۱ Covariance analysis

جدول ۲- تجزیه کوواریانس صفت رشد ارتفاعی برای گونه بادام

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۴۰/۴۲۶	۴۰/۴۲۶	۶/۳۱۷۴*	۰/۰۲۸۸
تکرار × سال	۴	۷۵/۲۵۸	۱۸/۸۱۵	۲/۹۴۰۲	۰/۰۷۰۴
کود	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	-
سال × کود	۱	۲/۳۱۷	۲/۳۱۷	۰/۳۶۲۰	-
رس	۱	۱۰/۰۴۱	۱۰/۰۴۱	۱/۵۶۹۱	۰/۲۲۶۳
سال × رس	۱	۰/۳۹۲	۰/۳۹۲	۰/۰۶۱۲	-
کود × رس	۱	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۰۸۵	-
سال × کود × رس	۱	۲۱/۴۷۹	۲۱/۴۷۹	۳/۳۵۶۶	۰/۰۹۴۱
کوواریت	۱	۲۶/۱۱۴	۲۶/۱۱۴	۴/۰۸۰۹	
خطا	۱۱	۷۰/۳۹۱	۶/۳۹۹		

بر اساس تجزیه کوواریانس صفت تاج پوشش در گونه بادام، هیچ گونه اختلاف معنی داری بین منابع تغییر مشاهده نمی شود. فقط اثر عامل فرعی رس در تجزیه کوواریانس اختلاف معنی دار در سطح یک درصد نشان می دهد. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۳۱/۴۰ درصد است (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه کوواریانس صفت تاج پوشش برای گونه بادام

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۲۶۶/۶۷۷	۲۶۶/۶۷۷	۰/۵۷۲۸	-
تکرار × سال	۴	۲۸۶۷/۰۷۴	۷۱۶/۷۶۸	۱/۵۳۹۴	۰/۲۵۷۹
کود	۱	۲۴۰/۳۷۰	۲۴۰/۳۷۰	۰/۵۱۶۳	-
سال × کود	۱	۹/۳۰۷	۹/۳۰۷	۰/۰۲۰۰	-
رس	۱	۵۲۳۸/۲۴۲	۵۲۳۸/۲۴۲	۱۱/۲۵۰۴***	۰/۰۰۶۴
سال × رس	۱	۱۰/۱۹۲۸	۱۰/۱۹۲۸	۰/۲۱۸۹	-
کود × رس	۱	۹۲۷/۸۷۹	۹۲۷/۸۷۹	۱/۹۹۲۸	۰/۱۸۵۷
سال × کود × رس	۱	۱۱۳۵/۹۵۱	۱۱۳۵/۹۵۱	۲/۴۳۹۷	۰/۱۴۶۶
کوواریت	۱	۲۲۸۳/۶۱۱	۲۲۸۳/۶۱۱	۴/۹۰۴۶	
خطا	۱۱	۵۱۲۱/۶۴۹	۴۶۵/۶۰۴		

اثر تیمارهای فرعی در استقرار گونه سنجد: بر اساس تجزیه کوواریانس رشد قطر یقه در گونه سنجد اختلاف معنی داری بین رشد قطر یقه و منابع تغییر برای گونه سنجد مشاهده نمی شود. ضریب تغییرات نیز حدود ۳۵/۲۱ درصد است. در تجزیه کوواریانس برای میانگین داده های رشد ارتفاعی اختلاف معنی داری بین این صفت و منابع تغییر در گونه سنجد مشاهده نشده است. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۲۴/۱۷ درصد است. نتایج حاصل از تجزیه کوواریانس برای میانگین داده های تاج پوشش و منابع تغییر، تنها در اثر سال اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد ($P=0/0499$) بین صفت تاج پوشش سال در گونه سنجد مشاهده می شود. در سایر منابع تغییر هیچ گونه اختلاف معنی داری مشاهده نگردد. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۳۴/۳۷ درصد است (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه کوواریانس صفت تاج پوشش برای گونه سنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۲۵۲/۵۷۵	۲۵۲/۵۷۵	۴/۸۴۹۵*	۰/۰۴۹۹
تکرار × سال	۴	۲۱۶/۶۰۳	۵۴/۱۵۱	۱/۰۳۹۷	۰/۴۳۰۰
کود	۱	۵۷/۶۴۶	۵۷/۶۴۶	۱/۱۰۶۸	۰/۳۱۵۳
سال × کود	۱	۵۲/۰۳۱	۵۲/۰۳۱	۰/۹۹۹۰	-
رس	۱	۱۰۶/۴۴۲	۱۰۶/۴۴۲	۲/۰۴۳۷	۰/۱۸۰۶
سال × رس	۱	۱۶/۹۹۱	۱۶/۹۹۱	۰/۳۲۶۲	-
کود × رس	۱	۱۵۸/۷۴۲	۱۵۸/۷۴۲	۳/۰۴۷۹	۰/۱۰۸۷
سال × کود × رس	۱	۱۹/۰۶۷	۱۹/۰۶۷	۰/۳۶۶۱	-
کوواریت	۱	۱۵۴/۴۶۱	۱۵۴/۴۶۱	۲/۹۶۷۶	
خطا	۱۱	۵۷۲/۹۱۴	۵۲/۰۸۳		

اثر تیمارهای فرعی در استقرار گونه افاقیا: بر اساس تجزیه کوواریانس صفت رشد قطر یقه در گونه افاقیا اختلاف معنی‌داری بین این صفت و منابع تغییر به جز در منبع تغییر رس در سطح پنج درصد ($P=0/0409$) مشاهده نگردید. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۲۷/۳۵ درصد است (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه کوواریانس صفت رشد قطر یقه برای گونه افاقیا

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۳۴۸۱/۸۴۱	۳۴۸۱/۸۴۱	۲/۱۲۷۷	۰/۱۷۲۶
تکرار × سال	۴	۱۱۸۶۸/۹۹۳	۲۹۶۷/۲۴۸	۱/۸۱۳۳	۰/۱۹۶۶
کود	۱	۴۱۶۳/۵۶۰	۴۱۶۳/۵۶۰	۲/۵۴۴۳	۰/۱۳۹۰
سال × کود	۱	۸۵/۲۰۶	۸۵/۲۰۶	۰/۰۵۲۱	-
رس	۱	۸۷۷۸/۵۴۵	۸۷۷۸/۵۴۵	۵/۳۶۴۵*	۰/۰۴۰۹
سال × رس	۱	۲۴۴۶/۶۴۹	۲۴۴۶/۶۴۹	۱/۴۹۵۱	۰/۲۴۷۰
کود × رس	۱	۶/۴۵۸	۶/۴۵۸	۰/۰۰۳۹	-
سال × کود × رس	۱	۵۰/۱۴۲۱	۵۰/۱۴۲۱	۰/۳۰۶۴	-
کوواریت	۱	۲۱۰۲/۴۷۲	۲۱۰۲/۴۷۲	۱/۲۸۴۸	
خطا	۱۱	۱۸۰۰۰/۶۱۱	۱۶۳۶/۴۱۹		

نتایج حاصل از تجزیه کوواریانس صفت رشد ارتفاعی و منابع تغییر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار فقط در سال و اثر متقابل تکرار و سال در سطح پنج درصد ($P=0/0105$) است. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس حدود ۱۸/۰۱ درصد است (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه کوواریانس صفت رشد ارتفاعی برای گونه افاقیا

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۹۰/۴۴۱	۹۰/۴۴۱	۴/۸۷۱۱*	۰/۰۴۹۵
تکرار × سال	۴	۴۱۴/۵۴۵	۱۰۳/۶۲۶	۵/۵۸۱۸*	۰/۰۱۰۵
کود	۱	۳۰/۲۸۲	۳۰/۲۸۲	۱/۶۳۱۰	۰/۲۲۷۹
سال × کود	۱	۰/۹۵۹	۰/۹۵۹	۰/۰۵۱۷	-
رس	۱	۲۶/۹۷۳	۲۶/۹۷۳	۱/۴۵۲۷	۰/۲۵۳۴
سال × رس	۱	۵/۶۱۶	۵/۶۱۶	۰/۳۰۲۵	-
کود × رس	۱	۰/۱۴۴	۰/۱۴۴	۰/۰۰۷۸	-
سال × کود × رس	۱	۰/۷۷۰	۰/۷۷۰	۰/۰۴۱۵	-
کوواریت	۱	۰/۰۷۲۰	۰/۰۷۲	۰/۰۰۳۹	-
خطا	۱۱	۲۰۴/۲۳۶	۱۸/۵۶۷		

در تجزیه کوواریانس، صفت تاج پوشش و منابع تغییر در گونه افاقیا در منابع تغییر اثر سال و تکرار و همچنین اثر سال اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده گردیده و اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد برای منابع تغییر کود و رس حاصل شده است. ضریب تغییرات در این تجزیه کوواریانس برابر ۱۴/۱۷ درصد است (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه کوواریانس صفت تاج پوشش در گونه افاقیا

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
سال	۱	۴۹۸۵/۴۷۹	۴۹۸۵/۴۷۹	۴۰/۵۰۶۰**	۰/۰۰۰۱
تکرار × سال	۴	۱۷۳۰/۱۱۱	۱۷۳۰/۱۱۱	۱۴/۰۵۶۸**	۰/۰۰۰۳
کود	۱	۸۲۱/۲۶۰	۸۲۱/۲۶۰	۶/۶۷۲۶*	۰/۰۲۵۴
سال × کود	۱	۰/۷۴۰	۰/۷۴۰	۰/۰۰۶۰	-
رس	۱	۸۱۴/۲۹۲	۸۱۴/۲۹۲	۶/۶۱۶۰*	۰/۰۲۶۰
سال × رس	۱	۳۸/۵۷۶	۳۸/۵۷۶	۰/۳۱۳۴	-
کود × رس	۱	۲۱۴/۴۴۹	۲۱۴/۴۴۹	۱/۷۴۲۴	۰/۲۱۳۷
سال × کود × رس	۱	۶/۹۳۸	۶/۹۳۸	۰/۰۵۶۴	-
کوواریت	۱	۲۵۱/۱۲۰	۲۵۱/۱۲۰	۲/۰۴۰۳	-
خطا	۱۱	۱۳۵۳/۸۸۰	۱۲۳/۰۸۰		

اثر تیمارهای فرعی بر روی زنده‌مانی گونه‌های بادام، سنجد و افاقیا: پس از بررسی جداگانه اثر تیمارهای فرعی بر روی گونه‌های کاشته شده به‌منظور نتیجه‌گیری کلی از اثر این تیمارها، داده‌ها در قالب طرح اسپلیت پلات با تیمار اصلی (گونه‌های بادام، سنجد و افاقیا) و تیمارهای فرعی (در سطوح مخلوط کردن خاک طبیعی با یک واحد کود، بدون کود، با یک واحد خاک رس و بدون خاک رس) تجزیه شده‌اند. نتایج تجزیه واریانس بیان‌گر این است که اختلاف معنی دار در سطح یک درصد ($P=0/0038$) در منابع تغییر کود و در سطح پنج درصد ($P=0/045$) در منابع تغییر گونه وجود دارد. ضریب تغییرات در این تجزیه واریانس برابر ۲۹/۷۴ درصد است (جدول ۸).

جدول ۸- تجزیه واریانس اسپلیت پلات فاکتوریل زنده‌مانی برای گونه‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	P-value
تکرار	۲	۰/۲۲۲	۰/۱۱۱	۰/۵۷۱۴	
گونه	۲	۲/۸۸۹	۱/۴۴۴	۷/۴۲۸۶*	۰/۰۴۵۰
خطا	۴	۰/۷۷۸	۰/۱۹۴		
ر کود	۱	۴/۶۹۴	۴/۶۹۴	۱۱/۰۲۱۷**	۰/۰۰۳۸
گونه × کود	۲	۱/۵۵۶	۰/۷۷۸	۱/۸۲۶۱	۰/۱۸۹۶
رس	۱	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۶۵۲	
گونه × رس	۲	۰/۸۸۹	۰/۴۴۴	۱/۰۴۳۵	۰/۳۷۲۶
رس × کود	۱	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۵۸۷۰	
گونه × کود × رس	۲	۰/۶۶۷	۰/۳۳۳	۰/۷۸۲۶	
خطا	۱۸	۷/۶۶۷	۰/۴۲۶		
جمع	۳۵				

با استفاده از آزمون دانکن، میانگین تعداد نهال‌های زنده‌مانی گونه‌های مختلف، مقایسه و در دو گروه دسته‌بندی شدند. بر اساس ترکیب‌بندی فوق، بادام و افاقیا هر دو در یک گروه و بادام و سنجد در گروه بعدی قرار گرفتند. به عبارت دیگر در گروه اول بین زنده‌مانی بادام و افاقیا تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج و بحث

استنتاج آماری: بر اساس جداول تجزیه کوواریانس برای هر یک از گونه‌ها (بادام، سنجد، افاقیا) به‌عنوان تیمار اصلی، (کود و رس) به‌عنوان تیمارهای فرعی و اثرات متقابل تکرار، سال و کود، رس، کود و رس، سال، کود و رس، سال و رس به‌عنوان منابع تغییر، مواردی که برای هر یک از صفات رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده شده مشخص و مورد تفسیر قرار گرفته است (جدول ۹). در ادامه بر اساس منابع تغییر گونه‌های دارای اختلاف معنی‌دار برای هر یک از صفات رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش مشخص گردیدند (جدول ۱۱). با توجه به جدول فوق موارد مشترک اختلاف معنی‌دار بر اساس صفات رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش برای گونه‌ها مشخص گردید (جدول ۱۰).

با توجه به دسته‌بندی‌های فوق، تعداد اختلاف معنی‌دار برای گونه‌های بادام و افاقیا بر اساس منابع تغییر برای هر یک از صفات سه گانه (رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش) هفت مورد و برای گونه سنجد فقط یک مورد آن هم اثر سال بر روی صفت تاج پوشش است. موارد مشترک اختلاف معنی‌دار بر اساس صفات سه‌گانه برای منابع تغییر سال در گونه‌های بادام، افاقیا و سنجد و در مورد رس فقط برای بادام و افاقیا است. به‌طوری‌که اثر منابع تغییر رس در صفت رشد قطر یقه برای گونه‌های بادام و افاقیا، در صفت رشد ارتفاعی اثر منابع تغییر سال برای گونه‌های بادام و افاقیا، در صفت تاج پوشش اثر منابع تغییر رس برای گونه‌های بادام و افاقیا و در صفت تاج پوشش اثر منبع تغییر سال فقط برای گونه سنجد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است.

جدول ۹- موارد اختلاف معنی دار بر اساس گونه‌ها

گونه	صفات	منابع تغییر	P-value
بادام	رشد قطر یقه	اثر تکرارها و سال	۰/۰۰۰۰
		سال و کود	۰/۰۰۲۱
		رس	۰/۰۰۱۱
		کود و سال	۰/۰۰۳۹
		سال، کود و رس	۰/۰۰۲۴
	رشد ارتفاعی	سال	۰/۰۲۸۸
	تاج پوشش	رس	۰/۰۰۶۴
سنجد	تاج پوشش	سال	۰/۰۴۹۹
اقاقیا	رشد قطر یقه	رس	۰/۰۴۰۹
		سال	۰/۰۴۹۵
	رشد ارتفاعی	تکرار و سال	۰/۰۱۰۵
		سال	۰/۰۰۰۱
	تاج پوشش	تکرار و سال	۰/۰۰۰۳
		کود	۰/۰۲۵۴
		رس	۰/۰۲۶۰

جدول ۱۰- موارد اختلاف معنی دار برای صفات سه گانه

صفات	گونه	منابع تغییر	P-value
رشد قطر یقه	اقاقیا - بادام	رس	۰/۰۴۰۹ و ۰/۰۰۱۱
رشد ارتفاعی	اقاقیا - بادام	سال	۰/۰۲۸۸ و ۰/۰۴۹۵
تاج پوشش	اقاقیا - بادام	رس	۰/۰۰۶۴ و ۰/۰۲۶۰
تاج پوشش	سنجد	سال	۰/۰۴۹۹

جدول ۱۱- موارد اختلاف معنی دار بر اساس منابع تغییر

منابع تغییر	صفات	گونه‌ها	P-value
سال	رشد ارتفاعی	اقاقیا + بادام	۰/۰۲۸۸ و ۰/۰۴۹۵
	تاج پوشش	سنجد + ااقاقیا	۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۴۹۹
تکرار	رشد قطر یقه	بادام	۰/۰۰۰۰
	رشد ارتفاعی	اقاقیا	۰/۰۱۰۵
	تاج پوشش	اقاقیا	۰/۰۰۰۳
کود	تاج پوشش	اقاقیا	۰/۰۲۵۴
سال * کود	رشد قطر یقه	بادام	۰/۰۰۲۱
رس	رشد قطر یقه	اقاقیا + بادام	۰/۰۰۱۱ و ۰/۰۴۰۹
	تاج پوشش	اقاقیا + بادام	۰/۰۰۶۴ و ۰/۰۲۶۰
کود * رس	رشد قطر یقه	بادام	۰/۰۰۳۹
سال * کود * رس	رشد قطر یقه	بادام	۰/۰۰۲۴

با توجه به جداول ۹ و ۱۰ می‌توان گفت که گونه‌های بادام و ااقاقیا دارای هفت مورد و گونه سنجد دارای فقط یک مورد اختلاف معنی دار است. از بین موارد اختلاف معنی دار برای هر یک از منابع تغییر اثرات سال، از نظر زنده‌مانی و اثرات منابع تغییر کود و رس از نظر الگوی کاشت مهم هستند. از بین صفات سه گانه رشد قطر یقه، ارتفاع و تاج پوشش، صفت تاج پوشش از نظر حفاظت خاک حائز اهمیت بوده که خوشبختانه در هر یک از سه گونه بادام، ااقاقیا و

سنجد موارد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری و تعداد موارد اختلاف معنی‌دار برای هر یک از گونه‌ها و آزمون دانکن و نیز خصوصیات بتائیکی گونه‌ها و نیز اهداف طرح به‌ترتیب اولویت از نظر الگوی کاشت گونه‌های بادام، افاقیا و سنجد و از جنبه در نظر نگرفتن الگوی کاشت فقط در خصوص معرفی گونه به‌ترتیب اولویت سنجد، افاقیا و بادام معرفی می‌گردند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری بیان‌گر این است که اعمال تیمارهای فرعی (الگوی کاشت) نظیر لحاظ یک واحد خاک رس و کود برای کاشت نهال‌های بادام، افاقیا و سنجد در حوزه‌های آبخیز مشابه عرصه تحقیقاتی در استقرار و زنده‌مانی و رشد صفات سه گانه (رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و تاج پوشش) تأثیر مثبتی دارند. چنانچه امکان فراهم شدن کود و رس در حوضه وجود نداشته باشد، از نظر معرفی گونه اولویت اول با گونه سنجد است. زیرا این گونه در هیچ کدام از منابع تغییر برای صفات رشد قطر یقه و رشد ارتفاعی، اختلاف معنی‌داری نشان نداده و فقط برای صفت تاج پوشش آن هم در ارتباط با منابع تغییر سال اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است ($P=0/0499$).

منابع مورد استفاده

۱. حسین‌پور، ر. ۱۳۷۷. کنترل فرسایش خندقی به طریق بیولوژیکی با استفاده از گونه‌های سریع‌الرشد. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان آذربایجان غربی، صفحه ۶۵.
 ۲. رضایی، ع.، ع. عبدی‌نام و م.ق. نبی. ۱۳۷۷. بررسی و ارزیابی حوزه‌های آبخیز به منظور تهیه شناسنامه آبخیزها در استان زنجان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، صفحه ۲۴۵.
 ۳. عبدی‌نام، ع.، ی. عصری، م.ق. نبی، ف. آقاجانلو، س.ا. موسوی و پ. عبدی. ۱۳۸۱. شناسایی مناطق شور و گیاهان شورپسند و مطالعه مکانیسم‌های مقاومت به شوری و معرفی گونه‌های مطلوب مرتعی مقاوم به شوری در استان زنجان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان. صفحه ۷۶.
 ۴. مهندسین مشاور جاماب. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور. گزارشات بارندگی، دمای هوا، تقسیمات آب و هوایی. وزارت نیرو.
 ۵. نبی، م.ق. ۱۳۷۶. بررسی مقایسه تولید دیم‌زارهای کم‌بازده و رها شده استان زنجان با مرتع‌کاری (یونجه دیم) و مراتع طبیعی. پایان‌نامه فوق لیسانس مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، صفحه ۱۵۰.
6. Mc Voy, M. 2000. Flow workshop summary concurrent, session III, hydrology and hydrologic modeling. Greater Everglades Ecosystem Restoration Conference. Greater Everglades Ecosystem Restoration Conference.
http://sflwww.er.usgs.gov/geer/geer_flow_wshop.html.

A tree planting survey in the marl watershed basins considering subsurface waters

Ali Abdi Nam¹, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan, Iran

Mohammad Mahdavi, Professor, Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran

Received: 25 December 2008

Accepted: 04 May 2009

Abstract

Existing coarse materials produced during surface erosion in the marl watershed basins in tributary beds and impermeable subsurface layers (marl layers) lead to produce a subsurface flow. This subsurface flow can be used in order to develop vegetation cover in order to make the biological stabilization of tributary beds. This method is very useful in the watersheds basins in which were performed the watershed practices such as Gabion dams and sediment ponds. This paper was the result of the research plan, which was considered as development of vegetation cover to biologically stabilize the tributary beds in Sardehat village areas as a split plot factorial statistical design. The three kinds of trees including: Almond, Elaeagnus, and Acacia as the main treatments, and the mixed of soil with manure and clay, and natural soil as the sub-treatments in three replications were studied in the selected area. During the performance of this study variables like stump diameter, height growth, and canopy cover were measured. Final results showed that considering the planting pattern Almond, Acacia and Elaeagnus, and without considering the planting pattern Elaeagnus, Acacia, and Almond were preferred respectively in order to stabilize biologically the marl tributary beds.

Key words: Biological stabilization, Coarse materials, Impermeable layers, Marl area, Tributary erosion

¹ abdinam@yahoo.com