



بررسی زنده‌مانی و رشد سه گونه درختی در پهنه‌های پخش سیلاب

• فرزاد بیات موحد (نویسنده مسئول)

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

• حسن شامی

عضو هیأت علمی و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

• سیدعلی خلخالی

عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۴۱۵۶۵۳

Email: bayat_nrcz@yahoo.com

چکیده

بهره‌برداری از سیلاب‌ها و پخش آن در اراضی هموار دشت‌ها یکی از راهکارهای احیای منابع طبیعی است. اما آگاهی از وضعیت زنده‌مانی گونه‌های درختی در محل‌های مختلف عرصه‌های پخش ضروری به نظر می‌رسد. لذا این موارد طی یک دوره پنج ساله (۸۳-۸۸) در ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب قره‌چریان زنجان بررسی گردید. در این تحقیق، ابتداء از کانال‌های مجاور هم سه کانال اول، سوم و پنجم در عرصه پخش سیلاب انتخاب شد. سپس اقدام به کشت نهال‌های دو ساله از سه گونه درختی بادام، سنجد و افاقیا در چهار محل مختلف عرصه پخش بین دو کانال در سه تکرار گردید. در طول سال‌های تحقیق، زنده‌مانی نهال‌ها در دو مقطع زمانی خرداد و آبان (پایان دوره غرقابی و پایان فصل خشکی) یادداشت و میزان رشد نهال‌ها در اواخر فصل پاییز (ارتفاع، قطر ساقه و تاج پوشش نهال) اندازه‌گیری گردید. طول مدت پخش سیلاب و طول مدت خشکی نیز یادداشت‌برداری شد. نتایج نشان داد که از نظر زنده‌مانی، کانال پنجم با ۶۳ نهال زنده، محل سوم با ۷۲ نهال زنده، و نهال سنجد با ۹۱ نهال و ۶۳ درصد زنده‌مانی در پایان دوره مطالعه برتر بوده‌اند. از نظر تغییرات ارتفاع، قطر و قطر آسمانه نهال‌ها کانال سوم، محل سوم و گونه سنجد برتر بوده‌اند.

کلمات کلیدی: پخش سیلاب، دشت زنجان، افاقیا، سنجد، بادام، محل کاشت.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 97 pp: 30-42

Study of the vitality and growth of three woody species in flood spreading areas

By: Bayat Movahed F. Scientific Member of Agricultural Research and Natural Resources Research Center of Zanjan Province (Corresponding Author; Tel: +989122415653), Shami, H. Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Research Center of Zanjan Province. Khalkhali S.A. Scientific Member of Watershed and Soil Conservation Institute.

The utilization of flood and its spreading on flat plains is a reclamation approach for natural resources in most countries such as Iran. But existence of information about moisture condition in the different parts of spreading area and its impact on tree species is necessary. Therefore, this project was performed in Qarecharian spreading station (Zanjan province) during five years (2005-2009). Four seedlings from each tree species of *Elaeagnus angustifolia*, *Amygdalus communis* and *Robinia pseudoacacia* were planted at four locations considering moisture condition at the three spreading canals first, third and fifth in three replications for each. The vitality of each seedlings were noted after flooding and drought periods. The height and diametric growth were also noted. The results showed, the third canal with the vitality of 63, third location with 72, and *E.angustifolia* with 91 seedlings were the best.

Keywords: Flood spreadind, Zanjan plain, *Elaeagnus angustifolia*, *Amygdalus communis*, *Robinia pseudoacacia*, plant location

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز به تهیه غذای کافی موجب برداشت بیرویه از منابع آب و خاک بدون توجه به تناسب و ظرفیت آن شده است. این عوامل به همراه موقعیت جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی، بحران ها و حوادث غیرمترقبه و اثرات سوء ناشی از گسترش ناموزون شهرها باعث تخریب طبیعت، محیط زیست و منابع طبیعی می گردد.

خصوصیات اقلیمی حاکم بر ۹۰ درصد از پهنه جغرافیایی ایران شامل اندک بودن مقدار بارش های جوی، توزیع نامناسب، طولانی بودن دوره های خشک سال همراه با ویژگی های محیطی و تأثیر عامل انسانی (استفاده غیر اصولی در بهره برداری از منابع طبیعی و اراضی کشاورزی) موجب گردیده که بخش اعظم نزولات جوی بصورت تندآب ها و سیلاب ها ظاهر شوند. در چنین شرایطی بهره برداری از سیلاب ها یکی از مهم ترین کلیدهای حل مسائل کم آبی قلمداد می شود.

سیل گیری و غرقاب شدن از تنش های مهم غیرهوازی بوده و در کنار کمبود آب، شوری و دماهای بسیار بالا به عنوان معرف های اصلی توزیع گونه ها در گستره جهانی قرار می گیرد. گیاهان و بخصوص درختان در هنگامی که تحت تنش سیلاب قرار گرفته و خاک محیط ریشه گیاهان مدتی دراز بویژه در ماه های گرم فصل رویش در حالت اشباع از آب باقی می ماند، دامنه گسترده ای از علامت ها را از خود بروز می دهند. این علائم شامل زرد شدن برگ ها، ریزش برگ، کاهش اندازه برگ ها و رشد شاخه ها و نیز خشک شدن سرشاخه های گیاهان حساس به شرایط تهویه نامطلوب خاک می باشند. Kozlowski (۱۹۷۶) بر آن است که کاهش جذب آب و پژمردگی برگ ها، از نخستین عوارض وجود آب افزون بر نیاز گیاه در محیط زندگی آن می باشد. از آنجا که ریشه ها و ریزوم ها اساساً اندام های هوازی هستند، نتیجه می تواند کشنده باشد زیرا چنانچه تنفس هوازی متوقف شود، سطح انرژی رسیده به آدنیلینت بسرعت کاهش می یابد که

سبب یک کاهش آشکار در جذب یون و انتقال آن خواهد شد (Huang Greenway و Colmer، ۲۰۰۳ و Vartapetian و همکاران ۲۰۰۳).

سیل گیری در طی فصل رشد بطور آشکاری دارای حد زبان بیشتری نسبت به سیل گیری در زمان خواب گیاه است. در حالیکه نهال جوان لاله درختی پس از سه روز غرقاب شدن در اوایل تابستان تلف می گردد، همان گونه، وضعیت ماندابی را در دوره کمون به راحتی تحمل می کند (کوثر، ۱۳۷۴). سردی هوا و آب، فعالیت ناچیز موجودات ذره بینی در محیط سرد، نیاز کمتر گیاه به اکسیژن و تجمع اندک گاز کربنیک در محیط ریشه از دلایل مقاومت بیشتر گیاهان در شرایط ماندابی در دوره خواب ذکر شده اند (Kozlowski، ۱۹۸۴). مشاهدات دیگر محققین اخیر حاکی از آن است که خطر گرم شدن و از بین رفتن گیاهان در آب ایستاده نسبت به آب جاری بیشتر است. هر چند درختان و درختچه هایی که در شبکه های گسترش سیلاب کاشته می شوند، معمولاً خشکی پسند بوده و این گیاهان ظاهراً قادر به تحمل شرایط ماندابی نیستند، پاره ای از آنها مانند اقاچیا (*Robinia pseudoacacia*)، وضعیت ماندابی را به خوبی تحمل می کنند (کوثر، ۱۳۷۴).

در پژوهشی که به منظور دست یابی به میزان اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر ویژگی های ریخت شناسی گونه کرت (*Acacia arabica* Wild var. nilotica)، در ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب تنگستان واقع در استان بوشهر انجام گرفت، نتایج نشان داد که در سطوح ارتفاعی پخش سیلاب تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد از نظر قطر یقه درختان کرت وجود داشته و سطوح ارتفاعی پایین دست از وضعیت رویشی بهتری برخوردار بودند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰).

اگرچه کنشلو (۱۳۸۰) نامی از گونه های مناسب برای کشت در استان زنجان نبرده است، اما با توجه به مشابهت شرایط اقلیمی استان های همجوار، سه گونه بادام معمولی، سنجد و اقاچیا می تواند برای کشت در این

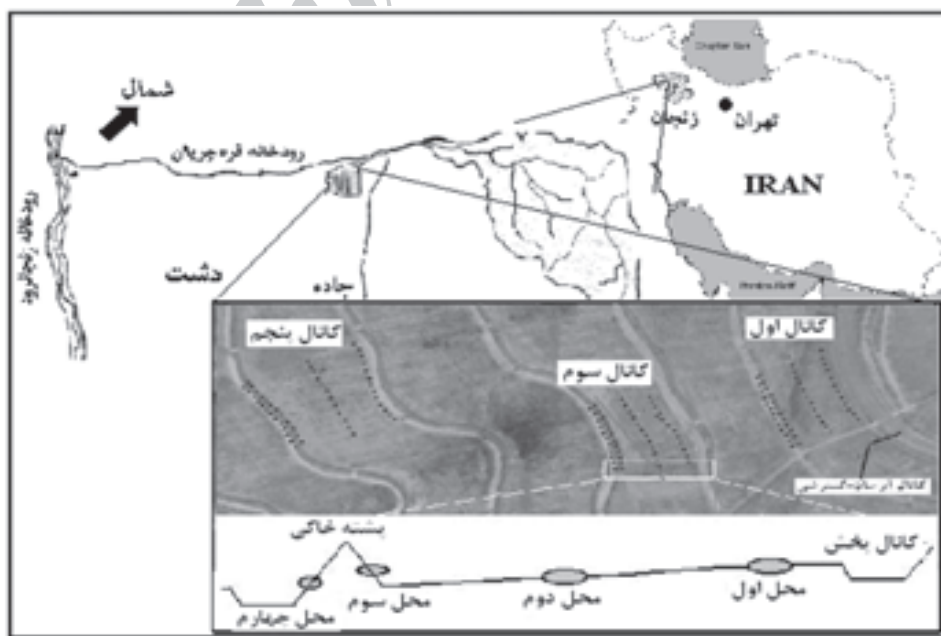
نوع مخروط افکنه، عدسی شکل با ضخامت زیاد در قسمت میانی تا ۲۵۰ متر وضخامت کم در حواشی دشت بین ۳۰ تا ۸۰ متر می‌باشد (عبدی، ۱۳۷۹). وضعیت اقلیمی محدوده مورد مطالعه در اقلیم‌نمای آمبرژه نیمه‌خشک سرد و در اقلیم‌نمای دوما رتن نیمه‌خشک تعیین گردیده است. میانگین بارندگی دشت با توجه به ایستگاه سینوپتیک زنجان و طی یک دوره ۳۲ ساله حدود ۲۹۷ میلی‌متر است که فصل بهار با ۳۷/۶ درصد بیشترین میزان بارش را دارد. میزان تبخیر با استفاده از تشتک کلاس A بطور متوسط ۲۱۴۰ و متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه ۱۲۲۷ میلی‌متر برآورد گردیده است. فصل خشکی حدود پنج ماه (اویل خرداد تا اواخر مهر) می‌باشد. با توجه به این فرض که میزان آبیگری از کانالی به کانال بعدی کم می‌شود (در اثر نفوذ در کانال قبلی)، بنابراین، جهت کاشت نهال، سه کانال پخش اول، سوم و پنجم بعنوان عرصه تحقیقاتی انتخاب گردیدند. در هر کانال چهار محل کاشت نهال در بخش ابتدایی، میانی و انتهایی عرصه پخش بین دو کانال تعیین شدند. ۱- ۵ متری از لبه پخش سیلاب، ۲- وسط حد فاصل بین نهرهای پخش سیلاب، ۳- حاشیه داخل خاکریز نهر پخش سیلاب و ۴- حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب (شکل ۱).

این طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و به واسطه تکرار طرح در سه کانال، آزمون بصورت اسپلیت پلات و به واسطه تکرار برداشت‌ها در چند سال متوالی آزمون تجزیه مرکب در زمان نیز انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار محل بود که در هر محل تعداد چهار نهال از هر سه گونه منتخب با فاصله ۵ متر از همدیگر در یک ردیف کاشت شدند. بنابراین در هر کرت، ۱۶ نهال از هر گونه جمعاً به تعداد ۴۸ نهال کاشت گردیدند. این کرت‌ها در هر کانال پخش سه بار تکرار شدند. بنابراین با احتساب ۹ کرت آزمایشی در هر کانال، تعداد ۱۴۴ نهال از هر

استان توصیه گردد. یارایی (۱۳۷۴) نیز از افاقیا بعنوان گونه مناسب برای کشت در خاک‌های گچی-آهکی نام برده است. شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری (۱۳۷۶) نیز هر سه گونه فوق را مناسب کاشت در ایستگاه معرفی کرده است. این مقاله سعی دارد تا اثرات سیلاب را در زنده مانی سه گونه درختی بررسی و محل مناسب کشت آنها را معرفی کند.

مواد و روش‌ها

ایستگاه پخش سیلاب سهرین- قره‌چریان زنجان در حدود طول و عرض جغرافیایی ۳۲° و ۵۶° و ۳۶° شمالی و ۵۹° و ۲۰° و ۴۸° شرقی در شمال غربی ایران و در بخش شرقی دشت زنجان بین رودخانه‌های سهرین و قره‌چریان در حدود ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. این ایستگاه در فاصله ۳۵۰ کیلومتری غرب شهر تهران و در ۳۲ کیلومتری شمال غربی شهر زنجان قرار دارد. دشت زنجان قسمتی از حوزه آبخیز زنجانرود است که بخشی از حوزه آبریز بزرگ رودخانه قزل‌اوزن را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). آبخوان موجود در دشت از نوع آزاد، عمق آبرفت بین ۸۰ تا ۱۲۰ متر و ضریب آگذری آن نیز از ۳ تا ۱۳/۵ متر در روز متغیر است. عمق سطح آب زیرزمینی از ۴۰ تا ۶۰ متر تغییر می‌کند. از نظر زمین‌شناسی دشت مورد مطالعه بر روی رسوبات کواترنری رسوبات مربوط به دوران چهارم (آبرفت‌ها و مخروط افکنه‌ها) واقع شده و توسط رشته کوه‌های سلطانیه و طارم احاطه گردیده است. مطالعات رسوب‌شناسی نشان می‌دهد که رسوبات منطقه دارای اندازه میانگین در حد ماسه می‌باشند. تخلخل و نفوذپذیری این رسوبات، در حاشیه ارتفاعات حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد، در بخش میانی دشت حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد و در بخش انتهایی دشت حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد می‌باشند. محیط رسوبی منطقه از



شکل ۱- موقعیت عرصه پخش سیلاب

درصد زنده‌مانی و نهال‌های بادام با ۲۷ نهال و ۱۸/۸ درصد زنده‌مانی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری برای زنده‌مانی نهال‌ها نشان داد که اختلاف بین چهار محل کشت نهال و نیز اختلاف بین گونه‌های کشت شده در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱).

همچنین آزمون دانکن برای زنده‌مانی نهال‌ها در محل کاشت نهال نشان می‌دهد که اگر چه در سال اول محل ۳ و ۴ در یک گروه و محل‌های ۱ و ۲ در گروه دیگر قرار داشتند اما به دلیل کاهش بیشتر در زنده‌مانی نهال‌ها در محل چهارم در سال‌های آخر مطالعه، محل‌های ۳ و ۴ هر یک به تنهایی در یک گروه قرار گرفتند. محل‌های ۱ و ۲ در سال‌های آخر مطالعه همچنان در گروه یکسان بوده‌اند (جدول ۲). نتیجه آزمون دانکن برای زنده‌مانی نهال‌ها با توجه به کانال‌های کاشت نهال نشان می‌دهد در تمام سال‌های مورد مطالعه هر سه کانال در یک گروه قرار گرفتند و در مجموع تفاوت معنی‌داری بین سه کانال مشاهده نشد.

نتیجه آزمون دانکن برای زنده‌مانی نهال‌ها با توجه به گونه‌های کاشته شده نشان داد که اگر چه در سال اول گونه سنجد و اقاویا با وجود اختلاف ۱۲/۵ درصدی در یک گروه بوده‌اند اما بدلیل کاهش بیشتر در زنده‌مانی نهال‌های اقاویا در سال‌های بعدی مطالعه این اختلاف به حدود ۲۰ درصد رسید و سبب شد که دو گونه فوق هر یک به تنهایی در یک گروه قرار گیرند. گونه بادام به دلیل افت زیاد در زنده‌مانی در سال‌های مطالعه همچنان در گروهی دیگر قرار داشته است (جدول ۳).

با توجه به نتایج آماربرداری ارتفاع نهال‌ها، غیر از سال اول در بقیه سال‌ها میانگین ارتفاع نهال‌ها در کانال سوم بیشتر از دیگر کانال‌ها بوده است. در آخرین سال برداشت، میانگین ارتفاع نهال‌های کانال سوم با ۱۰۹/۵۹ سانتیمتر در رتبه اول، کانال پنجم با ۹۵/۲۵ سانتیمتر در رتبه دوم و کانال اول با ۹۱/۵۵ سانتیمتر در رتبه سوم قرار گرفت. همچنین، با توجه به محل‌های کاشت نهال، تقریباً در تمامی سال‌های مورد مطالعه

کدام از گونه‌ها جمعاً به تعداد ۴۳۲ نهال در حد فاصل کانال‌های پخش اول، سوم و پنجم عرصه پخش سیلاب کشت شدند.

زنده‌مانی نهال‌ها در طول تحقیق (۱۳۸۹-۱۳۸۴) هر ساله در دو مقطع زمانی خرداد و آبان (پایان دوره غرقابی و پایان فصل خشکی) بررسی شد. میزان ارتفاع و قطر ساقه اصلی (در ۱۰ سانتیمتر بالاتر از یقه) در پایان دوره رویش سالانه (یک بار در سال) و تاج پوشش نهال‌ها در آخرین سال اجرای طرح و قبل از خزان اندازه‌گیری گردید. خصوصیات سه گونه مورد استفاده در این تحقیق به شرح ذیل است (ثابتی، ۱۳۷۳).

گونه بادام معمولی (*Amygdalus communis*) گونه‌ای مثمر بوده و خشکی پسند است و در برخی از روستاهای جنوب زنجان به صورت دیم کشت می‌شود. این گیاه از زیر تیره *Prunus* بوده و از واریته‌های دیرگل آن استفاده شد. سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) درختی است از خانواده سنجدیان که در آب و هوای معتدل می‌روید. هم خشکی پسند بوده و هم قادر به تحمل رطوبت زیاد می‌باشد و نیز بصورت مثمر و یا غیرمثمر کشت می‌گردد. اقاویا (*Robinia pseudoacacia*) غیرمثمر و خشکی پسند بوده ولی وضعیت ماندابی را نیز تحمل می‌کند (کوثر، ۱۳۷۴).

نتایج

بررسی زنده‌مانی نهال‌ها نشان داد که کانال پنجم با ۶۳ نهال زنده در پایان دوره مطالعه برتر از دو کانال دیگر بوده است. کانال سوم با ۶۰ نهال و کانال اول با ۵۸ نهال در رتبه بعدی قرار گرفتند.

با توجه به زنده‌مانی نهال‌ها در محل‌های چهار گانه، محل سوم با ۷۲ نهال زنده در پایان دوره مطالعه برتر از سه محل دیگر بوده است. بعد از آن محل چهارم، دوم و اول به ترتیب با ۵۶، ۳۲ و ۲۱ نهال در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند. همچنین نهال سنجد با ۹۱ نهال و ۶۳/۲ درصد زنده‌مانی برترین نهال‌ها بوده است. بعد از آن، نهال‌های اقاویا با ۶۳ نهال و ۴۳/۸

جدول ۱- نتیجه تجزیه و تحلیل آماری زنده‌مانی در آبان ماه ۸۸

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F Value
کانال	۲	۲۱۹/۹	۱۰۹/۹۵	۰/۰۵
تکرار × کانال	۴	۸۴۲۵/۹۲	۲۱۰۶/۴۸	۲/۸۸*
تکرار	۲	۷۷۵/۴۶	۳۸۷/۷۳	۰/۳۶
محل × تکرار	۶	۶۴۰۰/۴۶	۱۰۶۶/۷۴	۱/۴۶
محل	۳	۳۶۹۱۵/۵۱	۱۲۳۰۵/۱۷	۱۱/۴۷**
گونه × محل	۶	۶۴۳۵/۱۸	۱۰۷۲/۵۳	۱/۴۷
گونه	۲	۳۵۷۴۰/۷۴	۱۷۸۷۰/۳۷	۲۴/۴۷**
خطا	۸۲	۵۹۸۷۲/۶۸	۷۳۰/۱۵	
مجموع اصلاح شده	۱۰۷	۱۵۴۷۸۵/۸۸		

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۲- نتیجه آزمون دانکن برای زنده مانی نهالها با توجه به محل کاشت نهال

آبان ۱۳۸۸		خرداد ۱۳۸۸		آبان ۱۳۸۷		خرداد ۱۳۸۷		آبان ۱۳۸۶		خرداد ۱۳۸۶		آبان ۱۳۸۵		خرداد ۱۳۸۵	
رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین	رتبه	میانگین
۳	۶۶/۶۷ A	۳	۶۷/۵۹ A	۳	۷۰/۳۷ A	۳	۷۱/۳۰ A	۳	۷۱/۳۰ A	۳	۷۱/۳۰ A	۳	۷۲/۹۳ A	۳	۷۵/۹۷ A
۴	۵۱/۸۵ B	۴	۵۱/۸۵ B	۴	۵۲/۷۸ B	۴	۵۵/۵۶ B	۴	۵۵/۵۶ B	۴	۵۵/۵۶ B	۴	۶۱/۱۱ B	۴	۶۸/۵۲ A
۲	۲۹/۶۳ C	۲	۳۱/۴۸ C	۲	۳۲/۴۱ C	۲	۳۵/۱۹ C	۲	۳۷/۹۴ C	۲	۳۷/۹۴ C	۲	۳۸/۸۹ C	۲	۴۰/۷۴ B
۱	۱۹/۴۴ C	۱	۱۹/۴۴ C	۱	۲۰/۳۷ C	۱	۲۱/۳۰ C	۱	۲۱/۳۰ D	۱	۲۱/۳۰ D	۱	۲۶/۸۵ C	۱	۳۲/۴۱ B

میانگین ها با حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند.

۱. ۵ متری از لبه پخش سیلاب، ۲. وسط حد فاصل بین نهادهای پخش سیلاب، ۳. حاشیه داخل خاکریز نهر پخش سیلاب و ۴. حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب

نتایج آماربرداری میانگین قطر نهالها با توجه به کانالهای کشت شده نشان داد که در تمامی سال های مورد مطالعه میانگین قطر نهالها در کانال سوم (۲۰/۶۰ میلیمتر) بیشتر از دیگر کانال ها بوده است. اما این اختلاف معنی دار نشد. کانال اول با ۱۷/۹۵ میلیمتر و کانال پنجم با ۱۶/۹۴ میلیمتر در رتبه های بعدی قرار گرفتند. نتایج آماربرداری قطر نهال با توجه به محل های کاشت نشان داد که تقریباً در تمامی سال های مورد مطالعه میانگین قطر نهالها در محل سوم بالاتر از دیگر محلها بوده است. در آخرین سال برداشت محل سوم با ۲۸/۶۵ میلیمتر، محل چهارم با ۲۴/۲۴ میلیمتر، محل اول با ۱۰/۸۳ میلیمتر و محل دوم با ۹/۲۶ میلیمتر در رتبه های اول تا چهارم قرار گرفتند. همچنین این نتایج در مورد گونه های کشت شده نشان داد که گونه های سنجد، افاقیا و بادام به ترتیب با ۲۶/۱۵، ۲۰/۶۸ و ۸/۶۵ میلیمتر در رتبه اول تا سوم قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بجز در سال اول برای محل های کشت نهال، در تمام سال های مورد مطالعه، اختلاف بین چهار محل کشت نهال و نیز اختلاف بین گونه های کشت شده از نظر قطر نهالها در سطح یک درصد معنی دار می باشد (جدول ۶).

همچنین نتیجه آزمون دانکن باتوجه به محل کاشت نهال نشان داد که در تمامی سالهای مورد مطالعه، محل ۳ و ۴ در یک گروه و محل ۱ و ۲ در گروه دیگر قرار داشتند و افزایش قطر در نهال های کشت شده در محل های چهارگانه به قدری نبود که سبب اختلاف جدی در میانگین قطری آنها گردد (جدول ۷).

همچنین آزمون دانکن با توجه به گونه های کاشته شده نشان داد که دلیل وجود اختلاف حدود ۵/۵ میلیمتری در میانگین قطر نهالهای این دو گونه در سال آخر مطالعه، هر یک از دو نهال فوق الذکر در گروهی جداگانه قرار گرفتند. گونه بادام دلیل افزایش بسیار اندک در قطر نهالها و وجود اختلاف زیاد قطر این گونه با دو گونه دیگر در سالهای مطالعه همچنان در گروهی دیگر قرار داشته است (جدول ۸).

میانگین ارتفاع نهالها در محل سوم بالاتر از دیگر محلها بوده است. در آخرین سال برداشت محل سوم با ۱۵۵/۸۱ سانتیمتر در رتبه اول، محل چهارم با ۱۴۲/۷۱ سانتیمتر در رتبه دوم، محل اول با ۴۹/۶۲ سانتیمتر در رتبه سوم و محل دوم با ۴۷/۰۴ سانتیمتر در رتبه آخر قرار گرفت. از نظر گونه نیز در تمامی سال های مورد مطالعه میانگین ارتفاع نهالها در گونه سنجد با ۱۳۹/۳۱ سانتیمتر در رتبه اول، گونه افاقیا با ۱۱۵/۸۷ سانتیمتر در رتبه دوم و گونه بادام با ۴۱/۱۹ سانتیمتر در رتبه سوم قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری برای تغییرات ارتفاع نهالها در طول دوره آماری در جدول ۴ قابل مشاهده است. نتایج نشان داد که در تمام سال های مورد مطالعه، اختلاف بین چهار محل کشت نهال و نیز اختلاف بین گونه های کشت شده در سطح یک درصد معنی دار می باشد. نتیجه آزمون دانکن برای ارتفاع نهالها با توجه به کانال های کاشت نهال نشان می دهد در تمام سال های مورد مطالعه هر سه کانال در یک گروه قرار گرفتند و اختلاف معنی داری بین کانال های کاشت از نظر رشد ارتفاعی وجود نداشت. همچنین نتیجه آزمون دانکن برای ارتفاع نهالها با توجه به محل کاشت نهال نشان می دهد که در تمامی سال های مورد مطالعه، محل ۳ و ۴ در یک گروه و محل های ۱ و ۲ در گروه دیگر قرار داشتند. افزایش ارتفاع در نهال های کشت شده در محل های چهارگانه به قدری نبود که سبب اختلاف قابل ملاحظه در میانگین ارتفاعی آنها گردد (جدول ۵).

همچنین نتیجه آزمون دانکن برای ارتفاع نهالها با توجه به گونه های کاشته شده نشان می دهد که در سال اول مطالعه اختلاف میانگین ارتفاع نهالها در دو گونه سنجد و افاقیا تنها حدود ۴ سانتیمتر بوده و در یک گروه قرار داشتند. اما دلیل وجود اختلاف حدود ۲۴ سانتیمتری در میانگین ارتفاع نهال های این دو گونه در سال آخر مطالعه هر یک از دو نهال فوق الذکر در گروهی جداگانه قرار گرفتند. گونه بادام به دلیل افزایش بسیار اندک در ارتفاع نهالها و وجود اختلاف زیاد ارتفاع با دو گونه دیگر در سال های مطالعه همچنان در گروهی دیگر قرار داشته است.

جدول ۳- نتیجه آزمون دانکن برای زنده‌مانی نهالها با توجه به گونه‌های کشت شده

آبان ۱۳۸۸		خرداد ۱۳۸۸		آبان ۱۳۸۷		خرداد ۱۳۸۷		آبان ۱۳۸۶		خرداد ۱۳۸۶		آبان ۱۳۸۵		خرداد ۱۳۸۵	
گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین
۳	۶۳/۱۹ A	۳	۶۵/۲۸ A	۳	۶۵/۲۸ A	۳	۶۵/۹۷ A	۳	۶۶/۶۷ A	۳	۶۶/۶۷ A	۳	۷۰/۸۳ A	۳	۷۴/۳۱ A
۱	۴۳/۷۵ B	۱	۴۳/۷۵ B	۱	۴۷/۲۲ B	۱	۵۲/۰۸ B	۱	۵۳/۴۷ B	۱	۵۳/۴۷ B	۱	۵۷/۶۴ B	۱	۶۱/۸۱ A
۲	۱۸/۷۵ C	۲	۱۸/۷۵ C	۲	۱۹/۴۴ C	۲	۱۹/۴۴ C	۲	۱۹/۴۴ C	۲	۱۹/۴۴ C	۲	۲۳/۶۱ C	۲	۲۷/۰۸ B

میانگینها با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

گونه ۱ = افاقیا، گونه ۲ = بادام، گونه ۳ = سنجد

جدول ۴- نتیجه تجزیه و تحلیل آماری تغییرات ارتفاع نهال‌ها در آبان ماه ۸۸

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F Value
کانال	۲	۶۵۳۶/۹۴	۳۲۶۸/۴۷	۱/۶۹
تکرار × کانال	۴	۷۷۴۵/۲۵	۱۹۳۶/۳۱	۰/۸۱
تکرار	۲	۲۲۹۰۷/۰۴	۱۱۴۵۳/۵۲	۹/۷۸°
محل × تکرار	۶	۷۰۲۴/۹۷	۱۱۷۰/۸۳	۰/۴۹
محل	۳	۲۷۷۴۳۷/۵۲	۹۲۴۷۹/۱۷	۱۴/۲۶°°
گونه × محل	۶	۳۸۹۲۳/۵۲	۶۴۸۷/۲۵	۲/۷۱°
گونه	۲	۱۸۹۰۵۴/۵۱	۹۴۵۲۷/۲۵	۳۹/۵°°
خطا	۸۲	۱۹۶۲۳۸/۴۱	۲۳۹۳/۱۵	
مجموع اصلاح شده	۱۰۷	۷۴۵۸۶۸/۱۹		

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۵- نتیجه آزمون دانکن برای ارتفاع نهال‌ها با توجه به محل کاشت نهال

سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۸۸	
محل	میانگین	محل	میانگین	محل	میانگین	محل	میانگین
۳	۱۲۴/۵۳ A	۳	۱۲۸/۶۶ A	۳	۱۴۱/۱۱ A	۳	۱۵۵/۸۱ A
۴	۱۲۰/۲۴ A	۴	۱۲۵/۶۵ A	۴	۱۲۹/۹۵ A	۴	۱۴۲/۷۱ A
۱	۷۷/۵۵ B	۲	۵۱/۴۰ B	۲	۴۹/۱۹ B	۲	۴۹/۶۲ B
۲	۷۵/۷۸ B	۱	۴۸/۹۸ B	۱	۴۲/۱۲ B	۱	۴۷/۰۴ B

میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

۱. ۵ متری از لبه پخش سیلاب، ۲. وسط حد فاصل بین نهرهای پخش سیلاب، ۳. حاشیه داخل خاکریز نهر پخش سیلاب و ۴. حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب

جدول ۶- نتیجه تجزیه و تحلیل آماری تغییرات قطر نهال‌ها در آبان ماه ۸۸

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F Value
کانال	۲	۲۵۶/۱۸	۱۲۸/۰۸	۲/۰۱
تکرار × کانال	۴	۲۵۴/۳۹	۶۳/۵۹	۰/۶۴
تکرار	۲	۵۲۱/۵۲	۲۶۰/۷۵	۲/۷
محل × تکرار	۶	۵۷۹/۶۲	۹۶/۶	۰/۹۷
محل	۳	۷۸۹۸/۷۶	۲۶۳۲/۹۲	۲۴/۷۶ **
گونه × محل	۶	۶۳۸/۰۹	۱۰۶/۳۴	۱/۰۷
گونه	۲	۵۷۷۱/۳	۲۸۸۵/۶۵	۲۸/۹۶ **
خطا	۸۲	۸۱۷۰/۶۸	۹۹/۶۴	
مجموع اصلاح شده	۱۰۷	۲۴۰۹۰/۵۶		

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۷- نتیجه آزمون دانکن برای قطر نهال‌ها با توجه به محل‌های کشت

سال ۱۳۸۸		سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۵	
ردیف	میانگین	ردیف	میانگین	ردیف	میانگین	ردیف	میانگین
۳	۲۸/۶۵ A	۳	۲۳/۷۹ A	۳	۱۹/۷۶ A	۳	۱۵/۵۵ A
۴	۲۴/۲۴ A	۴	۲۲/۲۷ A	۴	۱۸/۵۵ A	۴	۱۴/۹۶ A
۱	۱۰/۸۳ B	۲	۱۰/۲۴ B	۲	۱۰/۹۶ B	۱	۱۱/۰۲ B
۲	۹/۲۶ B	۱	۷/۷۹ B	۱	۹/۰۰ B	۲	۹/۱۱ B

میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

۱. ۵ متری از لبه پخش سیلاب، ۲. وسط حد فاصل بین نهادهای پخش سیلاب، ۳. حاشیه داخل خاکریز نهر پخش سیلاب و ۴. حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب

جدول ۸- نتیجه آزمون دانکن برای قطر نهال‌ها با توجه به گونه‌های کشت شده

سال ۱۳۸۸		سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۵	
گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین	گونه	میانگین
۳	A ۲۶,۱۵	۳	A ۲۲/۹۶	۳	A ۲۰/۱۶	۳	A ۱۶/۸۱
۱	B ۲۰,۶۸	۱	B ۱۷/۶۴	۱	B ۱۶/۵۸	۱	A ۱۵/۲۹
۲	C ۸,۶۵	۲	C ۷/۴۷	۲	C ۶/۹۶	۲	B ۵/۸۸

میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند.

۱. ۵ متری از لبه پخش سیلاب، ۲. وسط حد فاصل بین نهادهای پخش سیلاب، ۳. حاشیه داخل خاکریز نهر پخش سیلاب و ۴. حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج ذکر شده معلوم گردید که اختلاف چندانی در زنده‌مانی نهال‌ها بین کانال‌های پخش وجود نداشته است. این نتیجه نشان می‌دهد که شرایط عمومی عرصه پخش سیلاب به گونه‌ای است که تقریباً تمامی کانال‌ها از شرایط مساوی از نظر میزان دریافت رطوبت و نحوه پخش سیلاب برخوردارند.

اگرچه در مجموع محل کاشت سوم یعنی کاشت نهال در حاشیه داخلی خاکریز و محل کاشت چهارم یعنی کاشت نهال در حاشیه خارجی خاکریز نهر پخش سیلاب بیشترین زنده‌مانی را به خود اختصاص داده‌اند.

این نتیجه نشان می‌دهد که رطوبت در جهت شیب عمومی زمین حرکت کرده و به مقدار بیشتر و به مدت بیشتری در پشت پشته خاکی انتهایی عرصه پخش کانال مربوط و داخل کانال پخش بعدی باقی مانده است. ولی نتایج بدست آمده حکایت از سرآمد بودن محل سوم دارد. این یافته نشانگر آن است که تفاوت‌ها باید ناشی از عاملی غیر از رطوبت باشد.

لذا با در نظر گرفتن نحوه احداث کانال‌های پخش می‌توان اظهار داشت که نهال در محل سوم در بالاتر از سطح زمین و در محل داغ آب کشت گردیده و بدلیل دپو شدن خاک سطحی، ریشه این نهال‌ها در توده خاک دست خورده ناشی از جابجایی خاک کانال بعدی که از حاصلخیزی بیشتری نیز بهره‌مند بوده است، امکان توسعه بهتری داشته‌اند.

همچنین با توجه به سیل‌گیری از ابتدای عرصه هر کانال پخش و ایجاد شرایط غرقابی در اوایل فصل رشد، می‌توان علت درصد پایین زنده‌مانی در محل‌های اول و دوم هر کانال پخش را به این مورد استناد کرد.

زیرا کمبود اکسیژن ریشه‌ها یکی از خطرهای اصلی برای احیاء گونه‌های درختی در محیط‌هایی است که توسط دوره‌های سیل‌گرفتگی متناوب یا دائمی روی می‌دهد (Braendle و Crawford، ۱۹۹۶). از طرفی، حرکت مداوم آب در زمانهای وجود آب در کانال‌های پخش و بعد از آن نیز با ساکن شدن آب و سپس خشک شدن آن به صورت بطئی در این بخش از عرصه پخش موجبات ایجاد ساختمانی مترکم تر را فراهم می‌کند (خلفی و همکاران، ۱۳۸۵).

در چنین شرایطی، آب ممکن است در خاک باقی بماند، اما عدم وجود خلل و فرج کافی امکان توسعه ریشه را برای دریافت رطوبت با مشکل مواجه می‌کند (Aubuchon، ۲۰۱۰). Sweigard (۲۰۰۷) نیز نتیجه گرفته است که فشردگی خاک، خلل و فرج خاک را کاهش می‌دهد و این کاهش، می‌تواند اثر منفی روی رطوبت خاک و رشد ریشه داشته باشد.

همچنین سیل‌گرفتگی سبب می‌شود خلل و فرج‌های درشت که قبلاً با هوا پر شده بود، از آب پر شده و به درجه بالایی از اشباع آب در خاک منجر گردد که در این شرایط اکسیژن قابل دسترس کاهش یافته و سیلاب مانع جذب اکسیژن گردد که یکی از نیازهای اصلی برای زندگی گیاه می‌باشد (Pezeshki، ۱۹۹۴).

مهمتر از همه این که در این عرصه زمان شروع پخش سیلاب و آغاز

فصل رشد نهال‌ها همزمان بوده است. در چنین شرایطی سیل‌گرفتگی با آب جاری غالباً خاک سطحی را از طریق فرسایش و شستشو منتقل کرده یا تاثیر خود را با انتقال خاک و ته‌نشینی آن در پای درختان افزایش می‌دهد (Stone و Vasey، ۱۹۶۵؛ Brinson، Swift Plantico و Barclay، ۱۹۸۱).

از میان نهال‌های کشت شده نیز نهال سنجد با ۶۳/۲ درصد زنده‌مانی اختلاف فاحشی با دو نهال دیگر یعنی افاقیا و بادام داشته است. با توجه به این که مقاومت به خشکی و نیز توانایی تحمل رطوبت زیاد از خصوصیات بارز این گونه در منابع ذکر شده است (کوثر، ۱۳۷۴)، می‌توان انتظار داشت که برتر از دو نهال دیگر باشد. از طرف دیگر در منابع از نهال افاقیا به عنوان درخت نسبتاً مقاوم به خشکی یاد گردیده (رضایی، ۱۳۸۱) ولی آن را از درختانی ذکر کرده‌اند که وضعیت ماندابی را نیز می‌تواند تحمل کند (کوثر، ۱۳۷۴). اما به نظر می‌رسد که نتوانسته با گونه سنجد رقابت کند.

گونه بادام نیز گونه‌ای خشکی پسند بوده و در برخی از روستاهای زنجان بصورت کاملاً دیم کشت می‌گردد. اما به نظر می‌رسد تحمل این گونه به شرایط غرقابی بسیار کم باشد. زیرا در محل‌هایی که سیلاب به مدت نسبتاً طولانی در عرصه جریان داشته و شرایط غرقابی روی داده، گونه بادام بیشترین افت را از خود نشان داده است. میزان تحمل به سیلاب و شرایط سیلابی به مقدار زیاد به نوع گونه‌ها و ژنوتیپهای گیاهی، نوع پایه‌های پیوندی، سن گیاهان، زمان و دوره سیل‌گرفتگی و شرایط کیفی و کمی آب سیل بستگی داشته و با توجه به این عوامل تغییر می‌کند (Kozlowski، ۱۹۸۲؛ Kozlowski، ۱۹۸۴؛ Pallardy و Kramer، ۱۹۹۱).
(۱۹۹۷).

نتایج بدست آمده نشان داد که گونه‌ها در محل‌های مختلف کشت پاسخ متفاوتی در ارتباط با تغییرات قطر یقه و ارتفاع نهال از خود نشان داده‌اند. قاسمی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در بررسی واکنش نهال‌ها به پخش سیلاب دریافتند که نهال‌ها (با توجه به عدم یکنواختی پخش) اثر متفاوتی در صفات مورد ارزیابی گونه‌ها داشته و در مقایسه، سطوح پخش سیلاب بیشترین اثر را روی ویژگی‌های رویشی قطر یقه و قطر تاج داشته است.

در نهایت اینکه در شرایط مشابه که طول دوره سیل‌گیری گاهی بیشتر از یک ماه به طول می‌کشد و همچنین این کار در ابتدای فصل رشد اتفاق می‌افتد، می‌توان از نهال‌های سنجد و افاقیا برای ایجاد و توسعه فضای سبز درختی در عرصه‌های پخش سیلاب استفاده نمود. اما بایستی به محل کاشت نهال دقت فراوان کرد. در صورت غرقاب شدن نهال‌ها باید محل کاشت نهال به گونه‌ای باشد که طوقه بالاتر از ارتفاع سیلاب قرار گیرد.

در این رابطه ایجاد یک پشته خاکی به ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر بالاتر از خط ایستایی سیلاب و کاشت نهال در ۱۰ سانتیمتر بالاتر از داغ آب ضروری به نظر می‌رسد.

در این صورت، کاشت نهال بادام و احتمالاً نهال‌های مقاوم به شرایط خشکی نیز امکان کشت و توسعه دارند که جای بررسی دیگری را می‌طلبد.



شکل ۲- رشد مناسب افاقیا محل چهارم کانال پنجم



شکل ۳- یکی از نهال‌های بادام با رشد مناسب در محل سوم کانال سوم



شکل ۴- نهال‌های کشت شده در محل چهارم کانال سوم



شکل ۵- نهال‌های کشت شده در محل سوم کانال پنجم



شکل ۶- زنده مانی و رشد مناسب نهال‌های سنجد در محل سوم کانال پنجم



شکل ۷- یکی از نهال‌های افاقیا با رشد مناسب در زمان گلدهی در محل دوم کانال پنجم



شکل ۸- زنده مانی و رشد مناسب نهال‌های افاقیا در محل چهارم کانال پنجم



شکل ۹- استقرار حسگرهای اندازه گیری رطوبت خاک

منابع مورد استفاده

- ۱- ثابتی، ح. (۱۳۷۳) جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، دانشگاه یزد، ۸۰۷ صفحه.
- ۲- خلفی، ج.، ف. بیات موحد، ع. رضایی و ق. مجتهدی، (۱۳۸۵) تاثیر عملیات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک سطحی، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب سابق)، سال بیستم، شماره ۲، ص ۱۳.
- ۳- دماوندی، ع. و گلچین، ا. (۱۳۷۷) مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی ایستگاه پخش سیلاب زنجان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام زنجان، ۴۸ صفحه.
- ۴- رضایی، س.ع.ا. و موسوی، س.ع. (۱۳۸۱) بررسی مقدماتی استقرار درختان مقاوم به خشکی در منطقه پیسوما، مجله منابع طبیعی ایران، سال پنجاه و پنجم، شماره ۴، ص ۶.
- ۵- شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری (۱۳۷۶) معرفی گونه‌های سازگار با عرصه ایستگاه‌های تحقیقاتی پخش سیلاب بر آبخوان، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۸۱ صفحه.
- ۶- عبدی، پ. (۱۳۷۹) بررسی مشخصه‌های زمین‌شناختی نهشته‌های کواترنر دشت زنجان، پایان نامه دانشجویی، رشته زمین‌شناسی، دانشکده علوم دانشگاه تهران، ۲۴۰ صفحه.
- ۷- قاسمی، ا.، حیدری، ح.، فخری، ف.، آزادفر، د. و صادقی، س.م. (۱۳۹۰) تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر ویژگی‌های رویشی کرت کوثر ۳ تنگستان، استان بوشهر، فصلنامه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، سال ۱۸، شماره ۱، ص ۱۰۵ - ۱۱۶.
- ۸- قاسمی، ا.، حیدری، ح.، فخری، ف.، آزادفر، د. و صادقی، س.م. (۱۳۸۸)

- 17- Kozlowski, T.T. (1982) Water supply and tree growth. Part II. Flooding. *For. Abstr.* 43:145-161.
- 18- Kozlowski, T.T. (1984a) *Responses of woody plants to flooding*. In *Flooding and Plant Growth*. Ed. T.T. Kozlowski. Academic Press, Orlando, FL, pp 129-163.
- 19- Kozlowski, T.T. (1984b) Plant responses to flooding of soil. *Bioscience* 34:162-167.
- 20- Kozlowski, T.T., Kramer, P.J. and Pallardy, S.G. (1991) *The physiological ecology of woody plants*. Academic Press, San Diego, CA.
- 21- Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G. (1997) *Growth control in woody plants*. Academic Press, San Diego.
- 22- Pezeshki, S.R. (1994) Responses of baldcypress (*Taxodium distichum*) seedlings to hypoxia: leaf protein content, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase activity and photosynthesis. *Photosynthetica* 30:59-68.
- 23- Stone, E.C. and Vasey, R.B. (1965) Preservation of the coast redwood on alluvial flats. *Science* 159:157-161.
- 24- Sweigard, R., Burger, J., Zipper, C., Skousen, J., Barton C., Angel, P. (2007) *Low compaction grading to enhance reforestation success on coal surface mines*. Forest Reclamation Advisory. <http://arri.osmre.gov/FRA.htm>. August 18, 2010. 3. 1-6.
- 25- Vartapetian, B.B., Andreeva I.N., Generozova I.P., Polyakova L.I., Maslova I.P., Dolgikh Y.I., Stepanova A. Yu. (2003) Functional Electron microscopy in studies of plant response and adaptation to anaerobic stress. *Annals of Botany*. 91: 155-172.
- بررسی تاثیر خاک های مختلف بیابانی و پخش سیلاب بر روی برخی گونه های درختی مناطق خشک استان بوشهر، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۳۶:۳۶۲-۳۷۴.
- ۹- کنشلو، ه. (۱۳۸۰) جنگل کاری در مناطق خشک، جلد اول، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ۵۱۶ صفحه.
- ۱۰- کوثر، س. آ. (۱۳۷۴) مقدمه ای بر مهار سیلاب ها و بهره‌وری بهینه از آنها، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ۵۲۲ صفحه.
- ۱۱- یارابی، ر. (۱۳۷۴) گیاهان پهن برگ مقاوم به شرایط نامساعد، سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران، ۱۵۵ صفحه.
- 12- Aubuchon E. A. (2010) *Soil moisture profiles and root growth of hardwood trees planted in different groundcovers on the steep slopes of reclaimed mine sites*, MSc Thesis, The University of Tennessee-Knoxville, pp.96.
- 13- Brinson, M.M., Swift, B.L., Plantico, R.C. and Barclay, J.S. (1981) *Riparian ecosystems: Their ecology and status*. USA Fish and Wildlife Serv., Washington, DC, OBS-81/17.
- 14- Crawford, R.M.M. and Braendle, R. (1996) Oxygen deprivation stress in a changing environment. *Journal of Experimental Botany*. 47:145-159.
- 15- Huang, S., Greenway, H. and Colmer, T.D. (2003) Response of coleoptiles of intact rice seedlings to anoxia: K⁺ net uptake from the external solution and translocation from the caryopses. *Annals of Botany*. 91: 271-278.
- 16- Kozlowski, T.T. (1976) *Water supply and leaf shedding*. p. 191- 231. In T.T. Kozlowski (ed.) *Water deficits and plant growth*. Vol. IV. Soil water measurement, plant responses, and breeding for drought resistance. Academic Press, New York.