

## تعیین ارتباط تراکم گونه های گیاهی با خصوصیات خاک در اراضی حاشیه رودخانه ارس

• فرهاد قاسمی آقباش

عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول)

• علی محبی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع داری، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۷

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۴۵۵۷۴۳۴ - ۲۲۲۱۲۳۰ - ۰۶۷۱

Email: ghasemifarhad@yahoo.com

### چکیده

بررسی حاضر به منظور تعیین ارتباط تراکم گونه های گیاهی با خصوصیات خاک در اراضی حاشیه ی رودخانه ارس انجام گرفت. به همین منظور ۲۰ قطعه نمونه مربعی شکل به ابعاد ۱۰×۱۰ متر به روش سیستماتیک تصادفی در منطقه پیاده گردید. در هر قطعه نمونه تراکم، تاج پوشش، قطر و ارتفاع گونه های درختی و درختچه ای بومی منطقه بررسی و اندازه گیری شدند. یافته های این تحقیق با استفاده از آزمون  $\chi^2$  نشان داد که بین تراکم گونه های درختی موجود با بافت خاک در سطح احتمال ۰.۵٪ ارتباط معنی داری وجود دارد. به طوری که گز نسبت به سایر گونه ها در هردو بافت لومی و شنی - لومی دارای بیشترین درصد حضور می باشد (۸۹/۷ درصد در بافت های لومی و ۷۴/۸۵ درصد در بافت های شنی - لومی). گونه های سنجد، بید و سپیدار نیز بیشترین درصد حضورشان در خاک هایی با بافت شنی - لومی می باشد. هم چنین نتایج این تحقیق با استفاده از روش های همبستگی نشان داد که همبستگی معنی داری بین تراکم گونه های درختی موجود با برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه وجود دارد. به طوری که متغیرهای مورد مطالعه خاک همگی در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه گز همبستگی معنی دار دارند و به غیر از اسیدیته خاک که همبستگی معنی دار منفی دارد بقیه متغیرها دارای همبستگی معنی دار مثبت با تراکم گونه گز می باشند.

کلمات کلیدی: تراکم گیاهی، حاشیه رودخانه، رودخانه ارس، پارس آباد

Watershed Management Researches (Pajouhesh &amp; Sazandegi) No 82 pp: 2-11

**Determination of relationship between soil characteristics and plant species density in Aras Riparian Zone**

By: F. Gh. Aghbash, Staff Member, Chamran University of Ahvaz, Natural Resources Faculty of Behbahan, Department of Forestry and A. Mohebbi, Graduate Student Natural Resources of Tarbiat Modares University

Present Study was done for distinguishing of relationship between soil characteristics and Plant species density in Aras Riparian Zone. For this purpose, 20 plots (10×10 m) were selected using randomized systematic sampling and density vegetation and crown cover, diameter and elevation of native species were recorded. The result of  $\chi^2$  test showed that different soil textures significantly ( $p < 0.05$ ) have different presence and density of species. Whereas Tamarix ramisissima as compared with other species have the highest presence in both soil textures, Loam and Sandy-Loam (89/7 and 74/85). The highest occurrence of Eleagnus angustifolia, Salix alba and Populus alba were in Sandy-Loam textures. Correlation coefficients of evaluated parameters showed that study factors of species had different correlation with determined factors of soil. Whereas the soil characteristics significantly ( $p < 0.01$ ) have different correlation with density of Tamarix ramisissima. All the soil characteristics significantly have a positive Correlation with density of Tamarix ramisissima, except pH.

**Keywords:** Plant species density, Riparian Zone, Aras, Pars abad.

**مقدمه**

منابع طبیعی تجدید شونده به عنوان یکی از بسترهای توسعه پایدار هم اکنون در اکثر نقاط دنیا به دلایل مختلف که مهم ترین آنها عوامل انسانی و مدیریتی می‌باشد، در معرض تخریب و نابودی قرار گرفته است. مطالعه پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها با توجه به اهمیت آنها در حفظ کیفیت آب (جهت شرب)، تثبیت ساختار حاشیه، نفوذ آب‌های جاری و غنی سازی سفره‌های زیرزمینی، جلوگیری از فرسایش خاک و بروز سیلاب‌های مخرب، ثبات بستر جریان، زیستگاه حیات وحش و آبزیان، فواید تفرجگاهی، حفظ خاک و تعدیل آب و هوای منطقه، ممانعت از تغییر کاربری اراضی حاشیه، تخلیه رسوبات و آلودگی جریان‌ات سطحی آب و حفظ منظر دارای اهمیت بسزایی بوده و بررسی عوامل موثر در شکل‌گیری ساختار آنها نقش تعیین کننده‌ای در ارایه راهکارهای مدیریتی خواهد داشت.

<sup>۱</sup> Riparian zone در لغت به معنای حاشیه رودخانه می‌باشد. این کلمه برای درک ارتباط بین موجودات، تنوع و دینامیک جوامع حاشیه اکوسیستم‌های آبی بکار می‌رود. حاشیه رودخانه (Riparian zone) اصولاً به محل گذر مابین اکوسیستم‌های آبی (از قبیل جویبارها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌ها) و زیستگاه‌های بالادست حاشیه رودخانه گفته می‌شود. از لحاظ کارکردی و ساختاری Riparian zone متفاوت از اراضی بالادست محاط می‌باشد و در آن گونه‌هایی سازگاری دارند که به جریان‌ات سیل و رطوبت مازاد مقاومت نشان می‌دهند در حالی که اراضی بالادست محاط این طور نیستند.

Stromberg و همکاران در سال (۲۰۰۶) در تحقیقی به بررسی نقش جریان‌ات رودخانه‌ای در تعیین ساختار پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در ایالت آریزونا آمریکا پرداختند. ایشان نقش جریان‌ات رودخانه‌ای را در تعیین ساختار پوشش گیاهی موثر دانسته و عنوان کردند که تغییر شرایط هیدرولوژیک تغییراتی را در ترکیب گونه‌ای حاشیه رودخانه‌ها بوجود می‌آورد. در بسیاری از رودخانه‌های جنوب غرب ایالت متحده سطوح آب

های سطحی کاهش یافته، رژیم‌های سیل<sup>۴</sup> تغییر یافته و تنظیم الگوی جریان تغییر یافته است. تغییرات هیدرولوژیکی نشان داده‌اند که گونه‌هایی نظیر صنوبر و بید که گونه‌هایی پیشاهنگ هستند توسط گونه مهاجم گز جایگزین شده‌اند. بیدها و صنوبرها در حاشیه رودخانه‌هایی که بروز سیل در آنها به طور طبیعی رخ می‌دهد، مستقر می‌شوند. در مقابل در قسمت‌هایی از رودخانه که جریان سیل به طور متناوب رخ می‌دهد گز مستقر می‌شود. هم چنین در رودخانه‌هایی که سد بر روی آنها احداث گردیده، گز مستقر می‌شود. در کل ایشان به این نتیجه رسیدند که رژیم رودخانه در احیای حاشیه رودخانه و هم چنین در جایگزینی دو جنس صنوبر و بید نقش زیادی دارد (۱۳). Sferra و همکاران در سال (۲۰۰۶) در تحقیقی به بررسی گونه بید در حاشیه رودخانه‌ها در ایالت آریزونا آمریکا پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که در صورتی شرایط زیستگاه بید در اثر حوادثی نظیر سیل، آتش‌سوزی، توالی و یا خشکی نامناسب باشد بید واکنش نشان داده و به طرف زیستگاه مناسب پیش می‌رود. یکی از محاسن بید این است که توانایی سازگاری با تغییرات شرایط آب و هوایی را دارد. بید در کنار گونه مهاجم نظیر گز با موفقیت استقرار می‌یابد و در صورت مساعد بودن شرایط می‌تواند در طول ۵ سال به خوبی رشد کرده و تجدید حیات نماید. در قسمت‌هایی از حاشیه رودخانه‌ها که دارای نوساناتی در سطوح آب می‌باشند، بید قدرت استقرار دارد. آب اضافی شهری و کشاورزی در زیستگاه‌های حاشیه رودخانه می‌تواند محیطی مناسب برای استقرار بید باشد (۹). Shafroth و همکاران در سال (۱۹۹۹) دریافتند که سبز شدن نهال و بذور گونه گز (گونه تهاجمی حاشیه رودخانه‌ها) در پایین دست سدها از اوایل تا اواخر بهار که ذوب برف‌ها باعث افزایش ذخیره سدها و سرریز شدن آب بیشتر و در نتیجه افزایش جریان‌ات آبی می‌شود، اتفاق می‌افتد (۸). Sovell و همکاران در سال (۲۰۰۰) در جنوب شرقی مینسوتا دریافتند که گراس‌های حاشیه رودخانه در رسوب‌گیری بهتر از چوبی‌ها عمل می‌کنند و دلیل آن را داشتن پوشش کم زبراشکوب در این نوع پوشش اعلام کرده‌اند (۱). Stromberg در سال (۱۹۹۷) اعلام داشت که قطع

متر در سال شروع گردیده که ضمن گذر از مناطق معتدله به آب و هوای نیمه خشک می‌رسد. نوار مرزی رودخانه ارس که در شمال استان اردبیل و آذربایجان شرقی و در همسایگی کشور شوروی سابق قرار دارد به طول حدود ۷۴ کیلومتر و به عرض متوسط حدود ۲۰۰ متر می‌باشد که شامل اراضی جنگلی، مرتعی، مستثنیات اشخاص، شهرک کشت و صنعت مغان و اراضی باتلاقی است و حدود ۸۰ درصد آن در حوزه استان اردبیل قرار دارد. مساحت حوضه آبریز ارس در خاک ایران ۳۸۶۵۲ کیلومتر مربع است که حدوداً ۳۴۸۸ کیلومتر مربع آن را مناطق کوهستانی و ۶۱۶۴ کیلومتر مربع آنرا کوهپایه و دشت تشکیل می‌دهد که این بخش در کلیه قسمت‌های حوضه پراکنده است. این حوضه در تقسیم بندی کلی هیدرولوژی ایران جزئی از حوضه آبریز دریای خزر بشمار رفته و از شمال به رودخانه ارس و از غرب به کشور ترکیه و از جنوب به دریاچه ارومیه و از جنوب شرقی به حوزه سفید رود و از شرق به حوزه مجاور دریای خزر از آستارا تا تالش محدود می‌شود.

طبق آمار ۲۰ ساله (۱۳۶۲-۱۳۸۲) ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان که نزدیک ترین ایستگاه به منطقه ی مورد مطالعه است، میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۲ میلی‌متر، کمترین مقدار بارندگی در تیر ماه به میزان ۶/۵ میلی‌متر و بیشترین بارندگی در مهر ماه به میزان ۳۷/۱ میلی‌متر می‌باشد. نزولات جوی اکثراً بصورت برف و باران بوده و دوران یخ بندان نیز از آذرماه شروع و تا اسفند ماه ادامه می‌یابد. میانگین درجه حرارت روزانه ۱۴/۹ درجه سانتی‌گراد، حداقل درجه حرارت مطلق ۱۲- درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت مطلق ۴۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه نیز ۷۲ درصد می‌باشد.

بر اساس منحنی آمبروترمیک فصل خشک در منطقه مورد مطالعه ۴ ماه می‌باشد که از اوایل خرداد ماه شروع و تا اوایل مهر ماه ادامه می‌یابد. در تقسیم بندی آمبروزه این منطقه در اقلیم نیمه خشک قرار دارد.

درختان و شخم زدن حاشیه و فعالیت های کشاورزی و هم چنین چرای سنگین دام ها به تجمع گز در قرن نوزدهم کمک فراوانی نموده است و وقتی یک بار استقرار یافت با پراکنش بذور محل های دیگر را نیز مورد هجوم قرار خواهد داد(۱۲). تحقیقات Busch و همکاران در سال (۱۹۹۲) نشان داد که جمعیت صنوبر و بید در حاشیه رودخانه به آب تحتانی وابسته است(۲). Knopf و Howe در سال (۱۹۹۱) دریافتند که شخم و گسترش حاشیه نشینی و توسعه منابع آبی باعث هجوم و جایگزینی گونه های گیاهی نظیر *Tamarix sp* و *Eleagnus angustifolia* با گونه های بومی حاشیه رودخانه Rio Grande نیومکزیکوی مرکزی شده است(۷). در سال (۱۹۹۰) دریافت که تغییر جریانات سیلاب گیاهان بومی را تحت تاثیر قرار داده و ظهور گونه گیاهی گز (که در بهره برداری از منابع بهتر از گیاهان بومی عمل می‌کند و کل اکوسیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد) را باعث می‌شود(۱۴).

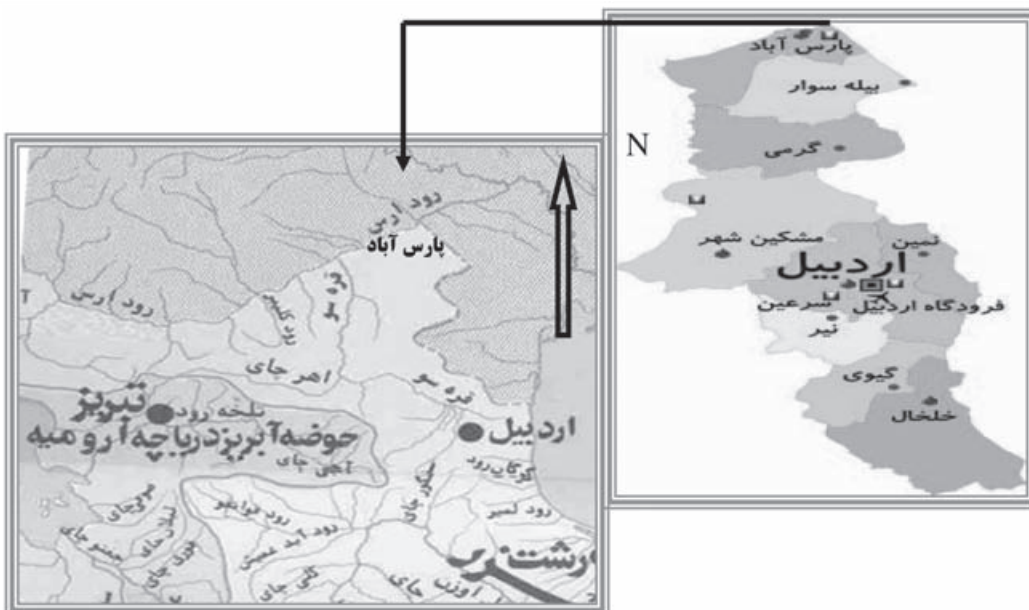
Webster و Clary در سال (۱۹۸۹) اعلام نمودند که در حاشیه رودخانه‌هایی که تخریب شدیدی دارند باید جهت تجدید پوشش حاشیه رودخانه از چرای این مناطق جلوگیری و به شیوه فرق مدیریت شوند(۴). Sigafos در سال (۱۹۶۴) دریافت که استقرار گیاهان حاشیه در رودخانه‌هایی اتفاق می‌افتد که مرطوب، دست نخورده و حفاظت شده باشند(۱۰).

حاشیه رودخانه‌ها به دلایل مختلف از جمله عدم مدیریت بهینه، در اثر بروز سیلاب های مخرب و طغیان های فصلی همواره در حال فرسایش بوده و باعث از بین رفتن خاک های مجاور می‌شوند و حاشیه ی رودخانه مرزی ارس نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. به طوری که سالانه سطوح زیادی از خاک کشاورمان در این منطقه تخریب یافته و با تغییر مسیر رودخانه مرزی مذکور به ناچار از خاک کشور کاسته و به طرف مقابل افزوده می‌شود که ادامه روند فوق اثرات ناگوار اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را در پی خواهد داشت.

## مواد و روش‌ها

### الف- منطقه مورد مطالعه

رودخانه ارس از مهم ترین رودهایی است که در منتهی الیه شمال غربی کشورمان قرار گرفته است. حوضه آبریز ارس قسمت هایی از خاک کشورهای ترکیه، ارمنستان، جمهوری آذربایجان و ایران را فرا گرفته است. حوضه آبریز ارس بین مختصات جغرافیایی ۴۴° ۰' - ۳۷° ۳۷' عرض شمالی واقع شده است. حوضه رودخانه مذکور از نظر اقلیمی متغیر بوده و از مناطق سرد کوهستانی با ذخایر برفی پایدار و متوسط بارندگی ۸۰۰ میلی



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

۱۰×۵۰۰ متر انتخاب گردید. ابعاد قطعه نمونه ۱۰×۱۰ متر بوده که البته این ابعاد با شیب تصحیح شد. در هر قطعه نمونه پارامترهای جنگل‌شناسی نظیر ارتفاع، قطر، درصد پوشش گیاهی، درصد تاج پوشش، تعداد در هکتار اندازه‌گیری و بررسی شدند. تجزیه و تحلیل اطلاعات از طریق نرم‌افزار آماری SPSS Ver ۱۴ و از طریق آزمون‌های آماری ۲X و روش‌های همبستگی (پیرسون) انجام گرفت.

### نتایج

۱- نتایج مربوط به بررسی‌های کمی و کیفی پوشش جنگلی حاشیه رودخانه:

در بررسی پوشش گیاهی منطقه‌ی مورد مطالعه علاوه بر گونه‌های درختی و درختچه‌ای پوشش علفی همراه نیز مشخص گردید. نکته‌ی قابل ذکر اینکه با توجه به بالابودن سطح آب زیرزمینی و رطوبت دائمی خاک در عمق‌های کمتر پوشش گیاهی منطقه فقیر بوده که به شرح جدول شماره

### ب- روش‌ها

بررسی حاضر در ۳ مرحله زیر انجام گرفت:

۱- بازدید صحرایی:

در ابتدا برای تعیین تعداد قطعات نمونه جهت برداشت پوشش گیاهی طبیعی (درختی، درختچه‌ای و مرتعی)، تعیین ابعاد شبکه آماربرداری، تعیین نقاط حفر پروفیل‌های خاک شناسی از منطقه طرح بازدیدی به عمل آمد.

۲- بررسی شرایط اکولوژیکی:

شرایط اکولوژیکی منطقه‌ی مورد مطالعه نظیر اقلیم، خاک، زمین‌شناسی، توپوگرافی حاکم بر منطقه با شیوه‌های خاص هر پارامتر به تفکیک بررسی و مطالعه گردید.

۳- بررسی پوشش گیاهی:

بررسی و مطالعه پوشش گیاهی منطقه‌ی مورد مطالعه در ۲۰ قطعه نمونه ۱ آری شکل که به روش سیستماتیک تصادفی در منطقه‌ی مورد مطالعه پیاده شدند، انجام گرفت. که در این تحقیق ابعاد شبکه‌ی آماربرداری

جدول شماره ۱- پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام علمی	نام فارسی	ردیف	نام علمی	نام فارسی
۱	<i>Tamarix ramisissima</i>	گز	۱۴	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	شیرین بیان
۲	<i>Eleagnus angustifolia</i>	سنجد	۱۵	<i>Gundelia volgar</i>	کنگر وحشی
۳	<i>Populus alba</i>	سپیدار	۱۶	<i>Rumex acetosa</i>	ترشک
۴	<i>Salix alba</i>	بید	۱۷	<i>Plantago lanceolata</i>	بارهنگ
۵	<i>Robus grantii</i>	تمشک	۱۸	<i>Avena fatua</i>	یولاف وحشی
۶	<i>Carex acuta</i>	جگن	۱۹	<i>Juncus sp.</i>	نوعی سازو
۷	<i>Sorghum halapense</i>	ذرت خوشه‌ای	۲۰	<i>Capparis spinosa</i>	کبر
۸	<i>Cyprus rotundus</i>	اویار سلام	۲۱	<i>Alhagi camelorum</i>	خارشتر
۹	<i>Cynodon dactylon</i>	مرغ	۲۲	<i>Centaurae virgata</i>	گل گندم
۱۰	<i>Malva neglecta</i>	پنیرک	۲۳	<i>Galium aparin</i>	بی‌تی‌راخ
۱۱	<i>Alopecurus rundinaceus</i>	دم روباهی	۲۴	<i>Polygonum sp</i>	نوعی علف هفت بند
۱۲	<i>Convolvulus sp</i>	نوعی پیچک	۲۵	<i>Typha latifolia</i>	لویی
۱۳	<i>Goebelia aloecuroides</i>	تلخ بیان			

جهت نیل به اهداف تحقیق برداشتهای گیاهی و خاکی در ۲ تیپ گز و پهن برگ آمیخته انجام گرفت. نتایج مربوط به بررسی های کمی و کیفی پوشش جنگلی طبیعی حاشیه رودخانه در جداول شماره ۲ و ۳ آورده شده است.

۱ می باشد. مطالعات جنگل شناسی نشان داد که در منطقه ی مورد مطالعه ۳ تیپ صنوبر خالص (دست کاشت)، گز و پهن برگ آمیخته وجود دارد. بنابراین

جدول شماره ۲- نتایج مربوط به بررسی های کمی و کیفی جنگل شناسی توده های طبیعی حاشیه رودخانه

شماره پلات	تعداد در هکتار N/ha	متوسط ارتفاع (m)	متوسط قطر (cm)	تاج پوشش (%)
۱	۴۱۰۰	۵/۳	۸/۲	۵
۲	۳۹۰۰	۴/۳	۵/۲	۸
۳	۴۵۰۰	۴	۸/۳	۱۰
۴	۴۱۰۰	۸/۳	۵/۳	۱۵
۵	۴۸۰۰	۲/۴	۴	۱۰
۶	۵۰۰۰	۸/۲	۲	۱۰
۷	۵۳۰۰	۵/۳	۵/۲	۱۰
۸	۴۹۰۰	۱/۴	۳	۸
۹	۴۷۰۰	۶/۳	۳	۱۰
۱۰	۵۴۰۰	۷/۳	۳	۵
۱۱	۴۷۰۰	۲/۴	3/3	5
۱۲	۴۵۰۰	۳/۴	۶/۳	۵
۱۳	۴۸۰۰	۴	۳	۵
۱۴	۴۲۰۰	۸/۳	۳	۵
۱۵	۵۰۰۰	۴/۴	۵/۳	۵
۱۶	۵۶۰۰	۳/۳	۸/۲	۴
۱۷	۵۳۰۰	۶/۳	۵/۲	۵
۱۸	۴۹۰۰	۲/۴	۳/۳	۴
۱۹	۴۷۰۰	۸/۳	۳	۵
۲۰	۵۴۰۰	۷/۳	۳	۳

جدول شماره ۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به بررسی های کمی و کیفی پوشش جنگلی حاشیه رودخانه

پارامتر	نتیجه
متوسط تعداد در هکتار گونه‌ها	۲۱۳±۴۷۹۰
متوسط ارتفاع به متر	۱۸/۰±۸/۳
متوسط قطر به سانتی‌متر	۲۲/۰±۰۵/۳

جهت تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه خاک شناسی ارسال گردید. جهت مشخص نمودن وضعیت عناصر غذایی خاک منطقه مورد مطالعه از نتایج کار Espinoza و همکاران (۲۰۰۶) و Reicher و همکاران (۲۰۰۶) به صورت

۲- نتایج مربوط به بررسی وضعیت خاک شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه: جهت تشریح وضعیت خاک شناسی در ۲ تیپ جنگلی گز و پهن برگ آمیخته، نمونه های خاکی به تعداد ۱۶ نمونه به طور جداگانه برداشت و

جدول شماره ۴ مقادیر متوسط عناصر غذایی خاک

سطوح	میزان عناصر غذایی خاک							
	P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	So <sup>۴</sup> -S <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	Cu <sup>++</sup>	Zn
خیلی پایین	<۱۶	<۲۱	-	-	-	-	-	<۶/۱
پایین	۲۵-۱۶	۴۰-۲۱	≤۴۰۰	≤۳۰	≤۱۰	۴۰>	۱>	۳-۶/۱
متوسط	۳۵-۲۶	۶۰-۴۱	-	-	-	-	-	۴-۱/۳
اپتی‌مم	۵۰-۳۶	۱۰۰-۶۱	-	-	-	-	-	۸-۴
بالای اپتی‌مم	>۵۰	>۱۰۰	-	-	-	-	-	>۸

طرح می باشد. میزان پتاسیم قابل جذب خاک منطقه مورد مطالعه p.p.m ۵۸۷ می باشد که بیان گر کافی بودن آن در خاک منطقه می باشد. میزان درصد اشباع خاک مذکور طبق آزمایش انجام گرفته برابر ۵۹ درصد می باشد. میزان شوری خاک (EC) ۱۲/۶۵ Ms/cm می باشد که بیان گر خیلی بالا بودن میزان شوری خاک منطقه مورد مطالعه است. به طور کلی خاک منطقه

جدول شماره ۴ استفاده شد(۵).

۲-۱- تیپ جنگلی گز:

اسیدیته یا pH خاک برابر ۷/۹۲ می باشد که بیان گر قلیایی بودن خاک مذکور می باشد. درصد کربن آلی خاک ۱/۴۹ و فسفر قابل جذب آن برابر ۱/۰۱ p.p.m می باشد که بیان گر پایین بودن میزان فسفر در خاک منطقه

جدول شماره ۵- تشریح وضعیت خاک تیپ جنگلی گز

منطقه	عمق Cm	درصد اشباع S.P	هدایت الکتریکی	اسیدیته pH	کربن آلی O.C درصد	ازت کل درصد	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	بافت خاک
تیپ گز	۰-۱۰۰	۵۹	۱۲/۶۵	۷/۹۲	۱/۴۹	۰/۱۵	۱/۰۱	۵۸۷	لومی

مورد مطالعه دارای بافت لومی می باشد.

۱-۲- تیپ جنگلی پهن برگ آمیخته:

اسیدیته pH خاک برابر ۸/۲۵ می باشد که بیان گر قلیایی بودن خاک مذکور می باشد. درصد کربن آلی خاک ۰/۳ و فسفر قابل جذب آن برابر ۱ p.p.m می باشد که بیان گر پایین بودن میزان فسفر در خاک منطقه

طرح می باشد. میزان پتاسیم قابل جذب خاک منطقه مورد مطالعه

۲۳۸ p.p.m می باشد که بیانگر کافی بودن آن در خاک منطقه می باشد.

میزان درصد اشباع خاک مذکور طبق آزمایش انجام گرفته برابر ۳۸ درصد می باشد. میزان شوری خاک ۱۱/۹۰ Ms/cm می باشد که بیان گر خیلی بالا بودن میزان شوری خاک منطقه مورد مطالعه است. به طور کلی خاک منطقه

جدول شماره ۶- تشریح وضعیت خاک تیپ جنگلی پهن برگ آمیخته

منطقه	عمق Cm	درصد اشباع S.P	هدایت الکتریکی	اسیدیته pH	کربن آلی O.C درصد	ازت کل درصد	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	بافت خاک
تیپ گز	۰-۱۰۰	۳۸	۱۱/۹۰	۸/۲۵	۱/۴۹	۰/۰۲۹	۱	۲۳۸	لومی - شنی

مورد مطالعه دارای بافت لومی - شنی می باشد.

۳-۲- نتایج همبستگی بین تراکم گونه های درختی موجود با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه:

بررسی ارتباط بین تراکم گونه های درختی موجود با برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه نظیر میزان شوری، اسیدیته، درصد اشباع، درصد آهک و بافت خاک با استفاده از روش های همبستگی (پیرسون) و آزمون  $\chi^2$  از طریق نرم افزار SPSS ver ۱۴ انجام گرفت.

۱-۳-۲- ارتباط بین تراکم گونه های درختی موجود با بافت خاک منطقه

مورد مطالعه:

بافت و ساختمان خاک در تغذیه و رشد گیاهان نقش مهمی را دارا می باشند، زیرا ساختمان خوب و بافت متعادل با ایجاد خلل و فرج های مناسب از طرفی هوای لازم جهت تنفس ریشه ها و فعالیت میکروارگانیسم های خاک را فراهم نموده و از طرف دیگر با ذخیره آبی مناسب مقدار رطوبت لازم جهت رشد و نمو گیاهان را تامین می نمایند (۱). بنابراین با عنایت به اهمیت موضوع، ارتباط بین تراکم گونه های درختی موجود با بافت خاک با استفاده از آزمون آماری  $\chi^2$  انجام گرفت که نتایج حاصله در جدول شماره ۷ آورده شده است.

جدول شماره ۷- تراکم گونه های درختی موجود در بافت های مورد مطالعه

گونه (N/ha)	جمع	سپیدار	بید	سنجد	گز
Loam	۴۹۱۶۰	۱۰۶۰	۱۴۳۰	۲۵۷۰	۴۴۱۰۰
Sandy Loam	۴۵۷۶۰	۳۰۷۵	۲۷۴۵	۵۶۹۰	۳۴۲۵۰
جمع	۹۴۹۲۰	۴۱۳۵	۴۱۷۵	۸۲۶۰	۷۸۳۵۰

با عنایت به اینکه مقدار  $\chi^2$  محاسبه شده از  $\chi^2$  جدول (سطح احتمال ۵٪، درجه آزادی ۱۹) بیشتر بود، بنابراین می توان نتیجه گرفت که بین تراکم گونه های درختی موجود با بافت خاک در سطح احتمال ۵٪ ارتباط

معنی داری وجود دارد. درصد حضور گونه های درختی موجود در بافت های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه در جدول شماره ۸ آورده شده است. براساس جدول فوق مشاهده می شود که گز نسبت به سایر گونه ها در

جدول شماره ۸- درصد حضور گونه های درختی موجود در بافت های مختلف خاک

گونه (N/ha)	سپیدار	بید	سنجد	گز
Loam	٪ ۲/۱۷	٪ ۲/۹	٪ ۵/۲۳	٪ ۸۹/۷
Sandy Loam	٪ ۶/۷۳	٪ ۵/۹۹	٪ ۱۲/۴۳	٪ ۷۴/۸۵

و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه از طریق نرم افزار SPSS ver ۱۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج حاصله در جداول ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ آورده شده است.

همانطوری که مشاهده می‌شود متغیرهای مورد مطالعه خاک همگی در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه گز همبستگی معنی‌دار دارند و بغیر از اسیدیته خاک که همبستگی معنی‌دار منفی دارد بقیه متغیرها دارای همبستگی معنی‌دار مثبت با تراکم گونه گز می‌باشند.

هر دو بافت مورد مطالعه دارای بیشترین درصد حضور می‌باشد. به طوری که این گونه با ۸۹/۷ درصد بیشترین حضورش در بافت های لومی می‌باشد. گونه های سنجد، بید و سپیدار نیز بیشترین درصد حضورشان در خاک هایی با بافت شنی - لومی مشاهده می‌شود.

۲-۳-۲- تعیین ضرایب همبستگی بین تراکم گونه‌های درختی موجود با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه: همبستگی موجود بین تراکم گونه های درختی با خصوصیات فیزیکی

جدول شماره ۹ - همبستگی بین تراکم گونه گز با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

متغیر وابسته		فاکتور			
		Ec	pH	SP %	NTV %
تراکم	R	۰/۷۹۷ **	- ۰/۶۱۴ **	۰/۸۹۶ **	۰/۸۷ **
	S	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

\*\* معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱ P =

غیر از اسیدیته خاک که همبستگی معنی‌دار مثبت دارد بقیه متغیرها دارای همبستگی معنی‌دار منفی با تراکم گونه سنجد می‌باشند.

همان طوری که مشاهده می‌شود متغیرهای مورد مطالعه خاک همگی در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه سنجد همبستگی معنی‌دار دارند و به

جدول شماره ۱۰ - همبستگی بین تراکم گونه ی سنجد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

متغیر وابسته		فاکتور			
		Ec	pH	SP %	NTV %
تراکم	R	-۰/۶۹۳ **	۰/۶۸۵ **	-۰/۸۹۱ **	-۰/۹۱۴ **
	S	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

\*\* معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱ P =

معنی‌دار دارند و بغیر از اسیدیته خاک که همبستگی معنی‌دار مثبت دارد بقیه متغیرها دارای همبستگی معنی‌دار منفی با تراکم گونه بید می‌باشند.

همان طوری که مشاهده می‌شود از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک به غیر از شوری خاک بقیه در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه بید همبستگی

جدول شماره ۱۱ - همبستگی بین تراکم گونه بید با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

متغیر وابسته		فاکتور			
		Ec	pH	SP %	NTV %
تراکم	R	-۰/۴۳۹ ns	۰/۷۸۱ **	-۰/۷۴۷ **	-۰/۸۵۲ **
	S	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

\*\* معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱ P = ns عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۵ p =

در سطح احتمال ۰/۰۵ با تراکم این گونه همبستگی معنی‌دار منفی دارد. اسیدیته و درصد آهک خاک نیز در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم سپیدار

همان طوری که مشاهده می‌شود از بین متغیرهای مورد مطالعه شوری خاک با تراکم گونه سپیدار ارتباط معنی‌داری ندارد. درصد اشباع خاک

جدول شماره ۱۲ - همبستگی بین تراکم گونه سپیدار با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

متغیر وابسته		فاکتور			
		Ec	pH	SP %	NTV %
تراکم	R	-۰/۱۸۳ ns	۰/۴۶۲ **	-۰/۷۴۷ *	-۰/۶۸۵ **
	S	۰/۴۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱

\*\* معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱ P = \* معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۵ P = ns عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۵ p =

ارتباط معنی‌دار داشته بطوری که این همبستگی در مورد اسیدیته مثبت و در مورد درصد آهک خاک نیز منفی می‌باشد.

### بحث

Riparian zone سیستمی است که به تازگی اهمیت وجودی و ضرورت ثبات آن شناخته شده و روزبروز مطالعات مدیریتی این اکوسیستم در دنیا رو به افزایش است. به دلیل وجود رطوبت کافی در طول مسیر و کناره‌های جانبی جریان‌های آبی، فون و فلور خاص این قسمت‌ها که نیازهای اکولوژیکی خود را از این عرصه‌ها تامین می‌کنند، پدیدار گشته و از لحاظ تثبیت حاشیه و مسایل اقتصادی - اجتماعی اهمیت فراوانی یافته‌اند. ولی متأسفانه به دلیل عدم آگاهی در این زمینه عوامل متعددی که در راس آن فعالیت‌های غلط انسانی (از قبیل جاده‌سازی، کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی، چرای دام، سدسازی‌های بدون مطالعه، قطع درختان و غیره) می‌باشد، منجر به نابودی زیستگاه گیاهان و جانوران و کاهش تولیدات بیولوژیکی و در کل تخریب این اکوسیستم شده است. ساختار جنگلی حاشیه رودخانه ارس نیز تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل و فرآیندهاست که در این میان نقش فاکتورهای انسانی و خاکی منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر عوامل حایز اهمیت می‌باشد. به لحاظ وابستگی‌هایی که مردم منطقه نسبت به آب رودخانه ارس و پوشش علوفه‌ای برای تغلیف دام و بهره‌برداری از جنگل‌های منطقه دارند، سبب گردیده که تراکم جمعیت و روستاها در حاشیه رودخانه ارس بیشتر باشد. بطوری که عدم حفاظت پوشش جنگلی حاشیه رودخانه، فعالیت‌های کشاورزی و دامداری موجود در منطقه طرح باعث ایجاد تغییراتی در پوشش جنگلی حاشیه شده و افزایش گونه‌ی تهاجمی گز را باعث می‌گردد. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار در ساختار گیاهی حاشیه رودخانه‌ها، توسعه برنامه‌های مدیریت آب است که معمولاً بر جریان‌های طبیعی آب اثر می‌گذارد. ایجاد مخازن آب، سدها، ایجاد انحرافات در مسیر رودخانه‌ها و پروژه‌های آبیاری جریان طبیعی آب را برهم می‌زنند. در حقیقت اجرای این عملیات شرایط نامناسبی را برای حضور سایر گونه‌های بومی منطقه‌ی نظیر بیدها و صنوبرها که مخصوص Riparian zone هستند، بوجود می‌آورد. همان طوری که قبلاً اشاره شد (Stromberg and etal, 2006, Shafroth and etal, 1999, Vitousek, 1990) تغییر رژیم‌های سیل، تغییر الگوی جریان‌های آبی و در کل تغییرات هیدرولوژیکی رودخانه سبب ایجاد تغییراتی در ساختار گیاهی حاشیه‌ی رودخانه می‌شود و رودخانه‌ی ارس نیز از این قاعده مستثنی نیست. به طوری که سد میل مغان که در بالادست رودخانه احداث شده باعث ایجاد تغییراتی در رژیم‌های رودخانه‌ای شده و در نتیجه تغییراتی را در ساختار جنگلی حاشیه رودخانه ارس بوجود آورده است. چهار اثر مهم گز<sup>۷</sup> بر محیط زیست عبارتند از: ۱- افزایش شوری خاک ۲- بالا بردن میزان مصرف آب ۳- افزایش مواد قابل اشتعال ۴- افزایش فراوانی و شدت سیل. گز با خصوصیات منحصر به فرد خود با افزایش شوری خاک مانع ورود گونه‌های دیگر می‌گردد. این گونه نمک موجود در خاک را از طریق روزنه‌هایش خارج نموده و به صورت غده‌های نمکی در سطح زمین بجا می‌گذارد در واقع این عمل یک نوع آلوپاتی بوده و از ورود گونه‌های دیگر جلوگیری می‌نماید. نتایج تحقیق نشان داد که بین تراکم گونه‌های درختی با بافت خاک ارتباط معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ وجود دارد. در واقع

از بین چهار گونه درختی بومی منطقه مورد مطالعه گز بیشترین همبستگی را با بافت لومی نشان داده است به طوری که Ditomaso (۱۹۹۶) نیز به این موضوع اشاره کرده است. همان طوری که قبلاً اشاره شد گز، گونه‌ی تهاجمی حاشیه‌ی رودخانه‌ها محسوب شده که فاکتورهایی از قبیل پاک‌سازی، شخم زدن، چرای بیش از حد، جاده‌سازی، برداشت درختان حاشیه، ایجاد مخازن آب، سدها و ایجاد انحرافات در مسیر رودخانه‌ها شرایط ایتیمال را برای تهاجم این گونه بوجود آورده‌اند. حفاظت کامل پوشش جنگلی حاشیه رودخانه ارس از طریق عملیات حصارکشی، قرق، جلوگیری از چرای احشام و جلوگیری از قطع درختان می‌تواند در حذف تدریجی این گونه و جایگزینی گونه‌های بومی منطقه نظیر صنوبرها و بیدها موثر باشد. به طوری که Sigafos (۱۹۶۴) همین مساله را تایید کرده و اظهار داشته که استقرار گیاهان حاشیه در رودخانه‌هایی اتفاق می‌افتد که مرطوب، دست نخورده و حفاظت شده باشند. در منطقه‌ی مورد مطالعه در محل پاسگاه اسلام آباد قدیم حفاظت منطقه باعث شده که پوشش جنگلی خوبی در این قسمت مستقر شود. گونه‌های سنجد، بید و سپیدار نیز در بافت شنی لومی بیشترین تراکم را نشان داده‌اند. مطالعه منابع نشان داد که این گونه‌ها بر روی انواع بافت‌ها توانایی استقرار را داشته و علت حضور کم این گونه‌ها (بخصوص بید و سپیدار) در روی بافت‌های لومی می‌تواند بخاطر خصوصیات اکولوژیکی گز باشد. به طوری که گز با خصوصیات اکولوژیکی منحصر به فرد خود با افزایش شوری خاک مانع ورود گونه‌های دیگر می‌گردد در واقع این عمل یک نوع آلوپاتی بوده و از ورود گونه‌های دیگر جلوگیری می‌نماید (۶). نتایج تحقیق هم چنین نشان داد که متغیرهای مورد مطالعه خاک همگی در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه‌ی همبستگی معنی‌دار دارند. به طوری که Ditomaso (۱۹۹۸) نیز در تحقیق خود به این مساله اشاره کرده و اظهار داشته که گز گونه سازگار یافته حاشیه رودخانه‌ها می‌باشد که نسبت به سایر گونه‌های بومی 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 احتمال ۰/۰۱ ارتباط معنی‌دار دارد با این تفاوت که تراکم سنجد با افزایش میزان شوری، درصد اشباع و آهک خاک کاسته می‌شود. مطالعه منابع نشان داد که سنجد در اسیدیته پایین‌تر از ۶ بخوبی نمی‌روید و با افزایش pH تراکم سنجد نیز افزایش می‌یابد. سنجد گونه‌ای است که بافت‌های شنی را ترجیح داده و مقاوم به خاک‌های مرطوب می‌باشد. امروزه این گونه به صورت تهاجمی برخی مناطق نظیر Riparian zone را اشغال کرده است. هم چنین نتایج تحقیق نشان داد که از بین متغیرهای مورد مطالعه خاک به غیر از شوری خاک بقیه در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم گونه بید همبستگی معنی‌دار دارند و به غیر از اسیدیته خاک که همبستگی معنی‌دار مثبت دارد بقیه متغیرها دارای همبستگی معنی‌دار منفی با تراکم گونه بید می‌باشند. تراکم گونه بید با افزایش pH خاک افزایش یافته و بررسی منابع نیز نشان داده است که بید در اسیدیته بالای ۷ بخوبی رشد می‌کند (۳). در ارتباط با تراکم گونه‌ی سپیدار نیز با توجه به جدول شماره ۱۲ مشاهده می‌شود که از بین متغیرهای مورد مطالعه شوری خاک با تراکم گونه سپیدار ارتباط معنی‌داری ندارد. درصد اشباع خاک در سطح احتمال ۰/۰۵ با تراکم این گونه همبستگی معنی‌دار منفی دارد. اسیدیته و درصد آهک خاک نیز در سطح احتمال ۰/۰۱ با تراکم سپیدار ارتباط معنی‌دار داشته بطوری که

3- 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): 344 – 370.

4- Clary, W.P., and B.F. Webster. (1989). Managing grazing of riparian areas in the Inter mountain Region. General Technical Report INT-263. V.S Department of Agriculture, Forest service, Intermountain Research Station, Ogden, UT. 11 p.

5- Espinoza, L., Slaton, N and Mozaffari, M. (2006). Understanding the Numbers on Your Soil Test report. University of Arkansas, United States Department of Agriculture and county Governments Cooperating. 4pp.

6- Hart, J. (1999). Invasive Species in the Southwest: Tamarix sp. (Salt Cedar). the U. S. Bureau of Reclamation and the U. S. Fish and Wildlife Service. 4 pp.

7- Howe, W.h., and F.L. Knopf. (1991). On the imminent decline of Rio Grande cotton woods in central New Mexico. *The south western naturalist* 36 (2): 218 – 224.

8- Shafrouth, P.B., J.R., and G.M. Calcarone. (1999). Mountain and Foothills ecosystems: habitat and species conservation issues. Page 15-60 in J.R. Stephenson and G.M. Calcarone, Southern California Mountains and Foothills Assessment. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-172. U.S. Department of Agriculture, forest service, Pacific southwestern Research station. Albany, California.

9- Sfera, S., G. Beatty, L. Ellis, H. Messing, and E. Paxton. (2006). The Southwestern Willow Flycatcher in Arizona: What We have Learned since the Early 1990s and the Outlook for the Future. Bureau of Reclamation, 6150 W. Thunderbird Rd, Glendale Northern Arizona University. 11 pp.

10- Sigafos, R.S. (1964). Botanical evidence of Floods and Flood – Plain deposition. U.S Geological Survey. professional paper 485 A. 35 pp.

11- Sovell, L.A, B. Vondracek, J.A. Frost, and K.G. Mumford. (2000). Impacts of rotational grazing management an Ecological Perspective. Timber press, INC. Portland.

12- Stromberg, J.C., (1997). Growth and survivorship of Fremont cotton wood, Gooding Eillow and Saltcedar seedling after large floods in central Arizona Great Basin Naturalist. 57: 198 – 208.

13- Stromberg, J., S. Lite, R. Marler, C. paradzick, P. Shasfroth, D. Dhorrock, J. White, and M. White. (2006). Abundance of Introduced Tamarix in Arid Basins of Arizona Reflects Prevailing Hydrology. School of Life sciences, Arizona State University. 13pp.

14- Vitousek, P.M. (1990). Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos*. 57: 7-13.

این همبستگی در مورد اسیدیته مثبت و در مورد درصد آهک خاک نیز منفی می‌باشد. در پایان برای احیای پوشش جنگلی حاشیه رودخانه اقدامات زیر پیشنهاد می‌گردند:

### پیشنهادات

- ۱- حفاظت و نگهداشت تنوع پوشش گیاهی در طول سال که در این زمینه می‌توان از کشور مقابل (جمهوری آذربایجان) الگو گرفت. به طوری که این کشور با استفاده از حصارکشی چندلایه (با استفاده از سیم خاردار) منطقه مرزی خود را محصور کرده که همین امر باعث استقرار پوشش گیاهی با تنوع زیستی بالا در حاشیه رودخانه شده است.
- ۲- جلوگیری از چرا و لگدکوبی حاشیه رودخانه توسط دام‌های موجود در منطقه طرح که در این زمینه دولت با تامین نیاز علوفه‌ای دامداران منطقه می‌تواند نقش موثری در احیا و توسعه اراضی جنگلی حاشیه رودخانه ارس داشته باشد.
- ۳- جلوگیری از احداث بدون مطالعه و بررسی شده تاسیساتی که باعث ایجاد تناوب و تغییر در جریان رودخانه‌ای می‌شوند.
- ۴- کاشت گونه‌هایی با رشد سریع، سازگار با هدف تثبیت، حفاظت و تولید چوب در حاشیه رودخانه که در این زمینه می‌توان از گونه‌هایی نظیر بید، سپیدار استفاده کرد.

### پاورقی‌ها

- 1- Riparian zone
  - 2- Transitional land
  - 3- Wetlands
  - 4- Flood regimes
  - 5- Pioneer
  - 6- Invasive
- ۷- از کارکردهای مهم این گونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بادشکن، تثبیت کننده حاشیه رودخانه‌ها و استفاده‌های زینتی. امروزه این درخت بصورت تهاجمی در طول سواحل رودخانه‌ها در جنوب غرب آمریکا بطور وسیعی گسترش یافته است. درختچه‌ای خزان کننده بوده و در سواحل رودخانه‌ها بخوبی رشد می‌کند. ریشه‌های عمیق بوده و به رطوبت خاک احتیاج دارد ولی از منابع دیگری نظیر فرستادن ریشه‌هایش به سطح زمین نیز می‌تواند رطوبت مورد نیاز خود را تامین نماید. در واقع این کارکرد گز را قادر می‌سازد که در خارج از رویشگاه‌های طبیعی خود نیز رشد کند. گز شاخه‌زاد بوده و شاخه‌های جوانش به رنگ سرخ می‌باشد. این درختچه در روی خاکهای لومی رشد کرده و به شرایط سخت نظیر خشکی، گرما، سرما و سیل مقاوم می‌باشد. گز نمک موجود در خاک را بصورت بلورهایی از روزه‌های موجود در برگ‌هایش خارج می‌نماید.

### منابع مورد استفاده

۱- حبیبی کاسب، حسین. (۱۳۷۱). مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۱۱۸. ۴۲۸ صفحه.

2- Busch, D., N.L. Ingraham, and S.D. Smith. (1992). Water uptake in woody riparian pH reatopH ytes of the south-western united states: a stable isotope study. *Ecological. Applications* . 2:450-459.