فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۹ شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳۵۵-۳٤۰، (۱۳۹۰)

واکنش نهال سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) به تنش غرقابی

سید احسان ساداتی[۱]، مسعود طبری[۲*]، محمدحسن عصاره[۳]، حسین حیدری شریف‌آباد[٤] و پیام فیاض[٥]

۱- دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور. پست الکترونیک: masoudtabari@yahoo.com

۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

٤- استاد پژوهش، مؤسسه ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج.

۵- استادیار، دانشگاه یاسوج.

تاریخ دریافت: ۸۹/٦/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲

چکیده

در این تحقیق قلمه‌های سفیدپلت از سه مبدأ گلستان (اقلیم نیمه‌مرطوب)، مازندران (اقلیم مرطوب) و گیلان (اقلیم خیلی مرطوب) تهیه و نهالهای بازکاشتی آن در نهالستان کلوده تحت آزمایش غرقابی قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در ۲ تیمار (غرقابی و شاهد) و ۳ مبدأ یادشده در ٤ تکرار در گلدانهای ۵ لیتری محتوی خاک لومی- رسی- شنی به‌مدت ۱۵۰ روز (تیر- آبان ۱۳۸۸) اجرا گردید. براساس نتایج در نهالهای شاهد، زنده‌مانی بین مبدأها فرقی نکرد و از ۹۳/۷ تا ۱۰۰ درصد در نوسان بود. رویش قطری و ارتفاعی در مبدأ گلستان و اندازه سطح برگ، بیوماس ریشه و بیوماس کل در مبدأ گیلان بیش از دو مبدأ دیگر بوده است. در نهالهای غرقاب شده نیز زنده‌مانی بین مبدأها فرقی نکرد و همواره بیش از ۹۳/۷ درصد بود، همچنین در رویش قطری و ارتفاعی، بیوماس ریشه و زی‌توده کل نهال نیز تغییری بین مبدأها مشاهده نشد. در مجموع، اگرچه اندازه‌های اغلب مشخصه‌های نهال در شرایط غرقابی نسبت به شاهد کمتر بود، ولی می‌توان اظهار کرد که نهالهای هر سه مبدأ به شرایط غرقابی پاسخ نسبتاً خوبی دادند. بنابراین استفاده از آن برای کاشت در عرصه‌های ماندابی، مناطق سیل‌گیر و حواشی رودخانه‌های شمال کشور قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: مبدأ، تنش غرقابی، زنده‌مانی، سفیدپلت، نهال.

مقدمه

شرایط ماندابی (Flooding) به‌دلایل متعدد از جمله بارندگی زیاد، شیب کم زمین، رسی بودن خاک، بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی و عدم زهکشی مناسب اتفاق می‌افتد و تنش حاصل از آن بر زنده‌مانی و رشد گیاهان اثر می‌گذارد (Jackson & Colmer, 2005; Collaku & Harison, 2002) که اغلب موجب تغییراتی در ترکیب گونه و پراکنش آنها می‌شود (Lenssen *et al*., 2000 & 2003; Oliveira-Filho *et al*., 1994; Frye & Grosse, 1992). اثر شرایط غرقابی به‌ویژه در مرحله نهال بسیار حائز اهمیت است (Vreugdenhil *et al*., 2006; Glenz *et al*., 2006) و آثار اولیه ناشی از غرقاب شدن، کمبود اکسیژن است. میزان اکسیژن در شرایط غرقاب ۱۰۰۰۰ بار کمتر از خاکهای زهکشی شده است، به‌طوری که موجب کاهش قابلیت اکسیداسیون- احیاء (Redox-Potential) شده و به‌زودی حالت احیاء در خاک ظهور می‌یابد (لمبرز و همکاران، ۱۳۸٦؛ Pezeshki, 2001). کاهش اکسیژن ناشی از شرایط ماندابی، سبب کاهش جذب آب شده و

Archive of SID

www.SID.ir

منجر به کاهش رشد اندام هوایی، ریشه و زی‌توده گیاه می‌شود (Huang *et al*., 1995; Drew *et al*., 1995). زنده ماندن و رشد گیاه در شرایط غرقابی در وهله اول منوط به سازگاری آن با شرایط کمبود اکسیژن است (بسرا و بسرا، ۱۳۸٦؛ لمبرز و همکاران، ۱۳۸٦؛ Pezeshki, 2001؛ Kozlowski & Pallardy, 2002). در شرایط غرقابی از نیترات به‌جای اکسیژن به‌عنوان گیرنده نهایی الکترون استفاده شده و نیترات‌زدایی بیوشیمیایی (Denitrification) موجب کمبود ازت (NO_3^-) قابل استفاده برای گیاه می‌شود (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳؛ فوت، ۱۳۷٤). در جریان غرقاب شدگی خاک و در اثر کمبود نیتروژن، وضعیت رشد و نمو گیاه دچار مشکل شده، برگهای گیاه به سبز روشن تا زرد تبدیل شده، ریزش زودرس برگها شروع شده و جوانه‌های جانبی غیرفعال می‌شوند (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷). شرایط غرقابی همچنین موجب جلوگیری از تشکیل برگ، رشد و توسعه آنها و کاهش رشد بند رویشی ساقه می‌گردد. ضمن این که ریزش سریع برگ، سرخشکیدگی نهال و در کل کاهش رشد را به‌دنبال دارد (Kozlowski *et al*., 1991; Kozlowski & Pallardy, 1997).

مقاومت به شرایط ماندابی در بین گونه‌های گیاهی و ژنوتیپ متغیر بوده و متاثر از سن گیاه، زمان غرقابی، دوره غرقابی، شرایط ماندابی و خصوصیات رویشگاه می‌باشد (Kozlowski, 1997). بیشترین و متداولترین علائم اثر تنش غرقابی بر درختان، در کاهش رشد ارتفاعی (Lenssen *et al*., 2000 & 2003; Ramona, *et al*., 2005; Gravatt & Kirby, 1998) و زنده‌مانی نمایان می‌گردد (Kozlowski, 1997).

برخی گونه‌های درختی پهن‌برگ در پژوهش‌های انجام شده تحت تنش غرقابی، کاهش رشد ارتفاعی و حتی توقف رشد نشان داده‌اند، همانند: *Alnus incana* (Robert *et al*., 2005)، *Betula nana* (Eiankowski, 2008)، *Tilia cordata*، *Acer pseudoplatanus* و *Betula pendula* (Frye & Grosse, 1992)، *Quercus nuttallii* (Farmer & Pezeshki, 2004)، *Quercus robur* (Schmull & Thomas, 2000)، *Platanus occidentalis*، *Betula nigra*، *Eucalyptus camaldulensis*، *Acer prubrum* و *Ulmus americana* (Kozlowski & Pallardy, 1997). همچنین رشد قطری در شرایط غرقابی در گونه‌های *Acer negundo*، *Acer platanoides*، *Betula papyrifer*، *Taxodium distichum* و *Fraxinus pennsylvanica* کاهش یافته است (Yamamoto & Kozlowski, 1987 a,b; Conner *et al*., 1997; Ke *et al*., 2008).

نتایج آزمایش بر روی گونه *Quercus nuttallii* توسط Farmer & Pezeshki (2004) نشان داد که زنده‌مانی در شرایط غرقابی ۷٦ درصد و شاهد صددرصد بوده و رشد ارتفاعی و زی‌توده کل در دوره ۳٦ روزه با اختلاف معنی‌داری کمتر از شرایط غیر غرقاب بود. همچنین در مطالعه دیگری بر روی نهالهای *Q. pagoda* زنده‌مانی به ٤۰ درصد کاهش یافت (Kirk, 2004).

محققان چینی مقاومت به غرقابی شدن برخی کلن‌های صنوبر را بررسی نموده و چندین کلن مقاوم را برای کاشت معرفی نمودند (Peng, 2003; Levine & Stromberg, 2001; Cao & Conner, 1999). صنوبرها براساس طبقه‌بندی Glenz *et al*. (2006) مبنی بر مقاومت گونه‌های درختی به تنش غرقابی در طبقه متوسط و بالا قرار گرفتند. در مطالعه اثر تنش غرقابی بر روی کلن‌های صنوبر *P. deltoides* توسط Cao & Conner (1999) با سه سطح رطوبتی، شاهد و غرقاب ۳ سانتی‌متر بالای خاک و غرقاب کامل، زنده‌مانی نهال به‌مدت ٤۲ روز صددرصد بود، اما رشد ارتفاعی شاهد دو برابر غرقاب شد و در روز سی‌ام رشد نهال غرقاب متوقف گردید. به‌لحاظ شادابی، برگها برنزه و کلروزه (زرد) شدند و علاوه بر ریزش برگ، اندازه برگ، سطح برگ و تعداد برگ کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند؛ به‌طوری که در غرقاب کامل

Archive of SID

www.SID.ir

٦ تا ۱۰ برگ در هر نهال ریزش داشت. زی‌توده ریشه و ساقه و زی‌توده کل نیز در غرقاب کامل کاهش معنی‌داری داشتند.

در پژوهش Ke *et al.* (2008) بر روی کلن‌های صنوبر در شرایط غرقابی، پس از ٤٥ روز نهالها تلفاتی نداشتند، اما ماندابی اثر نامطلوبی بر صفات مرفولوژیکی داشت، به‌طوری که میزان رشد قطری، ارتفاعی، سطح برگ، بیوماس ریشه و بیوماس کل به‌شدت کاهش یافت. در مطالعه تنش غرقابی توسط Stewart *et al.* (2009) بر روی صنوبر *P. angustifolia*، تعداد برگ ۱۰ درصد و سطح برگ ۵۰ درصد کاهش یافت. نتایج تنش غرقابی به‌مدت ۳۷ روز بر روی ١٤ کلن صنوبر نشان داد که همه کلن‌ها زنده‌مانی صددرصد داشتند، اما رشد طولی، رشد قطری، تعداد برگ، زی‌توده ریشه و اندام هوایی دچار کاهش گردید (Ji & Xin, 2007).

درخت سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) بومی جنگلهای شمال ایران است و از ارسباران، طوالش و آستارا تا گرگان و رشت و اطراف بجنورد انتشار دارد (ثابتی، ۱۳۷۳). این گونه در نواحی آبگیر (Wetland) و ماندابی و حاشیه رودخانه‌ها بیشتر حضور دارد. با وجود مناطق آبگیر و رودخانه‌های متعدد در نواحی شمالی کشور و حضور پراکنده گونه‌های سریع‌الرشدی مانند سفیدپلت در این مناطق، هنوز آستانه تحمل و مقاومت به شرایط غرقابی این گونه مشخص نشده و تحقیقی نیز در این مورد موجود نیست. بنابراین این تحقیق به‌دنبال مشخص نمودن میزان تحمل و پاسخ رشد مبدأهای مختلف سفیدپلت به شرایط غرقابی است. در حقیقت، به‌رغم پژوهش‌های متعدد در ارتباط با واکنش رشد نهالهای جنگلی به تنش غرقابی در خارج از کشور، این اولین تحقیق در کشورمان بر روی این گونه می‌باشد.

مواد و روشها

ابتدا از سه منطقه گیلان، مازندران و گلستان، قلمه‌های حاوی ۳ تا ٤ جوانه (طول حدود ۱۸ تا۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱ سانتی‌متر) از شاخه‌های نورسته (یکساله) درختان میانسال تهیه و سپس در گلدانهای پلاستیکی (ابعاد ۱۱×۱۹/۵ سانتی‌متر) حاوی خاک لوم- رسی- شنی در نهالستان کلوده واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان آمل با ارتفاع ٦ متر از سطح دریا کاشته شد. میانگین دمای حداقل این نهالستان ٦/٦ درجه سانتی‌گراد، میانگین دمای حداکثر ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه آن ۸۳۰ میلی‌متر می‌باشد (احمدلو و همکاران، ۱۳۸۸). از نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی، نوع اقلیم مبدأهای مورد مطالعه پس از جمع‌آوری اطلاعات آب و هوایی مشخص گردید. برای این منظور متوسط بارندگی و دمای سالانه ۲۰ ساله "پارک ملی گلستان"، از ایستگاه مینودشت، "ایزده مازندران" از بابلسر و"پرکاپشت سفیدرود گیلان" از ایستگاه آستانه اشرفیه تهیه شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) شاخص خشکی دومارتن محاسبه و اقلیم این سه ناحیه مشخص گردید (جدول ۱). شکل ۱ محل نمونه‌گیری‌ها را نشان می‌دهد.

رابطه (۱)
$$I_a = \frac{P}{T+10}$$

I_a: ضریب خشکی دومارتن

P: میانگین بارندگی سالانه (میلی‌متر)

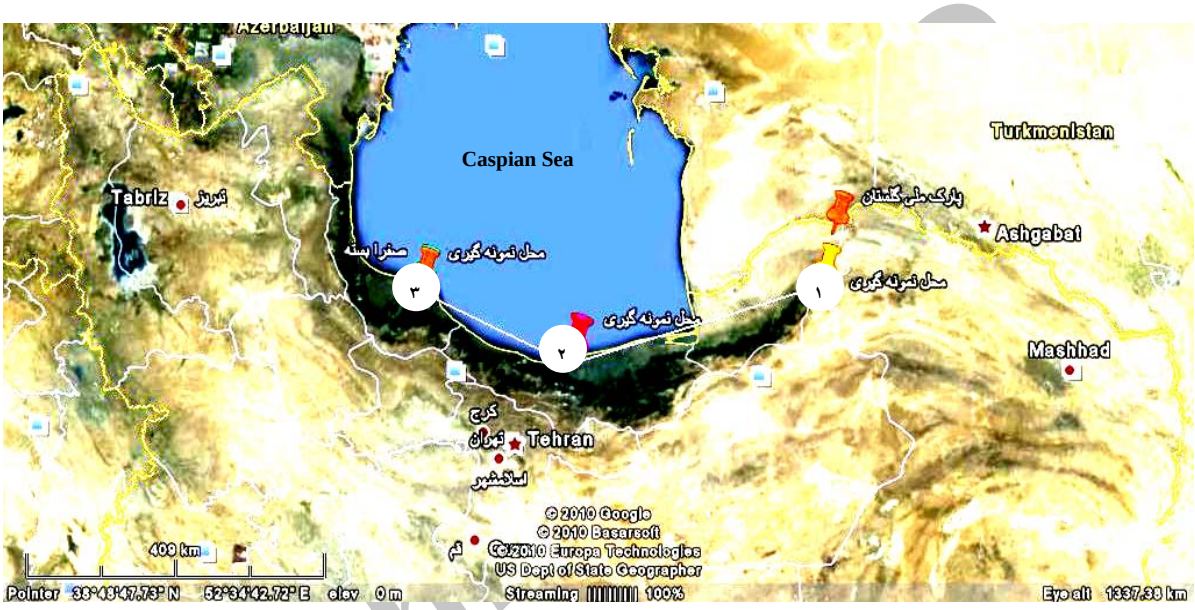
T: میانگین دمای سالانه (سانتی‌گراد)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- موقعیت مبدأها، مختصات جغرافیایی و وضعیت آب و هوایی آنها در نواحی جنگلی شمال کشور

منطقه	ناحیه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	متوسط دمای سالیانه (سانتی‌گراد)	متوسط بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	ضریب خشکی دومارتن	اقلیم
گلستان	پارک ملی	٤۳۰	۵۵° ۵۱' ۵۱"	۳۷° ۲۲' ۹۵"	۱۷/۹	۷۵۵	۲٦/۸	نیمه‌مرطوب
مازندران	جنگل ایزده	۱۰	۵۲° ۱۰' ۰۸"	۳٦° ۳۳' ٤٤"	۱۷/۳	۹۲۷/۱	۳٤/۰	مرطوب
گیلان	پرکاپشت سفیدرود	۱۰	٤۹° ۳۸' ۵۷"	۳۷° ۱۹' ۰۱"	۱٦/۲	۱۳۰۱	٤۹/٦	خیلی مرطوب



شکل ۱- موقعیت مبدأها و محل نمونه‌گیری (دوایر سفید) در جنگلهای هیرکانی: ۱- پارک ملی گلستان ۲- جنگل ایزده و ۳- پرکاپشت حاشیه سفیدرود

هنگامی که نهالها به ارتفاع ۵۰ تا ٦۰ سانتی‌متر رسیدند، تیمار تنش غرقابی اعمال شد و از میان آنها ۹٦ اصله نهال یکدست انتخاب گردید. در واقع نهالها با ترکیب تیمار مبدأ (نیمه‌مرطوب، مرطوب و خیلی مرطوب) و رژیم رطوبتی (غرقابی و شاهد) در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل با ۲ تیمار (غرقابی و شاهد) و ٤ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) به‌مدت ۵ ماه (تیر تا آبان) در سال ۱۳۸۸ اجرا شد.

قبل از اعمال تنش، قطر یقه و ارتفاع کلیه نهالها اندازه‌گیری شد. به‌منظور زهکشی، گلدان‌های شاهد در زیر دارای منفذ بودند و از این طریق با توجه به آبیاری یک روز در میان، رطوبت خاک شاهد آنها در ظرفیت مزرعه (FC) حفظ می‌شد. گلدان‌های تیمار غرقابی هیچ‌گونه منفذی نداشته و همواره در طول دوره بررسی تا ارتفاع ۳ سانتی‌متر بالای سطح خاک گلدان‌ها از آب اشباع بود. در پایان دوره پس از شمارش نهالها برای تعیین درصد زنده‌مانی، از هر تیمار در هر تکرار، ۳ نهال به‌طور تصادفی انتخاب و مهمترین مشخصه‌های مورفولوژیکی

Archive of SID

www.SID.ir

شامل صفات رشد (قطری و ارتفاعی)، تعداد برگ، سطح برگ (Leaf Area)، زی‌توده ریشه (Root)، اندام هوایی (Shoot)، زی‌توده کل و وضعیت کیفی نهال به‌لحاظ شادابی (Vitality) اندازه‌گیری شد.

مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری

زنده‌مانی: به‌منظور بررسی این که در هر تیمار چند درصد از نهالهای کاشته شده در شروع آزمایش (اواخر تیرماه) تا پایان آزمایش باقی می‌مانند، بدین صورت عمل شد که نسبت تعداد نهالهای باقی‌مانده در آخر آذرماه (S) به تعداد نهالهای اولیه در زمان شروع آزمایش در هر تیمار (n') به‌صورت درصد به‌عنوان درصد زنده‌مانی (SP) منظور و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (رابطه ۲).

$$Sp = \frac{S}{n'} \times 100 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

رشد نهال: قطر نهالها در پایان آزمایش (پایان آذر) از محل یقه نهال با میکرومتر با دقت یک‌صدم میلی‌متر اندازه‌گیری و با تفاضل از قطر اولیه (شروع آزمایش) رویش قطری تعیین شد. همچنین طول نهالها در پایان آذرماه با استفاده از خط‌کش مدرج (با دقت یک میلی‌متر) از سطح خاک گلدان تا محل جوانه انتهایی اندازه‌گیری و با تعیین اختلاف آن از ارتفاع نهال در شروع آزمایش، رویش طولی نهال برآورد گردید.

زی‌توده: در پایان فصل رشد، نهالها از گلدانها خارج و پس از شستشوی ریشه‌ها از محل یقه قطع شدند. سپس ریشه‌ها، ساقه و برگها به‌طور جداگانه در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت قرار گرفته و در مرحله بعد با ترازوی رقومی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. بدین ترتیب وزن خشک ریشه‌ها به‌عنوان زی‌توده ریشه (Root)، وزن خشک ساقه و برگ به‌عنوان زی‌توده اندام هوایی (Shoot) و سرانجام مجموع آنها یا زی‌توده کل (Total Dray Mass) نیز تعیین شد (Ji & Xin, 2007).

سطح برگ (Leaf Area): به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ، ابتدا ۳ برگ کاملاً توسعه یافته از بالاترین قسمت از هر نهال برداشت و با استفاده از دستگاه اسکنر، اسکن شد. سپس به‌کمک نرم‌افزار UTHSCSA (Image Tools Analysis System) سطح هر برگ مشخص گردید (Yang *et al*., 2007).

شادابی (Vitality): تعیین شادابی نهالهای تحت آزمایش پس از طی حدود ۳ ماه از آغاز آزمایش و مطابق روش Anonymous (1999) انجام شد. در این روش، شادابی با چهار طبقه به‌شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت: شادابی خوب (کمتر از ۱۰ درصد تعداد برگها رنگ پریده)، شادابی متوسط (۱۰ تا ۲۵ درصد تعداد برگها رنگ پریده)، نسبتاً رنگ پریده (۲۵ تا ٦۰ درصد تعداد برگها رنگ پریده) و شدیداً رنگ پریده (بیش از ٦۰ درصد تعداد برگها رنگ پریده). سپس کدگذاری با ٤ طبقه یادشده از شادابی خوب با کد ٤ تا شدیداً رنگ پریده با کد ۱ صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی نقاط پرت مشخصه‌های مورد بررسی به‌کمک آزمون Grubb، به‌منظور اثبات تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و برای بررسی همگنی واریانس بین گروه‌ها از آزمون لون (Levene) استفاده شد. به‌کمک رویه مدل‌های خطی (General Linear Model) تجزیه واریانس دوطرفه (Two-Way-Anova) انجام گردید. داده‌ها به‌صورت یک مدل فاکتوریل ($x_{ikl} = \mu + \alpha_k + (\alpha\beta)_{kl} + \varepsilon_{ikl}$)، ٤×۲×۳ (سه نوع مبدأ، دو رژیم آبی و چهار بلوک) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 مورد ارزیابی قرار گرفتند.

Archive of SID

www.SID.ir

شادابی نهالها به‌روش تجزیه ناپارامتری اثرات حاشیه‌ای (Nonparametric Marginal Effects Analysis) و با استفاده از نرم‌افزار SAS 8.0 مشخص گردید. برای مقایسه اثرات ساده و متقابل تیمارها، مقایسات دوگانه با استفاده از آزمون تی استیودنت (t-student) و مقایسه چندگانه با آزمون دانکن (Duncan) انجام شد. مقایسات میانگین بین ترکیب تیمارهای معین با استفاده از مقایسات متعامد (Orthognal) انجام گردید.

نتایج

زنده‌مانی

نتایج این تحقیق نشان داد که زنده‌مانی در مبدأهای مختلف یکسان بود (P=۰/٥٤) (جدول ۲)؛ به‌طوری که هر سه مبدأ توانستند در این مدت بیش از ۹۸ درصد زنده بمانند (شکل ۲). تجزیه و تحلیل داده‌ها اثر تنش غرقابی بر زنده‌مانی را نیز معنی‌دار نشان نداد (P=۱) (جدول ۲). با وجود این، نهالهای غرقابی و شاهد ماندگاری بسیار زیاد (۹۸ درصد) و یکسانی را نشان دادند (شکل ۲). ضمناً اثر متقابل مبدأ × رژیم آبی نیز بر زنده‌مانی معنی‌دار نبود (P=۰/۱۸) (جدول ۲).

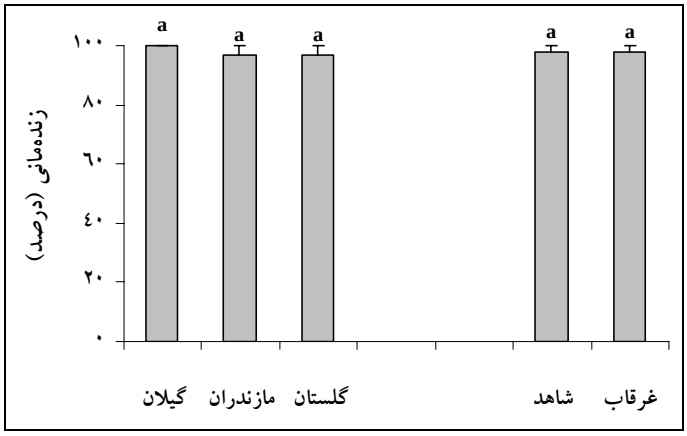
جدول ۲- تجزیه واریانس دوطرفه صفات نهال تحت تأثیر مبدأ و شرایط غرقابی

صفات	مبدأ			رژیم آبی			مبدأ × رژیم آبی		
	درجه آزادی	آماره F	معنی‌داری	درجه آزادی	آماره F	معنی‌داری	درجه آزادی	آماره F	معنی‌داری
زنده‌مانی	۲	۰/٦۲	۰/٥٤^{ns}	۱	۰/۰۰	۱^{ns}	۲	۱/۸۷	۰/۱۸^{ns}
رویش قطری	۲	۰/۷	۰/٥۱^{ns}	۱	٤۸/۷	۰/۰۰۰**	۲	٤/٥	۰/۰۲*
رویش ارتفاعی	۲	٦/۷	۰/۰۰۸**	۱	٤٥۲/۸	۰/۰۰۰**	۲	۸/۳۸	۰/۰۰٤**
سطح برگ	۲	۱۲٦/۲	۰/۰۰۰**	۱	۳٥۹/۰۳	۰/۰۰۰**	۲	۷۷/٤	۰/۰۰۰**
تعداد برگ	۲	٦/۱۸	۰/۰۱**	۱	۸۱/۷	۰/۰۰۰**	۲	۷/٥٦	۰/۰۰٥**
زی‌توده ریشه	۲	۲۳/٦	۰/۰۰۰**	۱	۳۷٥/٦	۰/۰۰۰**	۲	۲۰/۹	۰/۰۰۰**
زی‌توده اندام هوایی	۲	۱۳/۱	۰/۰۰۰**	۱	۱۳۸/٥	۰/۰۰۰**	۲	۱۳/۲	۰/۰۰۰**
زی‌توده کل	۲	۳۱/٥	۰/۰۰۰**	۱	٤٤۸/۲	۰/۰۰۰**	۲	۲۳/۲۸	۰/۰۰۰**

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰٥ و ns: معنی‌دار نیست

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- مقایسه زنده‌مانی بین سه مبدأ در شرایط غرقابی و شاهد

رشد

رویش قطری در سه مبدأ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۵۱) (جدول ۲)، اما در شاهد نسبت به شرایط غرقاب برتر بود (P=۰/۰۰) (شکل ۳). به‌لحاظ رویش ارتفاعی، سه مبدأ اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲) و مبدأ گلستان از بیشترین رویش ارتفاعی برخوردار بود (P=۰/۰۰۸) (شکل ٤). رویش ارتفاعی شاهد و غرقاب به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (P=۰/۰۰) (جدول ۲). همچنین اثر متقابل مبدأ × رژیم آبی نیز بر رشد ارتفاعی تفاوت داشت (P=۰/۰۰٤) (جدول ۲). در مجموع، نهالهای با منشأ گلستان که به‌صورت کنترل (شاهد) نگهداری شده بودند دارای بیشترین رویش قطری و ارتفاعی بودند.

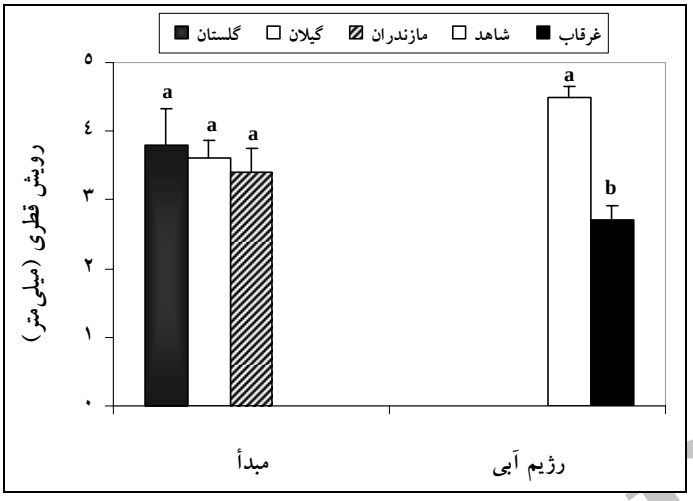
جدول ۳- اندازه میانگین (± اشتباه معیار) و مشخصه‌های نهال در ترکیب تیمارها (مبدأ × رژیم آبی)

مبدأ × رژیم آبی	زنده‌مانی (درصد)	رویش قطری (میلی‌متر)	رویش ارتفاعی (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	زی‌توده ریشه (گرم)	زی‌توده اندام هوایی (گرم)	زی‌توده کل (گرم)
گلستان- شاهد	۹۳/۷ (٦/۲)	۵/۲a (۰/۲۹)	٤۱/۷a (۱/۳۷)	۳۰a (٤/۳)	۲۷/۷d (۱/۱۱)	۱٤/٦b (۰/۵۹)	۸a (۰/٤۵)	۲٤/٤b (۱/۰۱)
گلستان- غرقاب	۱۰۰ (۰)	۲/٤c (۰/۱۲)	۱۳/۵c (۱/۰٤)	۱۱c (۱/۵)	۲۵/۵de (۲/٦)	۸/۳d (۰/۲٤)	۲/۸d (۰/۳۸)	۱۱/۰۵d (۰/٦)
مازندران- شاهد	۱۰۰ (۰)	٤b (۰/٤۱)	۳۲/۵b (۱/۷)	۱۸b (۰/۹۱)	٦۵/۲b (۱/٦)	۱۳/۹c (۱)	٤/۹b (۰/۱۳)	۱۸/۹c (۰/۹۸)
مازندران- غرقاب	۹۳/۷ (٦/۲)	۲/۸c (۰/۳۸)	۱۳/٤c (۰/۷۵)	۱۲bc (۰/۹۲)	۲۲/۱e (۰/٦٦)	۸/۱d (۰/۱۳)	۳/۵cd (۰/۲۷)	۱۱/٦۵d (۰/۳٦)
گیلان- شاهد	۱۰۰ (۰)	٤/۲b (۰/۲)	۳٤/۵b (۱/۱۹)	۲۸a (۱)	۷۲/۷a (۱/۷)	۲۱/٤a (۰/۵)	۸/۲a (۰/٦۵)	۲۹/۷a (۰/۵۹)
گیلان- غرقاب	۱۰۰ (۰)	۳c (۰/۲)	۱۵/۲c (۱/۱)	۱٤bc (۰/٦۵)	۳٦/۱c (۱/۷)	۸/٤d (۰/۲)	٤bc (۰/۱٤)	۱۲/٤d (۰/۲۷)

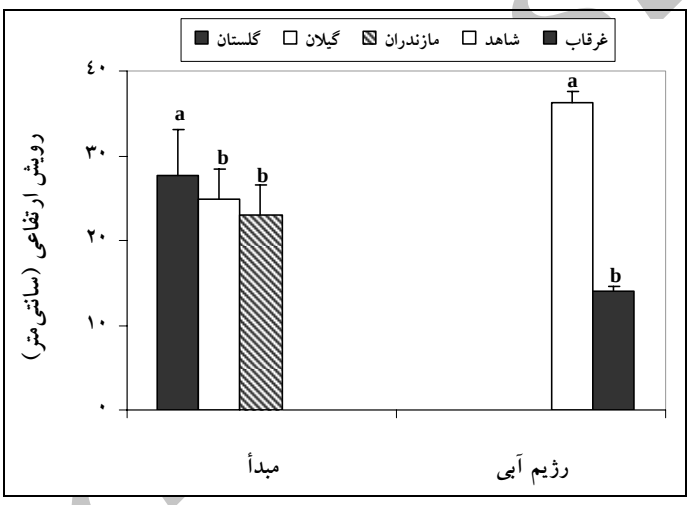
حروف متفاوت به‌معنی اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه رویش قطری سه مبدأ در شرایط غرقابی و شاهد

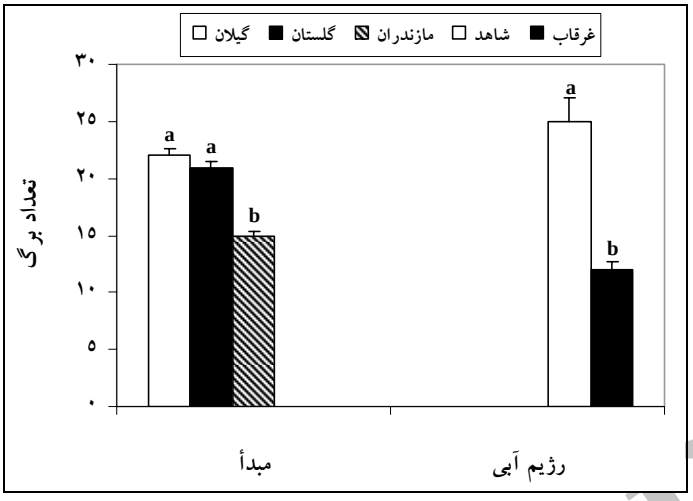


شکل ٤- مقایسه رویش ارتفاعی سه مبدأ در شرایط غرقابی و شاهد

تعداد برگ

تجزیه و تحلیل داده‌ها، تعداد برگ در مبدأهای مختلف (P=۰/۰۱) و رژیم آبی را نسبت به شاهد (P=۰/۰۰) به‌طور معنی‌داری متفاوت نشان داد (جدول ۲) (شکل ۵). تعداد برگ در دو مبدأ گیلان و گلستان بر مازندران فزونی داشت. همچنین مشخص گردید که اثر متقابل مبدأ × رژیم آبی نیز بر تعداد برگ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد (P=۰/۰۰۵) (جدول ۲). در حقیقت بیشترین تعداد برگ مبدأها در نهالهایی دیده شد که در شرایط غیر غرقابی (شاهد) رشد نموده بودند.

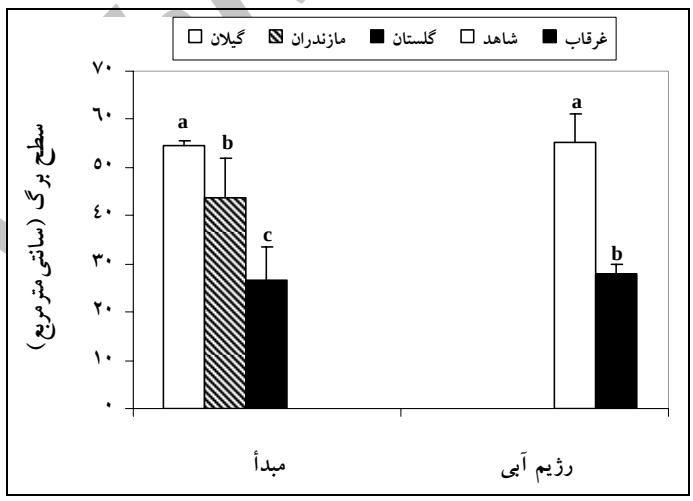
www.SID.ir



شکل ۵- مقایسه تعداد برگ تحت غرقاب و شاهد در مبدأهای مختلف

سطح برگ

نتایج تحقیق، اندازه سطح برگ را برای مبدأهای مختلف (P=۰/۰۰) و شرایط غرقاب در برابر شاهد (P=۰/۰۰) به‌طور متفاوت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). در واقع صرف‌نظر از تیمار مبدأ، نهالهای شاهد و صرف‌نظر از رژیم غرقابی، نهالهای گیلان دارای سطح برگ بزرگتری بودند (شکل ٦). اثر متقابل مبدأ × رژیم آبی بر سطح برگ نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود (P=۰/۰۰) (جدول ۲)، به‌طوری که نهالهای با مبدأ گیلان که در شرایط کنترل (شاهد) مدیریت شده بودند از بزرگترین اندازه سطح برگ برخوردار بودند (جدول ۳).



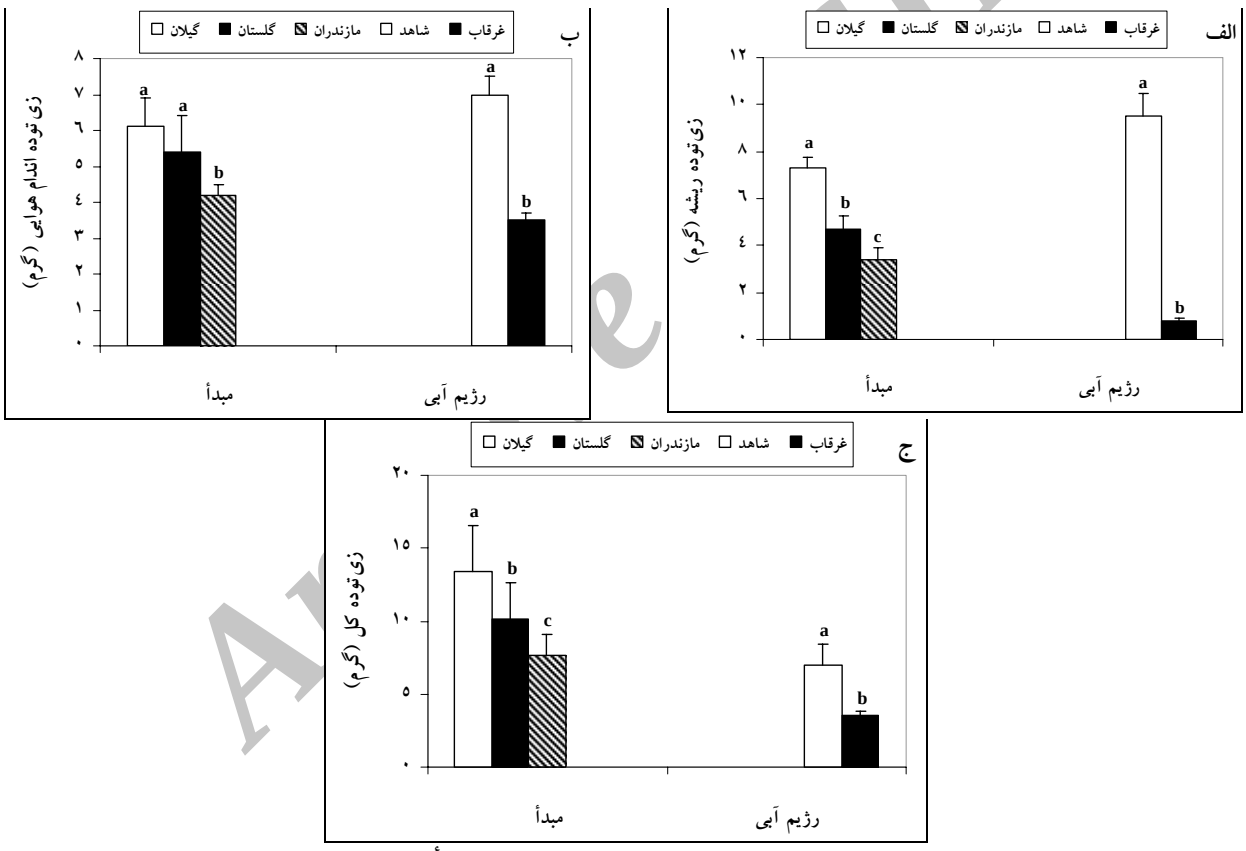
شکل ٦- مقایسه اندازه سطح برگ تحت غرقاب و شاهد در مبدأهای مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

زی‌توده

نتایج حاصل از پژوهش، زی‌توده سه مبدأ و رژیم رطوبتی را متفاوت و معنی‌دار نشان داد، به‌طوری که زی‌توده ریشه (Root) صرف‌نظر از تیمار غرقابی در مبدأ گیلان بیشتر از گلستان و آن هم بیشتر از مازندران بود (*P*=۰/۰۰) (شکل ۷- الف). زی‌توده ریشه در شاهد نیز با اختلاف معنی‌داری به غرقابی برتری داشت (*P*=۰/۰۰). البته زی‌توده اندام هوایی (Shoot) در دو مبدأ گلستان و گیلان تقریباً یکسان و بیشتر از مازندران بود (*P*=۰/۰۰) (جدول ۲). زی‌توده اندام هوایی در شاهد بیشتر از غرقاب مشاهده شد (*P*=۰/۰۰) (جدول ۲) (شکل ۷- ب). زی‌توده کل در سه مبدأ متفاوت (*P*=۰/۰۰) (جدول ۲) و در غرقاب نیز نسبت به شاهد معنی‌دار بود (*P*=۰/۰۰) (شکل ۷- ج). اثر متقابل مبدأ × رژیم آبی بر زی‌توده نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود (*P*=۰/۰۰) (جدول ۲).



شکل ۷- مقایسه زی‌توده تحت غرقاب و شاهد در مبدأهای مختلف،
الف: ریشه (Root)، ب: اندام هوایی (Shoot) و ج: کل (Dry Mass Total)

Archive of SID

www.SID.ir

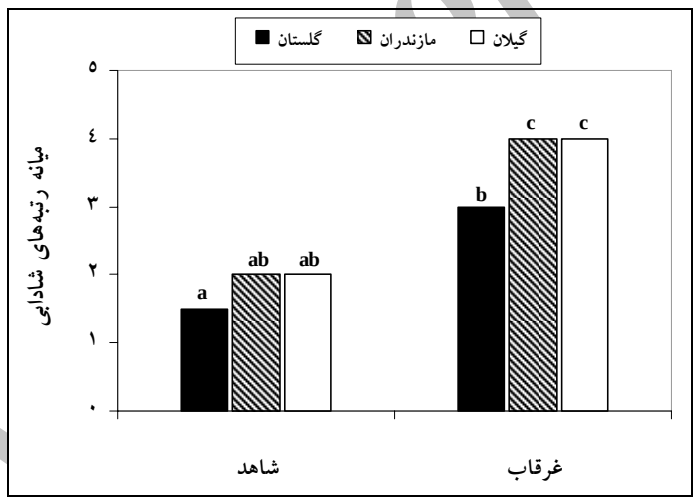
شادابی نهال

براساس نتایج تحقیق، شادابی نهالها بین مبدأهای مختلف متفاوت بود (جدول ٤) و مبدأ گلستان به‌لحاظ کیفیت نهال از شادابی بهتری برخوردار بود (P=۰/۰۰۰) (شکل ۸)، ولی نهالهای تحت غرقاب به‌لحاظ شادابی وضعیت مطلوبی را نسبت به شاهد نشان ندادند (P=۰/۰۱۹) (جدول ٤).

جدول ٤- تجزیه صفت شادابی با آزمون ناپارامتری در مبدأها و رژیم‌های مختلف آبی

منابع تغییرات	آماره F	درجه آزادی صورت	درجه آزادی مخرج	معنی‌داری
بلوک	۲/٦۳	۳	۳/٦٥	۰/۱۹۸^{ns}
مبدأ	٤۰/۸۳	۱	۱۰/۹	۰/۰۰۰**
رژیم آبی	٥/۹۳	۱/۹٥	۱۰/۹	۰/۰۱۹^{ns}
مبدأ × رژیم آبی	۰/۲	۱/۹٥	۱۰/۹	۰/۸۱۸^{ns}

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns: معنی‌دار نیست



شکل ۸- مقایسه وضعیت شادابی نهالهای تحت غرقاب و شاهد در مبدأهای مختلف
(حروف مختلف روی ستون‌ها مبین معنی‌دار بودن میانه رتبه‌های شادابی بین ٦ ترکیب تیمار می‌باشد)

بحث

در این تحقیق که نهالهای مبدأهای مختلف سفیدپلت در فصل رشد به‌مدت ٥ ماه در شرایط غرقابی مورد بررسی قرار گرفتند، دارای زنده‌مانی زیاد (۹٤ تا ۱۰۰ درصد) بودند. به‌طور کلی، زنده‌مانی و رشد از عوامل تعیین کننده تنش غرقابی در نهالهای جنگلی (Kozolowski, 1997) و به‌ویژه صنوبرها (Cao & Conner, 1999; Ke *et al*., 2008; Ji & Xin, 2007) محسوب می‌شوند. البته در بررسی محققان یادشده، مدت زمان غرقابی و دوره تنش بسیار کمتر از زمان تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

حاضر بوده است. بنابراین زنده‌مانی بیش از ۹۸ درصد طی فصل رشد ۵ ماهه می‌تواند قدرت انطباق فوق‌العاده سفیدپلت را در شرایط تنش غرقابی نشان دهد. بنابراین می‌توان گونه سفیدپلت را همانند سایر گونه‌های نرم‌چوب (صنوبر) (Glenz *et al*., 2006) به‌لحاظ تحمل به شرایط غرقابی در گروه متوسط به بالا جای داد. این در حالیست که در گونه‌های سخت‌چوب پهن‌برگ همانند *Q. pagoda* زنده‌مانی نهال در شرایط غرقابی از ٤٠ درصد هم تجاوز نمی‌کند (Kirk, 2004).

به‌طور کلی، رشد ارتفاعی صفتی است که بیشتر از سایر صفات تحت تأثیر شرایط تنش قرار می‌گیرد و شاخص مناسبی برای ارزیابی اثرات ناشی از تنش محسوب می‌شود. در برخی پژوهش‌ها گزارش شده که شرایط غرقابی آثار نامطلوبی بر شرایط رشد و سایر صفات به‌جا می‌گذارد (Lenssen *et al*., 2000 & 2003; Ramona, *et al*., 2005; Gravatt & Kirby, 1998).

همچنین براساس مطالعات محققین مختلف، آثار کاهش رشد ارتفاعی و حتی توقف رشد در برخی گونه‌ها و هیبریدهای صنوبر *P. deltoides* (Ji & Xin, 2007; Cao & Conner, 1999) و گونه‌های درختی (Robert *et al*., 2005; Eiankowski, 2008; Frye & Grosse, 1992; Farmer & Pezeshki, 2004; Schmull & Thomas, 2000; Kozlowski & Pallardy, 1997) گزارش شده است. در مطالعه حاضر نیز نهالهای تحت تنش، رشد کمی را نشان دادند و در برخی موارد تا ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش رشد داشتند. نهالهای شاهد مبدأ نیمه‌مرطوب (گلستان)، رویش ارتفاعی بهتری نسبت به دو مبدأ مرطوب و خیلی مرطوب نشان دادند. البته به‌لحاظ رویش قطری تفاوت معنی‌داری در بین مبدأها مشاهده نشد. اما نهالهای تحت تنش رویش قطری کمتری نسبت به شاهد داشتند که این نتیجه با سایر گزارشها (Ke *et al*., 2008; Conner *et al*., 1997; Ji & Xin, 2007) مطابقت دارد.

در حقیقت نهالهای تحت تنش به‌رغم حفظ زنده‌مانی، به‌شدت تحت تأثیر شرایط احیایی و محدودیت اکسیژن قرار گرفته و با ایجاد اختلال در جذب آب و عناصر تغذیه‌ای و پدیده نیترات‌زدایی (Denitrification) (Drew *et al*.,1995; Kozlowski & Pallardy, 2002)، رشد قطری و ارتفاعی‌شان کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. وجود چنین وضعیتی در شرایط ماندابی توسط محققان داخلی (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵؛ ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳) و خارجی (لمبرز و همکاران، ۱۳۸٦؛ فوت، ۱۳۷٤) نیز تأیید شده است. از جمله اثرات تنش غرقابی، تأثیر نامطلوب بر رشد و میزان برگ‌زایی می‌باشد که این در واقع پاسخ به شرایط تنش و حفظ تعادل آبی از طریق کاهش سطح تعرق کننده می‌باشد (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷؛ Kozlowski *et al*., 1991؛ Kozlowski & Pallardy, 1997؛ Cao & Conner, 1999؛ Stewart *et al*., 2009؛ Ji & Xin, 2007). در نتایج بررسی متخصصین بر روی جنس صنوبر نیز به مسئله کاهش تعداد برگ و ابعاد و خزان زودرس برگهای تحت تنش غرقابی اشاره شده است (Cao & Conner, 1999; Ke *et al*., 2008; Stewart *et al*., 2009; Smit *et al*., 1989; Ji & Xin, 2007).

در تحقیق حاضر، مبدأ گلستان و گیلان به‌لحاظ رشد و توسعه و تعداد برگ وضعیت مطلوب‌تری داشتند، اما شرایط غرقابی موجب گردید تا تعداد و سطح برگ کاهش یافته تا نهال بتواند این شرایط را تحمل کند. همچنین شرایط تنش به‌شدت بر زی‌توده اثر منفی گذاشته و آن را کاهش داده است.

این در واقع پیامد کاهش رشد در برگ، ریشه و ساقه نهال می‌باشد که منجر به کاهش قابل توجه زی‌توده ریشه (Root)، زی‌توده اندام هوایی (Shoot) و در نهایت زی‌توده کل نهال شد. این کاهش زی‌توده در شرایط غرقاب نیز مشاهده گردیده است (Ojeda *et al*., 2004; Lavinsky *et al*., 2007; Capon *et al*., 2009; Ke *et al*., 2008; Ji & Xin, 2007).

در این مطالعه تنش غرقابی موجب کلروزه شدن برگ، آویختگی و خمیدگی برگ (Leaf Epinasty) و تنزل

Archive of SID

www.SID.ir

شادابی نهال سفیدپلت گردید که این علائم در مطالعات سایر محققان (Cao & Conner, 1999; Smit *et al.*, 1989) نیز بر روی گونه *P. deltoides* مشاهده شده است.

عوارض یادشده همگی ناشی از محدودیت اکسیژن خاک در ناحیه ریشه نهال می‌باشد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵؛ لمبرز و همکاران، ۱۳۸٦؛ Cao & Conner, 1999). در واقع این علائم نوعی پاسخ به شرایط کاهش ازت در اثر شرایط احیایی (محدودیت اکسیژن) می‌باشد (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۱۳۸۷؛ Pezeshki, 2001) که موجب کاهش جذب ازت به‌صورت نیترات و کاهش جذب آب می‌شود (Huang, 1995; Hughes *et al.*, 2001). در صورت مشاهده ضعف شادابی نهال می‌توان بهبود شرایط رشد و زنده‌مانی را با ایجاد زهکش برای آن فراهم نمود.

به‌طور کلی از برآیند نتایج این تحقیق می‌توان جمع‌بندی نمود که در بین نهالهای شاهد، در برخی مشخصه‌ها مبدأ گلستان و در برخی دیگر مبدأ گیلان بهتر از دو مبدأ دیگر بودند. همچنین در بین نهالهای غرقابی تا حدودی می‌توان نهالهای مبدأ گیلان را برتر از دو مبدأ دیگر دانست. در هر مبدأ نهالهای غرقاب شده به‌طور نسبی در مقایسه با نهالهای شاهد از اندازه‌های ضعیف‌تری برخوردار بودند. با وجود این، نظر به زنده‌مانی زیاد در نهالهای غرقاب شده هر سه مبدأ، به‌رغم رویش ضعیف‌تر آنها در مقایسه با نهالهای غرقاب نشده، می‌توان به‌منظور اصلاح اراضی ماندابی، عرصه‌های غرقابی مناطق سیل‌گیر و حواشی رودخانه‌های شمال کشور نسبت به کاشت نهال سفیدپلت اقدام نمود. اگرچه هر سه مبدأ پاسخ خوبی به شرایط غرقابی نشان می‌دهند، اما شایسته است که حتی‌المقدور برای احیای چنین اراضی از مبدأهای بومی استفاده شود.

منابع مورد استفاده

- احمدلو، ف.، طبری، م.، رحمانی، ا.، یوسف زاده، ح. و کوچ، ی.، ۱۳۸۸. اثر ترکیبات ماده آلی بر رشد و بازده تولید کاج بروسیا و کاج حلب. مجله جنگل ایران، ٤ (۱): ۲۹۹-۲۸۷.
- بسرا، آ.اس. و بسرا، آر.ک.، ۱۳۸٦. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. ترجمه: کافی م. و مهدوی دامغانی ع.م.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ٤٦۸ صفحه.
- ثابتی، ح.، ۱۳۷۳. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ۸۱۰ صفحه.
- حسن‌زاده قورت‌تپه، ع. و قیاسی، م.، ۱۳۸۷. تنش غرقابی و آثار آن بر اکوفیزیولوژی گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه ارومیه، ۱۱۳ صفحه.
- فوت ه.د.، ۱۳۷٤. مبانی خاکشناسی. ترجمه: محمودی، ش. و حکیمیان، م.، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۱ صفحه.
- کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م.، ۱۳۷۵. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۹۱ صفحه.
- لمبرز، ح.، چاپین، ف. و پونز. ت.، ۱۳۸٦. اکوفیزیولوژی گیاهی. ترجمه: کوچکی، ع.، زند، ا.، بنایان اول، م.، رضوانی مقدم، پ.، مهدوی دامغانی، ع.م.، جامی‌الاحمدی، م. و وصال، س.ر.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۹۳۸ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و همایی، م.، ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک «مشکلات و راه حل‌ها». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ٤۸۲ صفحه.
- Anonymous, 1999. Forest Condition in Europe. Results of the 1997 crown condition survey technical report prepared by federal research center for forestry and forest products. 140 p.
- Cao, F.L. and Conner, W.H., 1999. Selection of flood-tolerant *Populus deltoides* clones for reforestation projects in China. Forest Ecology and Management, 117: 211-220.
- Capon, S.J., James, C.S., Williams, L. and Quinn, G.P., 2009. Responses to flooding and drying in seedlings of a common Australian desert floodplain shrub: *Muehlenbeckia florulenta* Meisn. (tangled lignum). Environ. Exp. Bot., 66: 178-185.
- Collaku, A. and Harison, S.A., 2002. Losses in wheat due to waterlogging. Crop Science, 42: 444-450.
- Conner, W.H., McLeod, K.W. and Mccarron, J.K., 1997. Flooding and salinity effects on growth and

Archive of SID

www.SID.ir

environmental stresses. The Bot. Rev., 68: 270-334.
- Lavinsky, A.O., Sant'Ana, C.S., Mielke, M.S., Almeida, A-A.F., Gomes, F.P., Franc, A.S. and Silva, D.C., 2007. Effects of light availability and soil flooding on growth and photosynthetic characteristics of *Genipa americana* L. seedlings. New Forests, 34: 41-50.
- Lenssen, J.P.M., Menting, F.B.J., van der Putten, W.H. and Blom, C.W.P.M., 2000. Vegetative reproduction by species with different adaptations to shallow-flooded habitats. New Phytol., 145: 61-70.
- Lenssen, J.P.M., Menting, F.B.J. and Putten, W.H., 2003. Plant responses to simultaneous stress of waterlogging and shade: amplified or hierarchical effects? New Phytol., 157: 281-290.
- Levine, C.M. and Stromberg, J.C., 2001. Effects of flooding on native and exotic plant seedlings: implications for restoring south-western riparian forests by manipulating water and sediment flows. J. Arid Environ., 49: 111-131.
- Ojeda, M.G., Schaffer, B. and Davies, F.S., 2004. Flooding, root temperature, physiology, and growth of two Annona species. Tree Physiol., 24: 1019-1025.
- Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Gavilanes, M.L. and Carvalho, D.A., 1994. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semi-deciduous forest in southeastern Brazil. Vegetatio, 113: 99-124.
- Peng, Z.H., 2003. Growth and uses of poplars in the middle and lower reaches of Yangtze River. Chinese Forestry Publishing House.
- Pezeshki, S.R., 2001. Wetland plant responses to soil flooding. Environmental and Experimental Botany, 46: 299-312.
- Ramona, L.W., Denice, H.W. and Robert, P.B., 2005. The impact of experimental sedimentation and flooding on the growth and germination of floodplain trees. Plant Ecology, 176: 203-213.
- Robert, A.F., Angela, M.G., Geoffrey, E.P. and Peter, J.E., 2005. Survival and growth responses of *Populus nigra*, *Salix elaeagnos* and *Alnus incana* cuttings to varying levels of hydric stress. Forest Ecology and Management, 210: 291-301.
- Schmull, M. and Thomas, F.M., 2000. Morphological and physiological reactions of young deciduous trees (*Quercus robur* L., *Q. petraea* [Matt.] Liebl., *Fagus sylvatica* L.) to waterlogging. Plant and Soil, 225: 227-242.
- Smit, B., Stachowiak, M. and Volkenburgh, E.V., 1989. Cellular processes limiting leaf growth in plants under hypoxic root stress. J. Exp. Bot., 40: 89-94.
- Stewart, B.R., Julie, L.N., Leslee, S., Karen, M.G. and Matthew, G.L., 2009. Effects of flooding on leaf development, transpiration and photosynthesis in narrow leaf cottonwood, a willow-like poplar. Photosynth Res., 104: 31-39.
- Vreugdenhil, S.J., Kramer, K. and Pelsma, T., 2006. Effects of flooding duration, frequency and depth survival of four common forested wetland species. Wetland Ecology and Management, 5: 99-109.
- Drew, M.C., Cobb, B.G., Johanson, J.R., Andrews, D., Morgan, P.W., Gordan, W. and He, C.Gh., 1995. Metabolic acclimation of root tips to oxygen deficiency. Annals of Botany, 74: 281-286.
- Eiankowski, W., 2008. Effect of waterlogging on regeneration in the dwarf birch (*Betula nana*). Biologia, 63 (5): 670-676.
- Farmer J.W. and Pezeshki, S.R., 2004. Effects of periodic flooding and root pruning on *Quercus nuttallii* seedlings. Wetlands Ecology and Management, 12: 205-214.
- Frye, J. and Grosse, W., 1992. Growth response to flooding and recovery of deciduous trees. Zeitschrift für Naturforschung, 47: 683-689.
- Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, I. and Kienast, F., 2006. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. Forest Ecology and Management, 235: 1-113.
- Gravatt, D.A. and Kirby, C.J., 1998. Patterns of photosynthesis and starch allocation in seedlings of four bottomland hardwood tree species subjected to flooding. Tree Physiol., 18: 411-417.
- Huang, B., Johanson, J.W., Nesmith, S. and Bridges, D.C., 1995. Nutrient accumulation and distribution of wheat genotypes in response to waterlogging and nutrient supply. Plant and Soil, 173: 47-54.
- Hughes, F.M.R., Adams, W.M., Muller, E., Nilsson, C., Richards, K.S., Barsoum, N., Decamps, H., Foussadier, R., Girel, J., Guilloy, H., Hayes, A., Johansson, M., Lambs, L., Pautou, G., Peiry, J.L., Perrow, M., Vautier, F. and Winfield, M., 2001. The importance of different scale processes for the restoration of floodplain woodlands. Regulated Rivers: Research and Management, 17: 325-345.
- Jackson, M.B. and Colmer, T.D., 2005. Response and adaptation by plants to flooding stress. Ann. Bot., 96: 501-505.
- Ji, R.G. and Xin, S.Z., 2007. The effects of flooding on several hybrid poplar clones in Northern China. Agroforestry System, 69: 77-88.
- Ke, B.D., Bao, X.S. and Lin, X., 2008. Estimation of genetic variances in flood tolerance of poplar and selection of resistant F1 generations. Agroforestry System, 74: 243-257.
- Kirk, J.H., 2004. A comparison of *C. caroliniana*, *Q. michauxii*, *Q. pagoda*, and *T. distichum* seedlings of upland and wetland stock for use in created or restored forested wetlands. Ecological Engineering, 23: 341-349.
- Kozlowski, T.T., Kramer, P.J. and Pallardy, S.G., 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, San Diego, CA, 303-337.
- Kozlowski, T.T., 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiology Monograph, 1: 1-29.
- Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G., 1997. Growth control in woody plants. Academic Press, San Diego.
- Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G., 2002. Acclimation and adaptive responses of woody plants to

Archive of SID

www.SID.ir

on the presence of saplings of six woody species in northwest Europe. Forest Ecology and Management, 236: 47-55.
- Yamamoto, F. and Kozlowski, T.T., 1987a. Regulation by auxin and ethylene of responses of *Acer negundo* seedlings to flooding of soil. Environ. Exp. Bot., 27: 329-340.
- Yamamoto, F. and Kozlowski, T.T., 1987b. Effects of flooding, tilting of stems, and ethrel application on growth, stem anatomy, and ethylene production of *Acer platanoides* seedlings. Scand. J. For. Res., 2: 141-156.
- Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y.Z., Yao, X.Q. and Yin, H.J., 2007. Influence of water stress and low irradianceon morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosynthetica, 4: 613-619.

Archive of SID

www.SID.ir

Response of *Populus caspica* Bornm. seedlings to flooding

S.E. Sadati [1], M. Tabari [2*], M.H. Assareh [3], H. Heidari Sharifabad [4] and P. Fayaz [5]

1. Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
2*. Corresponding author, Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
E-mail: masoudtabari@yahoo.com
3. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.
4. Professor, Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karadj, Iran.
5. Assistant Prof., University of Yasouj, Iran.
Received: 14.09.2010 Accepted: 23.11.2010

Abstract

In this study, hardwood cuttings of *Populus caspica* Bornm. were collected from three origins of Golestan (sub-humid), Mazandaran (humid) and Guilan (very humid) regions and their transplants were planted in nursery of Koloudeh, Amol, north of Iran. In July 2009, seedlings were subjected to flooding stress for 150 days. Experiment was carried out as Completely Randomized Block Design in four replications. Results showed that among control seedlings, survival rate of origins varied between 93.7 and 100%. Golestan origin showed maximum height and collar diameter increment and Guilan origin indicated highest root biomass, total biomass and leaf area. In flooded conditions, survival did not differ among the origins and it always was higher than 93.7%. Likewise, no significant differences of height and collar diameter increment, root biomass, and total biomass were found among the origins. Generally, although the values in most of attributes of seedlings were smaller under flooding than control, but seedlings of three origins displayed relatively good response to flooding. This study confirms that *Populus caspica* is a good flood-tolerant species and thus, it can be used for planting in wetlands, riversides and flooded areas of northern Iran.

Key words: cutting, origin, flooding, *Populus caspica*, survival.

Archive of SID

www.SID.ir