

عوامل مؤثر در شکل‌گیری ساختار جنگلی حاشیه رودخانه ارس (مطالعه موردی: استان اردبیل)

فرهاد قاسمی آقباش^{۱*} و علی محبی^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. پست الکترونیک: ghasemifarhad@yahoo.com

۲- دکتری مرتعداری، پژوهشگر مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۸

چکیده

به منظور بررسی عوامل مؤثر در شکل‌گیری ساختار پوشش جنگلی حاشیه رودخانه ارس، منطقه مورد مطالعه براساس مشخصه‌های پوشش گیاهی (طبیعی و دست‌کاشت)، اندازه تخریب حاشیه رودخانه و عوارض طبیعی به پنج واحد تقسیم شد. در هر واحد، شرایط اکولوژیکی، مسائل اقتصادی- اجتماعی و خصوصیات جنگل‌شناسی مانند تراکم، قطر متوسط، ارتفاع متوسط، شکل پرورشی، تاج‌پوشش، وضعیت و کیفیت درختان بررسی و اندازه‌گیری شدند. بررسی مشخصه‌های جنگل‌شناسی از طریق ۲۰ قطعه نمونه مربعی شکل به ابعاد ۱۰×۱۰ متر و به روش منظم- تصادفی انجام گرفت. با توجه به یافته‌های تحقیق مشخص شد که در واحدهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین تراکم گونه‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد، در حالی که قطر و ارتفاع متوسط گونه‌ها هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. مطالعه وضعیت اقتصادی- اجتماعی در هریک از واحدهای مورد مطالعه نشان داد که بین دام‌های موجود در منطقه طرح با تراکم گونه‌ها ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد، در حالی که بین جمعیت موجود و تراکم گونه‌ها هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. دیگر نتایج این بررسی نشان داد که بین تراکم گونه‌های درختی موجود با بافت خاک ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: ویژگی‌های جنگل‌شناسی، حاشیه رودخانه، ساختار جنگل، ارس.

مقدمه

نادرست انسانی است (از قبیل جاده‌سازی، کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی، چرای دام، قطع درختان و سدسازی‌هایی که بدون ارزیابی زیست‌محیطی در حاشیه رودخانه‌ها انجام شده‌اند) سبب شده‌اند که انرژی هیدرولوژیکی موجود به علت عدم وجود شرایط تثبیت در حاشیه رودخانه‌ها، افزایش جریان‌های شدید سیلاب و افزایش قدرت فرساینده‌گری آن، از بین بردن یکنواختی حاشیه و نابودی زیستگاه گیاهان و جانوران و کاهش تولیدات بیولوژیکی، تخریب این اکوسیستم را به دنبال داشته باشد. از نظر کمی نیز صدمات محسوس و نامحسوس را باعث

پوشش جنگلی حاشیه رودخانه‌ها (Riparian zone) دارای عملکردهای زیادی است، به طوری که ترکیب درختان، درختچه‌ها و گراس‌های موجود در حاشیه رودخانه‌ها سبب افزایش کیفیت آب (برای شرب و غیره)، تثبیت ساختار حاشیه، جذب و ذخیره آب، کنترل سیلاب، ثبات بستر جریان، فراهم نمودن زیستگاه حیات وحش و آبریزان، فواید تفرجگاهی، حفظ خاک و تولیدات کشاورزی و حفظ زیبایی طبیعی منطقه می‌شود، اما متأسفانه به دلیل عدم درک اهمیت این موضوع، عامل‌های متعددی که در رأس آن فعالیت‌های

رودخانه که جریان سیل به‌طور متناوب رخ می‌دهد، گز مستقر می‌شود. همچنین در رودخانه‌هایی که سد بر روی آنها احداث شده است، گز مستقر می‌شود. درکل چنین نتیجه‌گیری شد که رژیم رودخانه در احیای حاشیه رودخانه و همچنین در جایگزینی دو گونه صنوبر و بید که گونه‌هایی پیشاهنگ هستند، نقش زیادی دارد.

Sferra و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی دیگر به بررسی وضعیت کمی و کیفی گونه بید در حاشیه رودخانه‌ها در آریزونا، آمریکا پرداختند و نتیجه گرفتند که در صورتی که شرایط زیستگاه بید در اثر حوادثی مانند سیل، آتش‌سوزی، توالی و یا خشکی نامناسب باشد، بید واکنش نشان داده و به سمت زیستگاه مناسب پیش می‌رود. یکی از مزیت‌های بید این است که توانایی سازگاری با تغییرات شرایط آب‌وهوایی را دارد. بید در کنار گونه مهاجمی مانند گز با موفقیت استقرار می‌یابد و در صورت مساعد بودن شرایط می‌تواند در طول پنج سال به‌خوبی رشد کرده و تجدیدحیات نماید. در قسمت‌هایی از حاشیه رودخانه‌ها که دارای نوساناتی در سطح آب هستند، بید قدرت استقرار دارد. آب اضافی شهری و کشاورزی در زیستگاه‌های حاشیه رودخانه می‌تواند محیطی مناسب برای استقرار بید باشد.

Stephenson و Calcarone (۱۹۹۹) دریافتند که سبز شدن نهال و بذرهای گونه گز (گونه مهاجم حاشیه رودخانه‌ها) در پایین دست سدها از اوایل تا اواخر بهار که ذوب برف‌ها سبب افزایش ذخیره سدها و سرریز شدن آب بیشتر و در نتیجه افزایش جریان آب می‌شود، اتفاق می‌افتد. Stromberg (۱۹۹۷) اعلام داشت که قطع درختان و شخم‌زدن حاشیه و فعالیت‌های کشاورزی و همچنین چرای سنگین دام‌ها، به تجمع گونه مهاجم گز در قرن نوزدهم کمک فراوانی نموده است و وقتی که این گونه مستقر می‌شود، با پراکنش بذرها، محل‌های دیگر را نیز مورد هجوم قرار می‌دهد. Busch و Smith (۱۹۹۵) گزارش کردند که جمعیت صنوبر و بید در حاشیه رودخانه به سطح آب زیرزمینی وابسته است. Howe و Knopf (۱۹۹۱) دریافتند که شخم و گسترش حاشیه‌نشینی و توسعه منابع آبی سبب

می‌شود، به‌طوری‌که طی سال‌های ۱۹۹۵ - ۱۹۹۸ میلادی در ورمونت آمریکا، خسارات ناشی از تخریب حاشیه و قدرت فرساینده‌گی سیلاب بالغ بر ۶۰/۰۰۰/۰۰۰ دلار برآورد شده است (Masek Lopez, 2006).

Liu و همکاران (۲۰۱۳) به نقش منفی سدسازی‌ها در کاهش تنوع زیستی حاشیه رودخانه‌ها اشاره کرده و توپوگرافی منطقه را از جمله عوامل اصلی تاثیرگذار در تنوع زیستی پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها ذکر کرده‌اند.

Aguilar و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی نقش فعالیت‌های انسانی (سدسازی به‌منظور آبیاری و تأمین منابع آبی) در تکه‌تکه شدن پوشش جنگلی حاشیه رودخانه در پرتغال پرداختند. یافته‌های ایشان حاکی از وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین ظرفیت آبیاری و تکه‌تکه شدن رویشگاه جنگلی حاشیه رودخانه بود.

Jowett و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی نقش دخالت‌های انجام شده (چرای دام) در پوشش جنگلی حاشیه رودخانه، ابراز داشتند که عدم حصارکشی برای جلوگیری از چرای دام‌ها می‌تواند تجدیدحیات پوشش گیاهی حاشیه رودخانه را مختل کند و در نتیجه بر کیفیت آب و همچنین جوامع آبی تأثیر منفی بگذارد.

Stromberg و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی به بررسی نقش جریان‌های رودخانه‌ای در تعیین ساختار پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در آریزونا، آمریکا پرداختند. آنها نقش جریان‌های رودخانه‌ای را در تعیین ساختار پوشش گیاهی مؤثر دانستند و عنوان کردند که تغییر شرایط هیدرولوژیک، تغییراتی را در ترکیب گونه‌های حاشیه رودخانه‌ها به وجود می‌آورد. در بسیاری از رودخانه‌های جنوب غربی آمریکا، سطوح آب‌های سطحی کاهش یافته و رژیم‌های سیل (Flood regimes) و تنظیم الگوی جریان تغییر یافته است. تغییرات هیدرولوژیکی نشان داده‌اند که گونه‌هایی مانند صنوبر و بید که گونه‌هایی پیشاهنگ هستند، توسط گونه مهاجم گز جایگزین شده‌اند. بیدها و صنوبرها در حاشیه رودخانه‌ها که بروز سیل در آنها به‌طور طبیعی رخ می‌دهد، مستقر می‌شوند. در مقابل، در قسمت‌هایی از

جمهوری خودمختار نخجوان قرار دارد، به طول حدود ۷۴ کیلومتر و عرض متوسط حدود ۲۰۰ متر است که شامل اراضی جنگلی، مرتعی، مستثنیات اشخاص، شهرک کشت و صنعت مغان و اراضی باتلاقی است و حدود ۸۰ درصد آن در حوضه استان اردبیل قرار دارد. مساحت حوضه آبریز ارس در خاک ایران ۳۸۶۵۲ کیلومتر مربع است که در حدود ۳۴۸۸ کیلومتر مربع آن را مناطق کوهستانی و ۶۱۶۴ کیلومتر مربع آن را کوهپایه و دشت تشکیل می‌دهد که این بخش در کلیه قسمت‌های حوضه پراکنده شده است. این حوضه در تقسیم‌بندی کلی هیدرولوژی ایران، جزئی از حوضه آبریز دریای خزر به‌شمار رفته و از شمال به رودخانه ارس، از غرب به کشور ترکیه، از جنوب به دریاچه ارومیه، از جنوب‌شرقی به حوضه سفیدرود و از شرق به حوضه مجاور دریای خزر از آستارا تا تالش محدود می‌شود (Anonymous, 1984). طبق آمار ۲۰ ساله (۱۳۶۲ تا ۱۳۸۱) ایستگاه هواشناسی پارس‌آباد مغان که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه است، متوسط بارندگی سالانه ۲۷۲ میلی‌متر، کمترین مقدار بارندگی در تیرماه به مقدار ۶/۵ میلی‌متر و بیشترین بارندگی در مهرماه به مقدار ۳۷/۱ میلی‌متر است. نزولات جوی اغلب به صورت برف و باران بوده و دوران یخبندان نیز از آذرماه شروع و تا اسفندماه ادامه می‌یابد. میانگین درجه‌حرارت روزانه ۱۴/۹ درجه سانتی‌گراد، حداقل درجه‌حرارت مطلق ۱۲- درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه‌حرارت مطلق ۴۱ درجه سانتی‌گراد است. متوسط رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه نیز ۷۲ درصد است. براساس منحنی آمبروترمیک فصل خشک در منطقه مورد مطالعه چهار ماه است که از اوایل خردادماه شروع و تا اوایل مهرماه ادامه می‌یابد. در تقسیم‌بندی آمبروزه این منطقه در اقلیم نیمه‌خشک قرار دارد.

روش پژوهش

تفکیک واحدها

با بازدید اولیه میدانی و براساس فاکتورهای پوشش گیاهی (طبیعی و دست‌کاشت) و اندازه تخریب حاشیه

هجوم و جایگزینی گونه‌های گیاهی مانند سنجد (*Eleagnus angustifolia*) و گز با گونه‌های بومی حاشیه رودخانه Rio Grande نیومکزیکوی مرکزی شده است. Clary و Webster (۱۹۸۹) اعلام نمودند که در حاشیه رودخانه‌هایی که تخریب شدیدی دارند، باید برای تجدید پوشش حاشیه رودخانه از چرای این مناطق جلوگیری شده و به شیوه قرق مدیریت شوند. Sigafos (۱۹۶۴) دریافت که استقرار گیاهان حاشیه در رودخانه‌هایی اتفاق می‌افتد که مرطوب، دست‌نخورده و حفاظت‌شده باشند.

تخریب پوشش گیاهی حاشیه رودخانه سبب از بین رفتن منابع تولید غذا، تغییر شکل رودخانه (به‌خصوص در نواحی مرزی این موضوع از حساسیت سیاسی-اجتماعی بیشتری برخوردار است)، هجوم بذره‌های گونه‌های مهاجم توسط سیلاب، افزایش خطر آتش‌سوزی به دلیل افزایش موادسوختنی، افزایش هزینه تأمین آب شرب، کاهش ارزش تفرجگاهی و غیره می‌شود. بنابراین با در نظر گرفتن عمق فاجعه تخریب و خروج آب و خاک از حوضه‌های آبخیز لازم است که عامل‌های مهم و تأثیرگذار در شکل‌گیری ساختار پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها شناسایی و دستورالعمل‌های لازم به منظور جلوگیری از خروج این منابع تنظیم و برای اجرا به سازمان‌های مربوطه اعلام شود.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

رودخانه ارس از مهم‌ترین رودهایی است که در منتهی‌الیه شمال‌غربی ایران قرار گرفته است. حوضه آبخیز ارس قسمت‌هایی از خاک کشورهای ترکیه، ارمنستان، جمهوری آذربایجان و ایران را فراگرفته است. حوضه رودخانه مذکور از نظر اقلیمی متغیر بوده و از مناطق سرد کوهستانی با ذخایر برفی پایدار و متوسط بارندگی ۸۰۰ میلی‌متر در سال شروع شده که ضمن گذر از مناطق معتدله، به آب‌وهوای نیمه‌خشک می‌رسد. نوار مرزی رودخانه ارس که در شمال استان اردبیل و آذربایجان شرقی و در همسایگی کشورهای جمهوری آذربایجان، جمهوری ارمنستان و

رودخانه، منطقه مورد مطالعه به واحدهای زیر تفکیک شد:

واحد A: سد میل‌مغان - اوزون تپه سفلی

واحد B: اوزون تپه سفلی - اسلام‌آباد قدیم

واحد C: اسلام‌آباد قدیم - ابتدای عرصه جنگلکاری شده

با گونه صنوبر

واحد D: ابتدا تا انتهای عرصه جنگلکاری شده با گونه

صنوبر

واحد E: انتهای عرصه جنگلکاری شده تا پاسگاه تازه‌کند

نکته قابل ذکر اینکه واحد D فقط در جریان انجام مراحل

واحدبندی منطقه تفکیک شد و با توجه به پوشش گیاهی آن

(Anonymous, 1984) هیچ‌گونه مطالعه‌ای در آن انجام

نشده است.

بررسی پوشش گیاهی

بررسی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در ۲۰

قطعه‌نمونه یک آری مربعی شکل که به روش منظم - تصادفی

در منطقه مورد مطالعه پیاده شدند، انجام گرفت. در این

تحقیق ابعاد شبکه آماربرداری ۱۰۰×۵۰۰ متر و ابعاد

قطعه‌نمونه ۱۰×۱۰ متر در نظر گرفته شد. در هر قطعه‌نمونه

مشخصه‌های ارتفاع، قطر، شکل پرورشی، وضعیت و کیفیت

درختان، درصد تاج پوشش و تعداد در هکتار پایه‌ها

اندازه‌گیری و بررسی شدند.

بررسی مسائل اقتصادی و اجتماعی در هر واحد

با توجه به اینکه عامل انسانی مانند فعالیت‌های

کشاورزی، جاده‌سازی، دامداری، قطع درختان و تغییر

کاربری اراضی جنگلی، بیشترین نقش را در تخریب

پوشش گیاهی حاشیه دارد، بنابراین در هر واحد این موضوع

به دقت بررسی شد.

بررسی وضعیت خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه

با عنایت به ضرورت و اهمیت خاک در حیات و استقرار

گیاهان، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک حاشیه

رودخانه ارس مورد مطالعه قرار گرفت. در این ارتباط، در

هر واحد مورد مطالعه، چهار نمونه خاکی برداشت شد و برای

تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه

خاک‌شناسی منتقل شد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - سمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لیون تست شد. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای مقایسه کلی مشخصه‌های جنگل‌شناسی و از آزمون توکی HSD برای مقایسات چندگانه انجام شد. همچنین تعیین ضریب همبستگی بین تراکم گونه‌ها با جمعیت و دام‌های موجود، با استفاده از روش همبستگی پیرسون انجام گرفت. بررسی ارتباط بین تراکم گونه‌های درختی موجود با برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان شوری، اسیدیته، درصد اشباع، درصد آهک و بافت خاک با استفاده از روش‌های همبستگی و آزمون مربع کای انجام شد. برای انجام کلیه آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS v.17 استفاده شد.

نتایج

نتایج این تحقیق در سه بخش جنگل‌شناسی، اقتصادی - اجتماعی و خاک‌شناسی ارائه شده است. با توجه به اینکه واحد D از نظر پوشش گیاهی با چهار واحد دیگر متفاوت بود (Anonymous, 1984)، بنابراین مقایسه مشخصه‌های مربوطه برای دستیابی به اهداف تحقیق در چهار واحد دیگر انجام شد.

ویژگی‌های جنگل‌شناسی منطقه مورد مطالعه

بر اساس مطالعات جنگل‌شناسی در هر چهار واحد، شکل پرورشی جنگل شاخه‌زاد، وضعیت درختان زنده، کیفیت پایه‌ها سالم و متوسط درصد تاج پوشش ۱۰ درصد بود.

پوشش گیاهی

با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی و رطوبت دائمی خاک در عمق‌های کمتر، پوشش گیاهی منطقه فقیر می‌باشد و بطور عمده از گونه‌های درختی نظیر گز (*Tamarix ramissima*)، سپیدار (*Populus alba*)، سنجد (*Eleagnus angustifolia*)، بید (*Salix alba*) و همچنین گونه‌های علفی نظیر تمشک (*Robus grantii*)، جگن

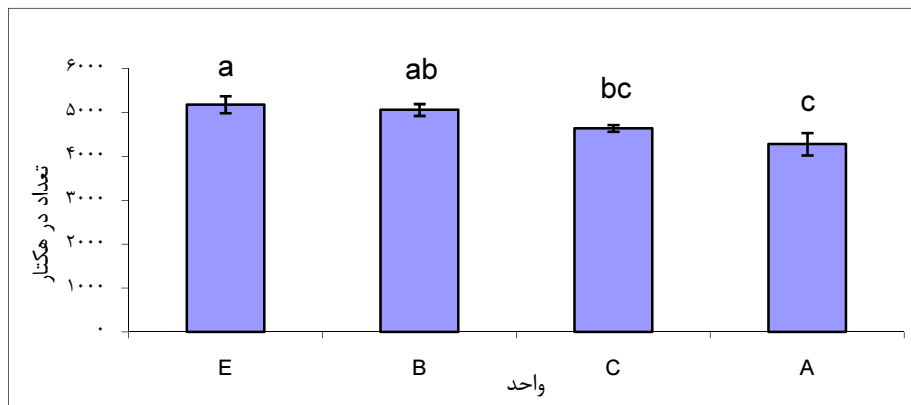
براساس جدول ۱ مشاهده می‌شود که بین تعداد در هکتار پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. بیشترین تعداد پایه‌ها به ترتیب در واحدهای E و A حضور دارند (شکل ۱).

(*Carex acuta*)، پنیرک (*Malva neglecta*)، دم‌روپاهی (*Alopecurus arundinaceus*)، لویی (*Typha latifolia*)، بارهنگ (*Plantago lanceolata*) و نوعی سازو (*Juncus sp.*) تشکیل شده‌اند. آنالیز واریانس تعداد در هکتار پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

جدول ۱- آنالیز واریانس تعداد در هکتار پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

| منبع | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | سطح معنی‌داری |
|------|--------------|------------|----------------|-------|---------------|
| واحد | ۲۵۳۸۰۰۰ | ۳ | ۸۴۶۰۰۰ | | |
| خطا | ۱۷۸۰۰۰۰ | ۱۶ | ۱۱۱۲۵۰ | ۷/۶۰۴ | ** ۰/۰۰۲ |
| کل | ۴۶۳۲۰۰۰۰ | ۲۰ | | | |

** معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد



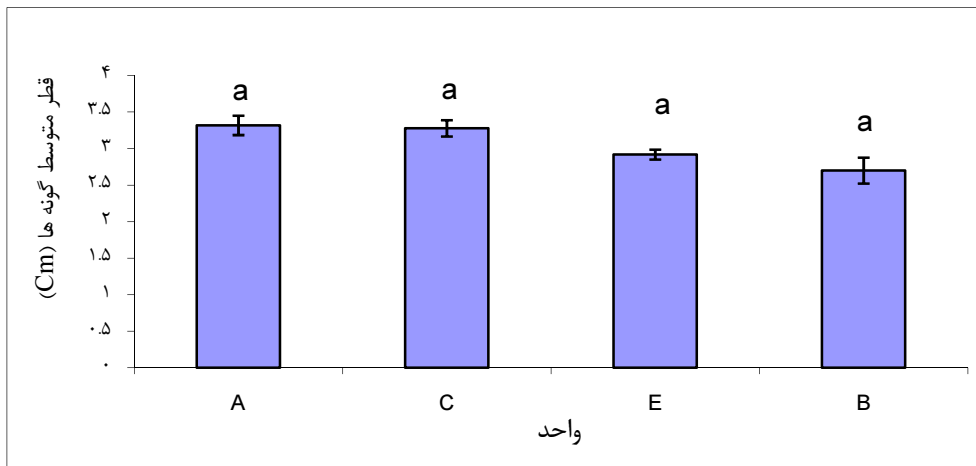
شکل ۱- میانگین تعداد در هکتار پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

آنالیز واریانس قطر متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه بین قطر متوسط پایه‌ها هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- آنالیز واریانس قطر متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

| منبع | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | سطح معنی‌داری |
|------|--------------|------------|----------------|-------|---------------|
| واحد | ۱/۳۲۶ | ۳ | ۰/۴۴۲ | | |
| خطا | ۳/۱۲۴ | ۱۶ | ۰/۱۹۵ | ۲/۲۶۳ | ns ۰/۱۲ |
| کل | ۱۹۱/۱۱ | ۲۰ | | | |

ns عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد



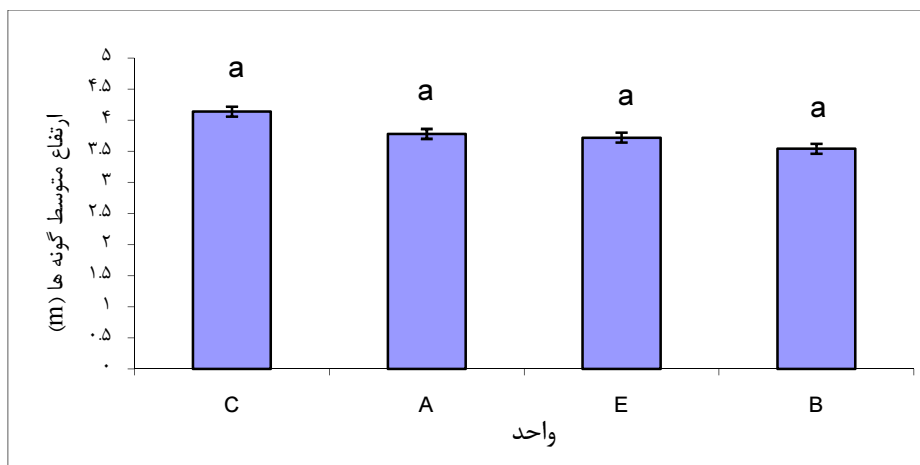
شکل ۲- قطر متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

آنالیز واریانس ارتفاع متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه بین ارتفاع متوسط پایه‌ها نیز هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- آنالیز واریانس ارتفاع متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

| منبع | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | سطح معنی‌داری |
|------|--------------|------------|----------------|-----|--------------------|
| واحد | ۰/۴۵ | ۳ | ۰/۱۵ | | |
| خطا | ۲/۱۸ | ۱۶ | ۰/۱۳۶ | ۱/۱ | ۰/۳۷ ^{ns} |
| کل | ۲۸۳/۸۸ | ۲۰ | | | |

^{ns} عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد



شکل ۳- ارتفاع متوسط پایه‌ها در واحدهای مورد مطالعه

مسائل اقتصادی- اجتماعی منطقه مورد مطالعه

از نظر وابستگی‌هایی که مردم منطقه نسبت به آب رودخانه ارس و پوشش علفی آن برای تغلیف دام و بهره‌برداری از جنگل‌های منطقه دارند، تراکم جمعیت و تمرکز روستاها در حاشیه رودخانه ارس بیشتر شده است. این مشکل می‌تواند با اجرای طرح جنگلکاری و اعمال مدیریت در حاشیه ارس تا حدودی تعدیل شود. در حال

باید تلاش کرد تا حد امکان از روستاییان ساکن و مهاجر در کنار رودخانه به‌نحو مطلوب استفاده شود تا از فشارهای وارد بر عرصه جلوگیری شود. نتایج مربوط به مسائل اقتصادی- اجتماعی مربوط به روستاهای واقع در هریک از واحدهای مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ در جدول‌های ۴ و ۵ آورده شده است.

جدول ۴- وضعیت عمومی روستاهای موجود در هریک از واحدهای مورد مطالعه (Anonymous, 2004)

| واحد | تعداد روستا | وضع طبیعی | راه ارتباطی | عشایر کوچنده در بخشی از سال | تعداد خانوار | جمعیت کل |
|------|-------------|-----------|-------------|-----------------------------|--------------|----------|
| A | ۱۱ | جلگه‌ای | آسفالت | دارد | ۵۷۶ | ۲۵۴۰ |
| B | ۴ | جلگه‌ای | آسفالت | دارد | ۶۵۲ | ۴۰۹۹ |
| C | ۲ | جلگه‌ای | آسفالت | دارد | ۷۲۱ | ۴۲۲۰ |
| D | ۸ | جلگه‌ای | آسفالت | دارد | ۱۲۰۱ | ۸۹۲۲ |
| E | ۱ | جلگه‌ای | آسفالت | ندارد | ۱ | ۱۷ |

بر اساس جدول ۴ مشاهده می‌شود که همه روستاهای موجود در منطقه طرح، جلگه‌ای هستند و دارای راه ارتباطی

آسفالت‌اند. بیشترین و کمترین تمرکز جمعیت نیز به ترتیب در واحدهای D و E است.

جدول ۵- تعداد بهره‌برداران و دام موجود در منطقه مورد مطالعه (Anonymous, 2004)

| واحد | تعداد بهره‌بردار | تعداد دام‌های کوچک | تعداد دام‌های بزرگ | جمع کل |
|------|------------------|--------------------|--------------------|--------|
| A | ۳۷۱ | ۶۲۹۳ | ۱۵۶۸ | ۷۸۶۱ |
| B | ۱۳۹ | ۴۶۹۱ | ۵۸۵ | ۵۲۷۶ |
| C | ۱۱۲ | ۳۵۱۸ | ۳۹۱ | ۳۹۰۹ |
| D | ۳۸۸ | ۶۲۰۹ | ۲۰۵۱ | ۸۲۶۰ |
| E | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |

با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود که بیشترین بهره‌بردار و تعداد دام در واحد D است، در حالی که واحد E فاقد بهره‌بردار و دام است.

ارتباط بین تراکم گونه‌های گیاهی با جمعیت انسانی و دام‌های موجود در منطقه مورد مطالعه تعیین ارتباط بین تراکم گونه‌ها با جمعیت انسانی و دام‌های موجود در منطقه مورد مطالعه با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام شد که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶- همبستگی بین تراکم گونه‌ها با جمعیت انسانی و دام‌های موجود در منطقه مورد مطالعه

| متغیر وابسته | عامل | جمعیت انسانی | دام |
|---------------|---------------|--------------|--------|
| تراکم گونه‌ها | ضریب همبستگی | -۰/۴۱۴ | -۰/۶۰۱ |
| | سطح معنی‌داری | ۰/۰۷ | ۰/۰۰۵ |

واحدهای A و C گز، در واحد B گز- سنجد و در واحد E پهن‌برگ آمیخته است، بنابراین مطالعه وضعیت خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه در سه تیپ فوق‌الذکر انجام شد.

تشریح وضعیت خاک‌شناسی تیپ گز

براساس جدول ۷ مشاهده می‌شود که وضعیت خاک این تیپ از نظر میزان فسفر کم و از نظر میزان پتاسیم کافی است. میزان شوری خاک خیلی زیاد و اسیدیته خاک قلیایی است.

براساس جدول ۶ مشاهده می‌شود که بین دام‌های موجود در منطقه طرح با تراکم گونه‌ها ارتباط معنی‌دار منفی در سطح اطمینان یک درصد وجود دارد، درحالی‌که بین جمعیت انسانی موجود و تراکم گونه‌ها هیچ گونه ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج مربوط به وضعیت خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه با بررسی‌های انجام‌شده مشخص شد که تیپ گیاهی در

جدول ۷- تشریح وضعیت خاک تیپ جنگلی گز

| عمق (سانتی‌متر) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی | اسیدیته | درصد کربن آلی | ازت کل (درصد) | فسفر قابل جذب (p.p.m) | پتاسیم قابل جذب (p.p.m) | بافت خاک |
|-----------------|------------|----------------|---------|---------------|---------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| ۰-۵۰ | ۵۹ | ۵۴/۲۵ | ۷/۹۲ | ۱/۴۹ | ۰/۱۵ | ۱/۰۱ | ۵۸۷ | لومی |

فسفر کم، میزان پتاسیم کافی و میزان شوری خاک خیلی زیاد است.

تشریح وضعیت خاک‌شناسی در تیپ گز- سنجد براساس جدول ۸ مشخص می‌شود که خاک این تیپ پوششی قلیایی بوده و در خاک منطقه مورد مطالعه نیز میزان

جدول ۸- تشریح وضعیت خاک تیپ جنگلی گز - سنجد

| عمق (سانتی‌متر) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی | اسیدیته | درصد کربن آلی | ازت کل (درصد) | فسفر قابل جذب (p.p.m) | پتاسیم قابل جذب (p.p.m) | بافت خاک |
|-----------------|------------|----------------|---------|---------------|---------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| ۰-۵۰ | ۴۲ | ۱۲/۶۵ | ۸/۳۲ | ۰/۶۳ | ۰/۰۶ | ۲/۶۲ | ۳۴۴ | لومی |

پوششی نیز قلیایی بوده و در این تیپ هم میزان فسفر کم، میزان پتاسیم کافی و میزان شوری خاک خیلی زیاد است.

تشریح وضعیت خاک‌شناسی در تیپ پهن‌برگ آمیخته براساس جدول ۹ مشخص می‌شود که خاک این تیپ

جدول ۹- تشریح وضعیت خاک تیپ پهن برگ آمیخته

| عمق (سانتی متر) | درصد اشباع | هدایت الکتریکی | اسیدیته | درصد کربن آلی | ازت کل (درصد) | فسفر قابل جذب (p.p.m) | پتاسیم قابل جذب (p.p.m) | بافت خاک |
|-----------------|------------|----------------|---------|---------------|---------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| ۰-۵۰ | ۳۸ | ۱۱/۹ | ۸/۲۵ | ۰/۳ | ۰/۰۳ | ۱ | ۲۳۸ | لومی - شنی |

ارتباط بین تراکم گونه‌های درختی موجود با بافت خاک منطقه مورد مطالعه در جدول‌های ۱۰ و ۱۱ نتایج بدست آمده از ارتباط بین تراکم گونه‌های درختی با

جدول ۱۰- تراکم (تعداد در هکتار) گونه‌های درختی در بافت‌های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه

| بافت | سپیدار | بید | سنجد | گز | مجموع |
|------------|--------|------|------|-------|-------|
| لومی | ۱۰۶۰ | ۱۴۳۰ | ۲۵۷۰ | ۴۴۱۰۰ | ۴۹۱۶۰ |
| لومی - شنی | ۳۰۷۵ | ۲۷۴۵ | ۵۶۹۰ | ۳۴۲۵۰ | ۴۵۷۶۰ |
| مجموع | ۴۱۳۵ | ۴۱۷۵ | ۸۲۶۰ | ۷۸۳۵۰ | ۹۴۹۲۰ |

جدول ۱۱- نتایج آزمون مربع کای

| مقادیر مشاهده شده o_i (تعداد در هکتار) | مقادیر مورد انتظار e_i (تعداد در هکتار) | $\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$ |
|---|--|-----------------------------|
| ۴۴۱۰۰ | ۴۰۵۷۸/۲۳ | ۳۰۵/۶۵ |
| ۲۵۷۰ | ۴۲۷۷/۹۳ | ۶۸۱/۸۷ |
| ۱۴۳۰ | ۲۱۶۲/۲۷ | ۲۴۷/۹۹ |
| ۱۰۶۰ | ۲۱۴۱/۵۵ | ۵۴۶/۲۱ |
| ۳۴۲۵۰ | ۳۷۷۷۱/۷۶ | ۳۲۸/۳۶ |
| ۵۶۹۰ | ۳۹۸۲/۰۶ | ۷۳۲/۵۵ |
| ۲۷۴۵ | ۲۰۱۲/۷۲ | ۲۶۶/۴۲ |
| ۳۰۷۵ | ۱۹۹۳/۴۴ | ۵۸۶/۸۱ |

$$\chi^2 = ۳۶۹۵/۸۶$$

موجود با بافت خاک ارتباط معنی داری وجود دارد. درصد حضور گونه‌های درختی موجود در بافت‌های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه در جدول ۱۲ ارائه شده است.

با توجه به اینکه مقدار χ^2 به دست آمده از جدول (سطح اطمینان ۹۵ درصد و درجه آزادی ۱۹) بیشتر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بین تراکم گونه‌های درختی

جدول ۱۲- درصد حضور گونه‌های درختی موجود در بافت‌های مختلف خاک

| گونه | | | | بافت |
|---------|---------|--------|--------|----------|
| گز | سنجد | بید | سپیدار | |
| % ۸۹/۷ | % ۵/۲۳ | % ۲/۹ | % ۲/۱۷ | لومی |
| % ۷۴/۸۵ | % ۱۲/۴۳ | % ۵/۹۹ | % ۶/۷۳ | لومی شنی |

بر اساس جدول ۱۲ مشاهده می‌شود که گز نسبت به بقیه گونه‌ها در هر دو بافت مورد مطالعه دارای بیشترین درصد حضور است، به طوری که بیشترین حضور این گونه با ۸۹/۷ درصد، در بافت‌های لومی است. بیشترین درصد حضور گونه‌های سنجد، بید و سپیدار نیز در خاک‌های با بافت شنی - لومی مشاهده می‌شود.

ارتباط بین تراکم گونه‌های درختی موجود با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

همبستگی موجود بین تراکم گونه‌های درختی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه در جدول‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، متغیرهای مورد مطالعه خاک، همگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم گونه گز همبستگی معنی‌دار دارند و به غیر از اسیدیته خاک که همبستگی منفی دارد، بقیه متغیرها دارای همبستگی مثبت هستند.

جدول ۱۳- همبستگی بین تراکم گونه گز با خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک

| متغیر | | | | عامل | متغیر وابسته |
|-------|-------|---------|-------|---------------|--------------|
| % NTV | % SP | pH | Ec | | |
| ۰/۸۷ | ۰/۸۹۶ | - ۰/۶۱۴ | ۰/۷۹۷ | ضریب همبستگی | تراکم |
| ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۰ | سطح معنی‌داری | |

(Ec: هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته، % SP: درصد اشباع، % NTV: درصد آهک)

اسیدیته خاک که همبستگی مثبت دارد، بقیه متغیرها دارای همبستگی منفی هستند.

در مورد گونه سنجد نیز بر اساس جدول ۱۴، متغیرهای مورد مطالعه خاک همگی در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم این گونه همبستگی معنی‌دار دارند. در این گونه بجز

جدول ۱۴- همبستگی بین تراکم گونه سنجد با خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک

| متغیر | | | | عامل | متغیر وابسته |
|--------|--------|-------|--------|---------------|--------------|
| % NTV | % SP | pH | Ec | | |
| -۰/۹۱۴ | -۰/۸۹۱ | ۰/۶۸۵ | -۰/۶۹۳ | ضریب همبستگی | تراکم |
| ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | سطح معنی‌داری | |

(Ec: هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته، % SP: درصد اشباع، % NTV: درصد آهک)

معنی دار دارند و به غیر از اسیدیته خاک که همبستگی مثبت دارد، بقیه متغیرها دارای همبستگی منفی هستند.

همان طور که در جدول ۱۵ مشاهده می شود، از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک، به غیر از شوری خاک بقیه در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم گونه بید همبستگی

جدول ۱۵- همبستگی بین تراکم گونه بید با خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک

| متغیر | | | | عامل | متغیر وابسته |
|--------|--------|-------|--------|---------------|--------------|
| % NTV | % SP | pH | Ec | | |
| -۰/۸۵۲ | -۰/۷۴۷ | ۰/۷۸۱ | -۰/۴۳۹ | ضریب همبستگی | تراکم |
| ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۵۳ | سطح معنی داری | |

(Ec: هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته، % SP: درصد اشباع، % NTV: درصد آهک)

منفی دارد. اسیدیته و درصد آهک خاک نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم سپیدار ارتباط معنی دار داشته است، به طوری که این همبستگی در مورد اسیدیته مثبت و در مورد درصد آهک خاک منفی است.

بر اساس جدول ۱۶ نیز مشخص می شود که از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک، شوری خاک با تراکم گونه سپیدار ارتباط معنی داری ندارد. درصد اشباع خاک در سطح اطمینان ۹۵ درصد با تراکم این گونه همبستگی معنی دار

جدول ۱۶- همبستگی بین تراکم گونه سپیدار با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

| متغیر | | | | عامل | متغیر وابسته |
|--------|--------|-------|--------|---------------|--------------|
| % NTV | % SP | pH | Ec | | |
| -۰/۶۸۵ | -۰/۷۴۷ | ۰/۶۴۲ | -۰/۱۸۳ | ضریب همبستگی | تراکم |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۲ | ۰/۴۳۹ | سطح معنی داری | |

(Ec: هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته، % SP: درصد اشباع، % NTV: درصد آهک)

بحث

جنگل شناسی نشان داد که این واحدها فقط از نظر تعداد در هکتار با هم اختلاف معنی داری دارند، به طوری که بیشترین و کمترین تراکم به ترتیب مربوط به واحدهای E و A است. بررسی همبستگی بین تعداد جمعیت انسانی با تراکم گونه‌ها نشان داد که هیچ گونه رابطه معنی داری بین این دو مشخصه وجود ندارد، اما بین تعداد دام‌های موجود در هر واحد با تراکم گونه‌ها رابطه معنی دار منفی در سطح اطمینان یک درصد وجود دارد، به طوری که با افزایش تعداد دام‌ها از تراکم گونه‌ها کاسته می شود. Stromberg (۱۹۹۷) و Clary و Webster (۱۹۸۹) نیز در پژوهش‌های خود به این مسأله اشاره کرده‌اند و برای تجدید پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها، عدم چرای دام‌ها و مدیریت به شیوه قرق را

نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط اقلیمی یکسانی بر واحدهای مورد مطالعه حاکم است، اما پراکنش روستاها و به دنبال آن توزیع جمعیت انسانی و دام در طول حاشیه رودخانه یکسان نیست و به نظر می رسد که همین عامل‌ها در کنار عامل ادافیکی، مهم ترین عامل‌های تأثیرگذار در شکل گیری ساختار جنگلی حاشیه رودخانه ارس باشند. بنابراین با توجه به هدف تحقیق در بررسی عامل‌های تأثیرگذار در شکل گیری ساختار جنگلی حاشیه رودخانه ارس، نتایج این بررسی در دو بخش مسائل اقتصادی- اجتماعی و خاک شناسی مورد بحث قرار می گیرد. بررسی واحدهای مورد مطالعه از نظر مشخصه‌های

بررسی منابع نیز نشان داده است که بید در اسیدپدیده بیشتر از هفت به‌خوبی رشد می‌کند (Busch & Smith, 1995). در ارتباط با تراکم گونه سپیدار نیز با توجه به جدول ۱۶ مشاهده می‌شود که از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک، شوری خاک با تراکم گونه سپیدار ارتباط معنی‌داری ندارد. درصد اشباع خاک در سطح اطمینان ۹۵ درصد با تراکم این گونه همبستگی معنی‌دار منفی دارد. اسیدپدیده و درصد آهک خاک نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم سپیدار ارتباط معنی‌دار داشته است، به‌طوری‌که این همبستگی در مورد اسیدپدیده مثبت و در مورد درصد آهک خاک منفی است.

References

- Aguiar, F., Martins, M.J., Bejarana, M.D., Portela, M.M and Cardoso, J. 2013. Effects of dam-regulated flows and fragmentation in species and trait composition of streamside forests. Abstracts of the 56th IAVS Symposium: Vegetation Patterns and Their Underlying Processes. Estonia, 26-30 June 2013: pp 5.
- Anonymous, 1984. Annual Inventory of Ardabil Province of Iran. Published by Management and Planning Organization of Ardabil Province, 550p (In Persian).
- Anonymous, 2004. Forest Plantation Project of Aras River Margin. Natural Resources General Office of Ardabil province, 10p (In Persian).
- Busch, D.E. and Smith, S.D. 1995. Mechanisms associated with decline of woody species in riparian ecosystems of the south western U.S. Ecological Monographs, 65(3): 347-370.
- Clary, W.P. and Webster, B.F. 1989. Managing grazing of riparian areas in the Inter Mountain Region. Forest Service, Department of Agriculture, Intermountain Research Station, General Technical Report, 11p.
- Di Tomaso, J.M. 1998. Impact, biology and ecology of saltcedar (*Tamarix* spp.) in the Southwestern United States, pp. 326-336. In: Whitson, T.D. (ed). Symposium: Integrated Systems for Noxious Weed Management on Rangelands. Weed Technology, 12(2):325-416.
- Howe, W.H. and Knopf, F.L. 1991. On the imminent decline of Rio Grande cotton woods in central New Mexico. The South Western Naturalist, 36(2): 218-224.
- Jowett, I.G., Richardson, J., Boubee, J.A.T. 2009. Effects of riparian manipulation on stream communities in small streams: two case studies. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 43: 763-774.
- Liu, W., Liu, G., Liu, H., Song, Y. and Zhang, Q. 2013. Subtropical reservoir shorelines have reduced plant species and functional richness

پیشنهاد کرده‌اند.

نتایج آزمایش‌های خاک‌شناسی بیانگر بالابردن میزان شوری خاک در هر سه تیپ مورد مطالعه است. البته میزان شوری خاک در تیپ گز نسبت به دو تیپ دیگر بیشتر است که دلیل اصلی این مسأله، خصوصیات اکولوژیکی گونه گز در بالابردن میزان شوری خاک و جلوگیری از ورود گونه‌های بومی دیگر منطقه است. طبق مطالعه Stromberg و همکاران (۲۰۰۶)، تغییر شرایط هیدرولوژیک رودخانه تغییراتی را در ترکیب گونه‌ای حاشیه رودخانه به‌وجود می‌آورد، به‌طوری‌که گونه مهاجم گز در حاشیه مستقر شده و توده‌های تک‌پایه‌ای را ایجاد می‌کند. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که متغیرهای مورد مطالعه خاک، همگی در سطح احتمال ۹۹ درصد با تراکم گونه گز همبستگی معنی‌داری دارند. به‌طوری‌که (Di Tomaso ۱۹۹۸) نیز در تحقیق خود به این مسأله اشاره کرده و اظهار داشته که گز، گونه سازگار یافته حاشیه رودخانه‌هاست که نسبت به گونه‌های بومی دیگر سریع‌تر احیا شده و منطقه را اشغال می‌کند. در واقع با افزایش میزان شوری، درصد اشباع و آهک خاک، تراکم گز نیز افزایش می‌یابد. گونه سنجد نیز همانند گز با متغیرهای مورد مطالعه خاک در سطح اطمینان ۹۹ درصد ارتباط معنی‌داری دارد، با این تفاوت که تراکم سنجد با افزایش میزان شوری، درصد اشباع و آهک خاک کاسته می‌شود. بررسی منابع نشان داد که سنجد در اسیدپدیده کمتر از شش به‌خوبی نمی‌روید و با افزایش pH، تراکم سنجد نیز افزایش می‌یابد (Busch & Smith, 1995). سنجد گونه‌ای است که بافت‌های شنی را ترجیح داده و مقاوم به خاک‌های مرطوب است. امروزه این گونه به‌صورت تهاجمی برخی مناطق مانند حاشیه رودخانه‌ها را اشغال کرده است.

از جمله نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو اینست که مشخص شد از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک به‌غیر از شوری خاک، بقیه در سطح اطمینان ۹۹ درصد با تراکم گونه بید همبستگی معنی‌دار دارند و به‌غیر از اسیدپدیده خاک که همبستگی مثبت دارد، بقیه متغیرها دارای همبستگی منفی هستند. تراکم گونه بید با افزایش pH خاک افزایش یافته و

- Technical Report PSW-GTR-172, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 402p.
- Sigafoos, R.S. 1964. Botanical evidence of floods and flood- Plain deposition. U.S. Geological Survey, Professional Paper, 35p.
 - Stromberg, J.C. 1997. Growth and survivorship of fremont cotton wood, gooding willow and salt cedar seedling after large floods in central Arizona. *Great Basin Naturalist*, 57: 198-208.
 - Stromberg, J., Lite, S., Marler, R., Paradzick, C., Shafroth, P., Shorrock, D., White, J. and White, M. 2006. Abundance of introduced tamarix in arid basins of Arizona Reflects Prevailing Hydrology. Abstracts of the 20th Meeting of the Arizona Riparian Council, Arizona, 27-29 Apr. 2006: 13-14.
 - compared with adjacent riparian wetlands. *Environmental Research Letters*, 8(4): 1-10.
 - Masek Lopez, S. 2006. Riparian restoration on Hopi lands. Abstracts of the 20th Meeting of the Arizona Riparian Council: Riparian issues: Reflections on our past and challenges for our future. Arizona, 27-29 April 2006: 8-9.
 - Sferra, S., Beatty, G., Ellis, L., Messing, H. and Paxton, E. 2006. The southwestern willow flycatcher in Arizona: What we have learned since the early 1990s and the outlook for the future. Abstracts of the 20th Meeting of the Arizona Riparian Council, Arizona, 27-29 Apr. 2006: 11-12.
 - Stephenson, J.R. and Calcarone, G.M. 1999. Southern California Mountains and foothills assessment: Habitat and species conservation Issues. General

Effective factors in formation of forest structure in Aras riparian zone (Case study: Ardebil Province)

F. Ghasemi Aghbash^{1*} and A. Mohebbi²

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Malayer, Malayer, Iran. Email: ghasemifarhad@yahoo.com

2- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 11.28.2012

Accepted: 09.11.2013

Abstract

A study was conducted to investigate the effective factors in the formation of the forest structure across the Aras Riparian Zone in northwestern Iran. To this aim, the study area was divided into 5 units based on the vegetation status (natural, artificial), destruction rate of riparian zone and topography. The silvicultural (e.g. density, average diameter, average height, growth form, canopy cover and quality of trees), ecological and socioeconomic parameters were studied in each unit. The silvicultural parameters were surveyed within a number of 20 sample plots each encompassing 10×10 m which were selected by randomized systematic design. The results showed that species density was the only factor showing a significant difference ($p < 0.01$) amongst the units, whereas the average diameter and the average height did not were not significantly different. As a socioeconomic factor, livestock showed to bear a negative significant correlation with species density ($p < 0.01$), whereas the population proved not to be significantly associated with species density. Further results showed that a difference in soil texture is significantly correlated ($p < 0.05$) with the density of tree species.

Key word: Silvicultural parameters, riparian zone, forest structure, Aras river basin.