



دانشگاه گوارا، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم و دوم، شماره اول، ۱۳۹۴

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## اثر تنش خشکی بر رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی نهال‌های بنه (*Pistacia atlantica* Desf.)

\* جواد میرزایی<sup>۱</sup> و عبدالعلی کرمشاهی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام،

<sup>۲</sup> گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۷

### چکیده

تنش خشکی مهمترین فاکتور تأثیرگذار بر رشد گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و نسبت به سایر تنش‌های غیرزنده، نقش بیشتری در استقرار نهال‌ها در یک اکوسیستم بازی می‌کند. به همین دلیل سهم بالایی از پژوهش‌های بیولوژیکی این مناطق، مربوط به تنش‌های خشکی است. در این تحقیق اثر استرس خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بر زنده‌مانی، رشد (ارتفاع، قطر، سطح برگ، طول ریشه، حجم ریشه، طول ریشه به ساقه) و فعالیت‌های فیزیولوژیکی (فتوستنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و دمای سطح برگ) نهال‌های بنه (*Pistacia atlantica*) در شرایط گلخانه‌ای، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استرس خشکی بر اکثر ویژگی‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های بنه تأثیر معنی‌داری دارد. به طوری که استرس خشکی سبب کاهش زنده‌مانی، رشد ارتفاعی، قطری و سطح برگ نهال‌های بنه شده و فعالیت‌های فتوستنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و تبادلات گازی را به میزان قابل توجهی کاهش داد. اما از طرفی، تنش خشکی بر طول ریشه و طول ریشه به ساقه و دمای سطح برگ نهال‌های بنه تأثیر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، فتوستنتز، تعرق، مرفولوژیکی، بنه

\*مسئول مکاتبه: [j.mirzaei@mail.ac.ir](mailto:j.mirzaei@mail.ac.ir)

## مقدمه

گونه درختی بنه (*Pistacia atlantica*) از مهمترین گونه‌های بومی جنگل‌های زاگرس می‌باشند که به‌صورت گونه‌های همراه با بلوط ایرانی سطح وسیعی از این ناحیه رویشی را به‌خود اختصاص داده است. این پوشش، در برخی مناطق، رویشگاه‌های منحصر به‌فردی را ایجاد نموده است. تخریب این گونه درختی توسط روستاییان و جنگل‌نشینان به‌منظور برداشت سقز، میوه، سوخت، و چرای دام، باعث کاهش کمی و کیفی رویشگاه‌های آن شده است. از طرفی، با توجه به شرایط خشک و نیمه‌خشک منطقه و پایین بودن رطوبت امکان استقرار زادآوری طبیعی این گونه‌ها با مشکل مواجهه شده، زیرا این عامل، مهمترین عوامل محدود کننده رشد و استقرار نهال گونه‌های درختی و درختچه‌ای در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌حساب می‌آید (کاراویس و همکاران، ۲۰۰۲). تنش خشکی اثرات متفاوتی بر پارامترهای رشد گیاهان دارد (زو و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طور مثال اثرات منفی تنش خشکی بر زنده‌مانی نهال‌ها، توسط انگلبرچ و کورسار (۲۰۰۷) برای گونه‌های جنگلی منطقه تروپیکال گزارش شده است. جینینگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مطالعه اثر تنش خشکی بر ارتفاع نهال زالزالک نشان دادند که استرس خشکی تأثیر منفی بر رشد نهال‌ها داشته است. کاهش ارتفاع و قطر نهال *Sophora davidii* (وو و همکاران، ۲۰۰۸)، *Eucalyptus microtheca* (لی و وانگ، ۲۰۰۳) و *P. khinjuk* (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۱) در اثر تنش خشکی نیز مشاهده شده است. علاوه بر این، تنش خشکی سبب کاهش سطح برگ نهال‌های *Eucalyptus microtheca* (لی و وانگ، ۲۰۰۳)، *Leucaena Dalbergia sissoo Albizzia lebbek* (راو و همکاران، ۲۰۰۸) نیز شده است. لو و ژانگ (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند که تنش خشکی باعث بسته شدن روزنه‌ها، کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش تعرق و افزایش دمای سطح برگ گیاه می‌گردد. اما با وجود این پژوهش‌های اندکی در زمینه اثر تنش خشکی بر رشد نهال گونه‌های درختی بومی زاگرس صورت گرفته است. این تحقیق در نظر دارد پاسخ‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های گونه بنه (*Pistacia atlantica*) را در شرایط گلخانه‌ای به استرس خشکی بررسی نماید.

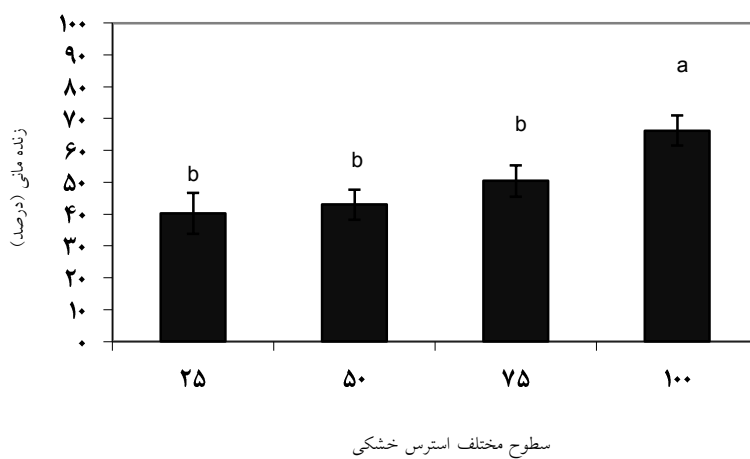
## مواد و روش‌ها

این تحقیق در شرایط گلخانه‌ای با میانگین دما، رطوبت و نور به‌ترتیب روزانه  $22/8 \pm 3/33$  درجه سانتی‌گراد،  $35/77 \pm 9/27$  درصد و  $4/057 \pm 2/295$  میکرومول بر مترمربع در ثانیه و شبانه  $1/65 \pm$

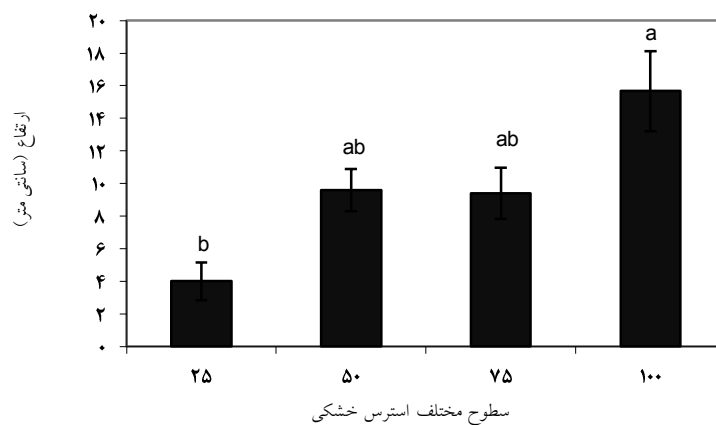
۱۷/۷۶ درجه سانتی‌گراد،  $43/93 \pm 10/71$  درصد و  $0/253 \pm 0/165$  میکرومول بر مترمربع در ثانیه انجام گرفت. برای این منظور در داخل گلدان‌های پلاستیکی (۲۵ سانتی‌متر عرض  $\times$  ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع)، خاک استریل شده لومی - شنی که ظرفیت زراعی آن بر اساس روش وزنی تعیین گردید (علیزاده، ۱۳۸۵)، قرار داده شد و سپس بذره‌های جوانه‌زده در داخل آن قرار داده شد. تا زمان استقرار کامل نهال‌ها، روزانه گلدان‌ها را به میزان ظرفیت زراعی آبیاری نموده و سپس تیمارهای خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی اعمال شد. در نهایت در پایان دوره رویش (بعد از ۸ ماه) اندازه‌گیری مربوط به زنده‌مانی، ارتفاع نهال، قطر یقه (کولیس)، تعداد برگ‌ها، سطح برگ (Leaf Area Meter)، طول جوانه انتهایی، طول ریشه (خط‌کش)، حجم ریشه (استوانه مدرج)، دمای سطح برگ (Mini Temp)، فتوسنتز، تبخیر و تعرق، هدایت روزنه‌ای (LCA 4, ACD) انجام شد (وو و همکاران، ۲۰۰۶a). پس از برداشت داده‌ها، به منظور تجزیه و تحلیل آن‌ها، ابتدا، آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون تست نرمالیت و همگی واریانس داده‌ها، انجام شد. سپس با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون دانکن تیمارهای مختلف با همدیگر مقایسه گردید.

### نتایج

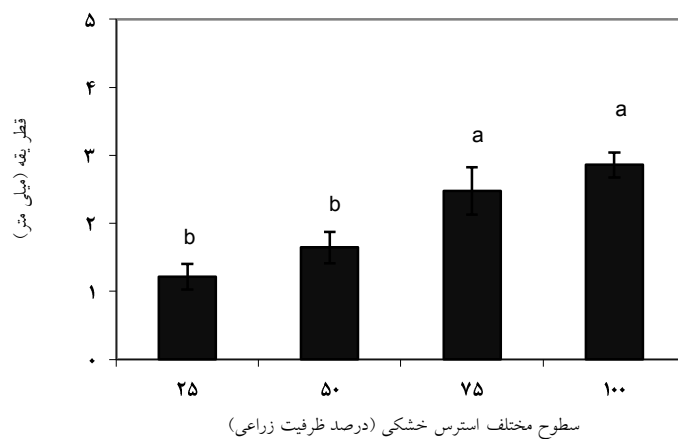
فعالیت‌های مرفولوژی نهال‌ها: استرس خشکی بر زنده‌مانی ( $p=0/012$  و  $f=5/152$ )، ارتفاع نهال ( $p=0/009$  و  $f=5/504$ )، قطر یقه ( $p=0/002$  و  $f=7/885$ )، سطح برگ ( $p=0/000$  و  $f=14/922$ )، حجم ریشه ( $p=0/041$  و  $f=3/266$ )، طول ریشه به ساقه ( $p=0/008$  و  $f=5/669$ )، نهالها تأثیر معنی‌داری و بر طول ریشه ( $p=0/657$  و  $f=0/548$ )، تعداد برگ ( $p=0/974$  و  $f=0/073$ ) و طول آخرین بند رویشی نهال ( $p=0/492$  و  $f=0/842$ )، تأثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس این نتایج تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بالاترین زنده‌مانی داشت در حالی که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). علاوه بر این ارتفاع نهال، قطر یقه، سطح برگ نیز با افزایش استرس خشکی کاهش پیدا کردند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). در حالی که طول ریشه، طول آخرین بند رویشی و تعداد برگ تحت تأثیر استرس خشکی قرار نگرفتند (جدول ۱).



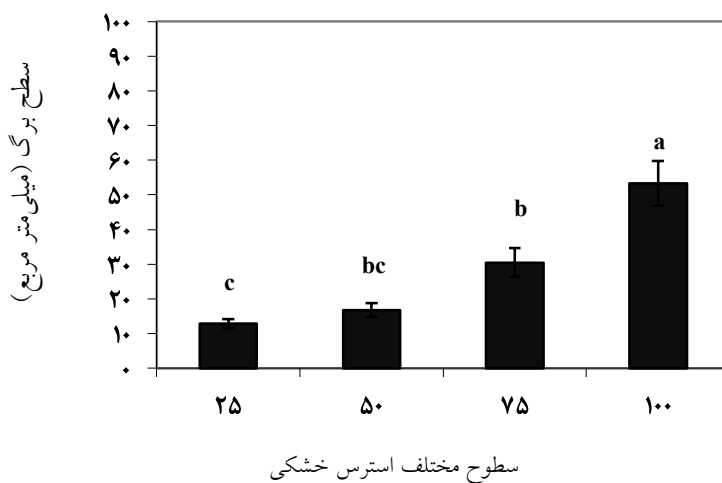
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های زنده‌مانی نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی.



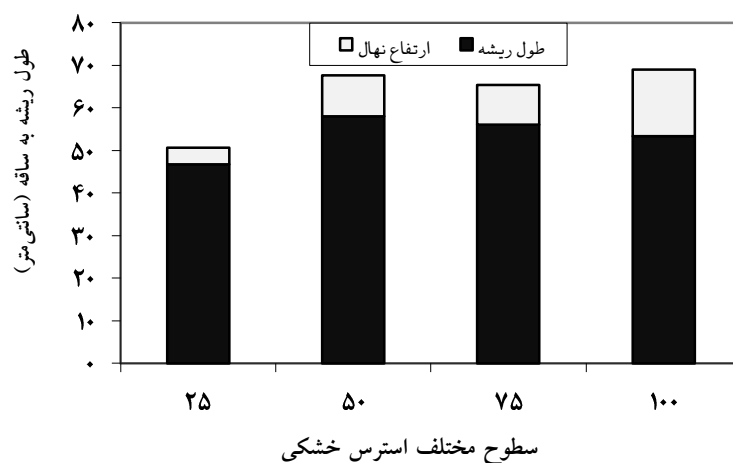
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های ارتفاع نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های قطر یقه نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های سطح برگ نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).



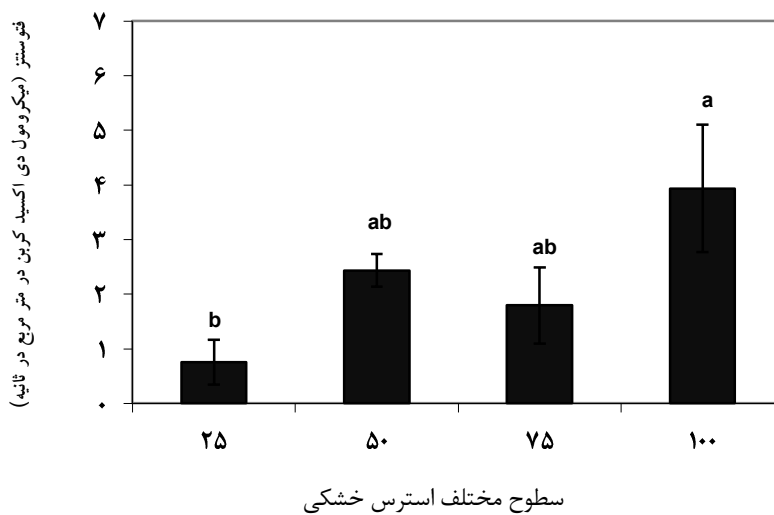
شکل ۵- مقایسه میانگین‌های طول ریشه به ساقه نهال‌های بته در سطوح مختلف تنش خشکی.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های پارامترهای رشد نهال‌های بته در سطوح مختلف تنش خشکی.

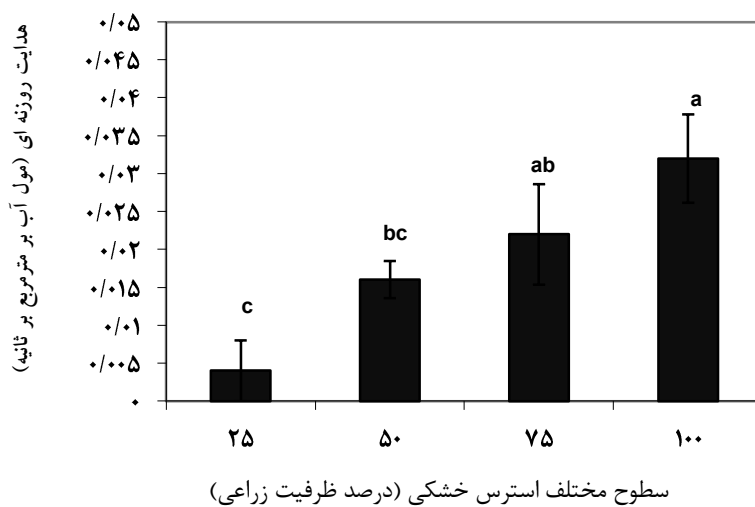
| سطوح مختلف استرس خشکی (درصد ظرفیت زراعی) |                       |                       |                        | پارامترهای مورد بررسی           |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| ۱۰۰                                      | ۷۵                    | ۵۰                    | ۲۵                     |                                 |
| ۵۳/۳±۶/۶۷ <sup>a</sup>                   | ۵۶±۴ <sup>a</sup>     | ۵۸±۴/۹۰ <sup>a</sup>  | ۴۶/۶±۶/۶۷ <sup>a</sup> | طول ریشه (سانتی‌متر)            |
| ۴/۵±۰/۷۲ <sup>ab</sup>                   | ۶±۰/۶۳ <sup>a</sup>   | ۴/۸±۰/۷۳ <sup>a</sup> | ۲/۳۳±۰/۸۸ <sup>b</sup> | حجم ریشه (سانتی متر مکعب)       |
| ۳/۸۴±۰/۶۴ <sup>b</sup>                   | ۶/۶±۱/۱۷ <sup>b</sup> | ۶/۹±۱/۶۳ <sup>b</sup> | ۱۳/۳±۳/۳۳ <sup>a</sup> | طول ریشه به ساقه                |
| ۱۰/۵±۱/۹۳ <sup>a</sup>                   | ۱۰/۴±۱/۴ <sup>a</sup> | ۹/۲±۲/۸۴ <sup>a</sup> | ۹/۶۶±۳/۸۴ <sup>a</sup> | تعداد برگ                       |
| ۰/۲۵±۰/۱۱ <sup>a</sup>                   | ۰/۴±۰/۱۹ <sup>a</sup> | ۰/۴±۰/۲۴ <sup>a</sup> | ۰±۰ <sup>a</sup>       | طول آخرین بند رویشی (سانتی‌متر) |

حروف مشابه در ردیف‌ها نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

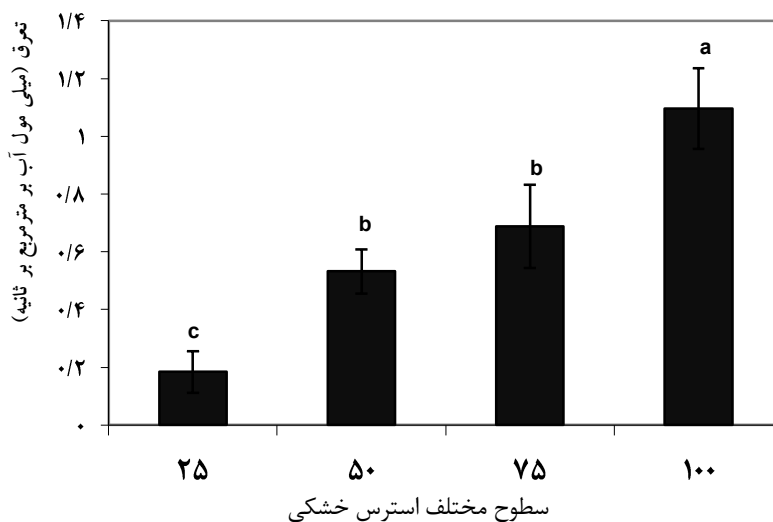
فعالیت‌های فیزیولوژی نهال‌ها: نتایج همچنین نشان داد که استرس خشکی بر فتوسنتز ( $p=0/045$ ) و  $0/009$ ،  $f=3/355$ ، تعرق ( $p=0/000$  و  $f=11/168$ )، هدایت روزنه‌ای ( $p=0/009$  و  $f=5/480$ )، آب ( $p=0/009$  و  $f=5/480$ )، دی‌اکسیدکربن ( $p=0/009$  و  $f=5/480$ ) تأثیر معنی‌دار داشته، اما بر دمای سطح برگ ( $p=0/089$  و  $f=5/480$ )، تأثیر معنی‌دار نداشت. به طوری که با افزایش استرس خشکی فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، دی‌اکسید کربن و میزان آب به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۶، ۷ و ۸ و جدول ۲).



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های نرخ فتوسنتز نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه بروی ستون‌ها نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های نرخ هدایت روزنه‌ای نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه بروی ستون‌ها نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).



شکل ۸- مقایسه میانگین‌های نرخ تفرق نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی (حروف مشابه بروی ستون‌ها نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های پارامترهای فیزیولوژی نهال‌های بنه در سطوح مختلف تنش خشکی.

| سطوح مختلف استرس خشکی   |                         |                         |                         | پارامترهای مورد بررسی |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| ۱۰۰                     | ۷۵                      | ۵۰                      | ۲۵                      |                       |
| ۴۵۲/۲±۱/۵۲ <sup>a</sup> | ۴۱۹/۴±۱/۹۷ <sup>c</sup> | ۴۳۹/۳±۲/۷۲ <sup>b</sup> | ۴۴۷/۱±۲/۲۳ <sup>a</sup> | دی‌اکسید کربن         |
| ۱/۹۲±۰/۲۳ <sup>a</sup>  | ۱/۲±۰/۲۴ <sup>b</sup>   | ۰/۹±۰/۱۳ <sup>b</sup>   | ۰/۱۶±۰/۱۴ <sup>c</sup>  | آب                    |
| ۲۵/۸±۰/۱۲ <sup>a</sup>  | ۲۲/۷۲±۰/۱۳ <sup>a</sup> | ۲۳/۱۹±۰/۷ <sup>a</sup>  | ۲۲/۶±۰/۶ <sup>a</sup>   | دمای سطح برگ          |

(حروف مشابه در ردیف‌ها نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار).

## بحث

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل در زنده‌مانی و استقرار گونه‌های گیاهی است. به طوری‌که زنده‌مانی گیاه را به میزان زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه مشخص گردید که تنش خشکی تأثیر منفی بر زنده‌مانی نهال‌های بنه دارد. اثرات منفی تنش خشکی بر زنده‌مانی نهال‌ها، توسط انگلبرچ و کورسار (۲۰۰۷) در گونه‌های جنگلی منطقه تروپیکال نیز گزارش شده است. همچنین مشخص گردید که تنش خشکی بر قطر و ارتفاع نهال‌های بنه تأثیر منفی دارد. جینینگ و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه اثر



تنش خشکی بر ارتفاع نهال زالزالک و وو و زیا ۲۰۰۵a نیز با مطالعه اثر تنش بر ارتفاع و قطر نهال پرتقال به نتایج مشابهی دست یافتند. کاهش ارتفاع و قطر نهال *Sophora davidii* (وو و همکاران، ۲۰۰۸)، *Eucalyptus microtheca* (لی و وانگ، ۲۰۰۳) و *Pistacia khinjuk* (میرزایی و یوسفزاده، ۲۰۱۳) در اثر تنش خشکی نیز مشاهده شده است. از آن جایی که پدیده رشد گیاه، حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که آب کافی در اختیار گیاه باشد، در صورت عدم تأمین آب موردنیاز، به دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، رشد ارتفاعی کم می‌شود. در حالی که طول ریشه به میزان کمتری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و تفاوت زیادی بین طول ریشه نهال‌های تحت تنش با سایر نهال‌ها وجود نداشت.

یکی از سازگاری‌های مرفولوژیکی گیاهان در زمان مواجهه با تنش خشکی، کاهش سطح و تعداد برگ می‌باشد. برگ به‌عنوان واحد فتوسنتزی نقش مهمی را در گیاه ایفا می‌کند. پایه‌هایی که دارای تعداد برگ بیشتری هستند در شرایط تنش، توان فتوسنتزی بالاتری را دارند. اما از طرف دیگر، در این گیاهان با افزایش تعداد برگ‌ها، تعرق نیز بیشتر می‌شود و این موضوع، با کمبود آب در تقابل است. بنابراین بایستی بین کاهش میزان تعرق و سطح بحرانی برگ برای فتوسنتز تعادل پایداری وجود داشته باشد. در این حالت، کاهش سطح برگ، یکی از سازوکارها برای ایجاد سازگاری است که گیاهان انجام می‌دهند. همزمان با کاهش سطح برگ گیاه در اثر تنش خشکی، تعرق گیاه هم کم می‌شود و هدررفت آب از طریق روزنه، به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد (کلوز و همکاران، ۲۰۰۵). در این مطالعه، مشخص گردید که تنش خشکی به میزان قابل توجهی، باعث کاهش سطح برگ نهال‌های بنه می‌شود. کاهش سطح برگ در نهال‌های *Poncirus trifoliata* (وو و زیا، ۲۰۰۶b)، *Sophora davidii* (وو و همکاران، ۲۰۰۸)، *Coriaria nepalensis* (برگلی و تواری، ۲۰۰۴)، *Eucalyptus microtheca* (لی و وانگ، ۲۰۰۳)، *Shorea Leucaena leucocephala*، *Dalbergia sissoo*، *Albizia lebbek*، *Tectona grandis* (رائو و همکاران، ۲۰۰۸) در اثر تنش خشکی، نیز گزارش شده است. استرس خشکی ضمن کاهش سطح برگ‌ها، باعث کاهش دوره رشد شده و دوره پیری آن را سرعت می‌بخشد. در این پژوهش مشخص شد که طول آخرین بند رویشی در نهال‌های تحت تنش خشکی کمتر از نهال‌های با شرایط آبیاری مناسب بود، هر چند که اختلاف آن‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر، با وجود این‌که در پایان دوره، رشد جوانه انتهایی نهال‌های تحت تنش، متوقف شده بود، نهال‌هایی که تحت تنش نبودند، به رشد خود ادامه دادند.

علاوه بر این، نهال‌های تحت تنش خشکی بانه طول ریشه به ساقه بیشتری نسبت به سایر نهال‌ها داشتند. به عبارت دیگر، با افزایش استرس خشکی طول ریشه به ساقه در نهال‌ها افزایش یافت. چنین رفتاری باعث افزایش جذب آب شده که گیاه در شرایط استرس خشکی از خود نشان می‌دهد. به بیان دیگر، بالا بودن نسبت ریشه به ساقه، باعث ایجاد تعادل بهتر بین جذب آب توسط ریشه و دفع آن توسط اندام هوایی می‌شود (کلوز و همکاران، ۲۰۰۵). وو و همکاران (۲۰۰۸) نیز با مطالعه نهال‌های *Sophora davidii* نشان دادند که استرس خشکی باعث کاهش طول ریشه شده، اما از طرفی، سبب افزایش نسبت ریشه به ساقه نهال‌ها می‌شود، که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. علاوه بر این، افزایش طول ریشه به ساقه در نهال‌های تحت استرس *Abies fabri* (جیو و همکاران، ۲۰۱۰)، *Arbutus unedo* (گارسیا و همکاران، ۲۰۱۱)، *Jatropha curcas* (اتن و همکاران، ۲۰۱۰) نیز مشاهده شده است. قابل ذکر است که سیستم ریشه‌ای به جهت ارتباط مستقیم با خاک، از مهمترین پارامترهایی است که به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (کومار و همکاران، ۲۰۱۰).

در این پژوهش همچنین مشخص گردید که فعالیت‌های فیزیولوژیک نهال نیز به شدت تحت تأثیر استرس خشکی قرار دارند. به طور مثال نرخ فتوسنتز در نهال‌های تحت استرس خشکی بسیار کمتر از سایر نهال‌ها بود. علاوه بر این مشخص گردید که استرس خشکی باعث کاهش تعرق و هدایت روزنه‌ای در نهال‌های بانه می‌گردد. بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با تنش خشکی، کاهش در میزان فتوسنتز در نهال‌های *Zizyphs spinosus* (جینینگ و همکاران، ۲۰۰۷)، *Quercus rubra* (اپوستول و همکاران، ۲۰۰۹) و *Abies fraseri* (تیسنگ و همکاران، ۱۹۸۸) را نشان داده‌اند. کاهش فتوسنتز در اثر تنش خشکی، معمولاً به خاطر بهم‌ریختگی فرآیندهای بیوشیمیایی مرتبط با فتوسنتز است. در این پژوهش همچنین مشخص گردید که استرس خشکی بر هدایت روزنه‌ای نهال‌های بانه نیز تأثیر منفی دارد. این موضوع با پژوهش‌های (مورت و همکاران، ۲۰۱۰) *Helianthemun almeriense* و تسنگ و همکاران، ۱۹۸۸ *Abies fraseri* همخوانی دارد. جینینگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مطالعه اثر تنش خشکی بر نهال‌های کنار (*Zizyphs spinosus*) در شرایط گلخانه‌ای، به این نتیجه رسیدند که تنش باعث کاهش هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز آن‌ها می‌گردد.

در نهایت با توجه به نتایج تحقیق می‌توان اظهار داشت که تنش خشکی بر فعالیت‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های بانه اثرات سویی دارد. به طوری که با کاهش میزان رطوبت زنده مانی، رشد ارتفاعی، رشد قطری، فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و سایر پارامترها کاهش چشم‌گیری

دارند. بنابراین لازم است جهت رشد مناسب و بهینه این گونه در سال اولیه رشد، میزان رطوبت در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شود.

### منابع

1. Alizadeh, A. 2006. Soil, Water and Plant Relation. Emam Reza publication, Mashhad, 472p. (In Persian)
2. Achten, W.M.J., Maes, W.H., Reubens, B., Mathijs, E., Singh, V.P., Verchot, L., and Muys, B. 2010. Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Biomass and Bioenergy*, 34: 667-676.
3. Apostol, K.G., Jacobs, D.F., and Dumroese, R.K. 2009. Root desiccation and drought stress responses of bare root *Quercus rubra* seedlings treated with a hydrophilic polymer root dip. *Plant Soil*, 315: 229-240.
4. Bargali, K., and Tewari, A. 2004. Growth and water relation parameters in drought-stressed *Coriaria nepalensis* seedlings. *Journal of Arid Environments*, 58: 505-512.
5. Caravaca, F., Barea, J.M., and Roldan, A. 2002. Synergistic influence of an arbuscular mycorrhizal fungus and organic amendment on *Pistacia lentiscus* L. seedlings afforested in a degraded semiarid soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1139-1145.
6. Close, D.C., Beadle, C.L., and Brown, P.H. 2005. The physiological basis of containerised tree seedling 'transplant shock': a review. *Australian Forestry*, 68(2): 112-120.
7. Engelbrecht, B.M.J., Comita, L.S., Condit, R., Kursar, T.A., Tyree, M.T., Turner, B.L., and Hubbell, S.P. 2007. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature*, 447: 80-82.
8. García, A.N., and Árias, S.P.B., Morte, A., and Sánchez-Blanco, M.J. 2011. Effects of nursery preconditioning through mycorrhizal inoculation and drought in *Arbutus unedo* L. plants. *Mycorrhiza*, 21(1): 53-64.
9. Guo, J., Yang, Y., Wang, G., Yang, L., and Sun, X. 2010. Ecophysiological responses of *Abies fabri* seedlings to drought stress and nitrogen supply. *Physiologia Plantarum*, 139(4): 335-347.
10. Jinying, L., Min, L., Yongmin, M., and Lianying, S. 2007. Effects of vesicular arbuscular mycorrhizae on the drought resistance of wild jujube (*Zizyphs spinosus* Hu) seedlings. *Front. Agric. China*, 1(4): 468-471.
11. Kumar, T., and Ghose, M. 2008. Status of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the Sundarbans of India in relation to tidal inundation and chemical properties of soil. *Wetlands Ecology and Management*, 16: 471-483.

12. Li, C., and Wang, K. 2003. Differences in drought responses of three contrasting *Eucalyptus microtheca* F. Muell. populations. *Forest Ecology and Management*, 179: 377-385.
13. Lu, C., and Zhang, J. 1999. Effects of water stress on photosystem II photochemistry and its thermostability in wheat plants. *Journal of Experimental Botany*, 50: 107-153.
14. Mirzaei, J., Akbarinia, M., Mohamadi Goltapeh, E., Sharifi, M., Rezaei Danesh, Y. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizae fungi on morphological and physiological characteristics of *Pistacia khinjuk* under drought stress, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(2): 291-300. (In Persian)
15. Mirzaei, J., Yousefzadeh, H. 2013. Peroxidase, superoxide dismutase and catalase activities of the *Pistacia khinjuk* seedlings under drought stress. *Ecopersia*, 1(4): 329-337.
16. Rao, P.B., Kaur, A., and Tewari, A. 2008. Drought resistance in seedlings of five important tree species in Tarai region of Uttarakhand. *Tropical Ecology*, 49(1): 43-52.
17. Tseng, E.C., Seiler, J.R., and Chevone, B.I. 1988. Effects of ozone and water stress on greenhouse-grown Fraser fir seedlings growth and physiology. *Environmental and Experimental Botany*, 28(I): 37-41.
18. Wau, F., Bao, W., Li, F., Wu, N. 2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings. *Environmental and experimental botany*, 63: 248-255.
19. Wu, Q.S., and Xia, R.X. 2006a. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163: 417-425.
20. Wu, Q.S., and Xia, R.X. 2006b. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on leaf solutes and root absorption areas of trifoliolate orange seedlings under water stress conditions. *Frontiers of Forestry in China*, 1(3): 312-317.
21. Xu, H., Biswas, D.K., Li, W.D., Chen, S.B., Zhang, L., Jiang, G.M., Li, Y.G. 2007. Photosynthesis and yield responses of ozone-polluted winter wheat to drought. *Photosynthetica*, 45: 582-588.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 22 (1), 2015

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## **Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of *Pistacia atlantica* seedlings**

**\*J. Mirzaei<sup>1</sup> and A. Karamshahi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept., of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam,

<sup>2</sup>Dept. of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam

Received: 9/9/2012 ; Accepted: 2/16/2015

### **Abstract**

Drought stress is the main factor affecting on plant growth in dry and sub-dry regions. It has the most importance than other abiotic stresses at seedling establishment. So, today's, the great amounts of biological researches are about drought stresses. In this study, the effect of drought stresses (100, 75, 50 and 25% field capacity) on seedling survival, growth (height, basal diameter, leaf area, root length, root volume and root length/ height) and physiological activities (photosynthesis, transpiration, stomatal conduction, leaf surface temperature and gas exchange) of *P. atlantica* seedlings were investigated in greenhouse condition. The results showed that drought stress had significant effects on morphological and physiological characteristics of *P. atlantica* seedlings. Therefore, drought decreased survival, height growth, basal diameter, leaf surface, photosynthesis, transpiration, stomatal conduction and gas exchange of *P. atlantica* seedlings. Drought stress hadn't significant effects on root length, root/height and leaf surface temperature of seedlings.

**Keywords:** Drought stress, Photosynthesis, Transpiration, Morphology, *P. atlantica*

---

\*Corresponding author: [j.mirzaei@mail.ac.ir](mailto:j.mirzaei@mail.ac.ir)

