مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان
سال پنجم، شماره یازدهم، تابستان ۱۳۹۵، صفحه ۱ـ۸

تأثیر برهمکنش نور و دما بر جوانه‌زنی اسفندک (*Zygophyllum fabago* L.)

لیلا زرندی میاندوآب[۱]، نادر چاپارزاده*[۲]، قاسم حاجی‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۳**

چکیده

اسفندک (*Zygophyllum fabago* L.) در مناطق خشک و در زمین‌های بایر و غیرقابل کشت می‌روید. با توجه به توان سازگاری فراوان این گیاه با شرایط سخت، آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر عوامل محیطی نور و دما بر جوانه‌زنی بذر اسفندک طراحی و اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح نور (نور و تاریکی) و دو سطح دما (۲۲ و۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد) در سه تکرار انجام گرفت. بذرها ضدعفونی و در دو سطح دمایی ۲۲ و یا ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد در شرایط نور و تاریکی قرار داده شدند. در روز هفتم درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشگ گیاهچه، شاخص بنیهٔ طولی و وزنی بذر اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و برهمکنش نور و دما بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیهٔ طولی بذر تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین درصد جوانه‌زنی و میزان صفات اندازه‌گیری‌شده در تیمار با دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و در تاریکی مشاهده شد. همچنین نور در دمای ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد اثر مثبتی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی داشت. از بررسی نتایج چنین برمی‌آید که نور در دماهای کم و دمای زیاد در شرایط تاریکی، تأثیر افزایشی قابل‌ملاحظه‌ای بر جوانه‌زنی بذر اسفندک می‌گذارد. این نتایج می‌تواند برای کشت و ایجاد پوشش گیاهی توسط اسفندک در مناطق خشک و بیابانی مفید باشد.

کلمات کلیدی: اسفندک، نور، دما، جوانه‌زنی، شاخص بنیهٔ بذر.

۱. گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز
۲. گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز/ Email: nchapar@azaruniv.ac.ir
۳. گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز

مقدمه

گیاهان گلدار تیره اسپند (Zygophyllaceae) در ۲۲ سرده یا جِنس و ۲۸۵ گونه تقسیم بندی شده‌اند. در این تیره، گیاهانی از نوع درختی کوچک، درختچه و علفی یافت می‌شوند و نوع درختی بزرگ به‌ندرت دیده می‌شود (بیر[1] و همکاران، ۲۰۰۳). گیاهان این تیره نیاز آبی بسیار پایینی دارند (غفور، ۱۹۷۵). اسفندک (*Zygophyllum fabago* L.) گیاهی علفی، پایا، دولپه و به ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰سانتی‌متر بوده و توسط بذر تکثیر می‌یابد. این گیاه برگ‌های بیضی‌شکل، گوشتی و مومی به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر دارد. میوهٔ گیاه کپسول، آویخته و مستطیلی‌شکل و محتوی تعداد زیادی بذر است (قهرمان، ۱۹۹۷). در زبان انگلیسی به Syrian bean caper مشهور بوده و در پاکستان، ایران، افغانستان، عراق، عربستان، شمال افریقا، فرانسه، ایتالیا و ترکیه پراکنده است (الجمال[2] و همکاران، ۱۹۹۵). اسفندک بیشتر در مناطق خشک و نواحی استپی و در زمین‌های بایر و غیرقابل کشت حاشیهٔ مزارع و باغ‌ها مشاهده می‌شود (حسین و همکاران، ۲۰۱۱)؛ بنابراین می‌توان از آن برای بهبود پوشش گیاهی چنین مناطقی بهره برد. همچنین در طب سنتی از سرشاخه‌های آن به‌عنوان ضد باکتری و ضد قارچ استفاده می‌شود (زیدی و کراو[3]، ۲۰۰۵). اغلب گونه‌های اسفندک گیاهان مقاوم به خشکی و متحمل به شوری هستند. این گیاهان به‌خوبی با محیط خشک سازگار شده و میزان فراوان سدیم را در برگ‌های خود انباشته می‌کنند (فلاورز و کولمر[4]، ۲۰۱۵). اهمیت زیست‌محیطی دیگر این گیاه در توانایی زیاد آن برای جذب و انباشتگی انواع عناصر سنگین ازجمله کادمیم و روی است (لوفور[5] و همکاران، ۲۰۱۶) که نشان می‌دهد اسفندک قابلیت کاربرد گیاه پالایی در خاک‌های آلوده‌شده با عناصر سنگین را دارد.

طی چرخهٔ زندگی یک گیاه، بذرها بیشترین تحمل شرایط سخت محیطی را دارند. این در حالی است که گیاهچه‌ها بسیار حساس‌اند و این نکته برای گیاهان بیابانی و شورپسند بسیار مهم است. بنیانگذاری موفق جمعیت‌های گیاهی در چنین محیط‌هایی به رویکردهای سازشی در جوانه‌زنی دانه‌ها و رشد گیاهچه‌های جوان وابسته است.

فرایند جوانه‌زنی با خروج ریشهٔ جنینی از پوشش دانه مشخص می‌شود و بیانگر شروع رشد گیاهچه است (کیگل[6]، ۱۹۹۵؛ گوتمن[7]، ۲۰۱۲). با این اتفاق، ریشه‌چه در تماس مستقیم با آب و عناصر غذایی قرار گرفته و با جذب آن‌ها موجب رشد بیشتر و استقرار گیاهچه (یک مرحلهٔ مهم در چرخهٔ زندگی گیاه) می‌شود. موفقیت اکولوژیکی و الگوی توزیع گیاهان، به‌خصوص در محیط‌های سخت و تنش‌زا به چگونگی انجام فرایند جوانه‌زنی دانه‌ها وابسته است (بیولی[8]، ۱۹۹۷؛ سونگ[9]، ۲۰۰۵). تنش‌های محیطی مانند نور، دما، شوری و خشکی، مراحل مختلف جوانه‌زنی دانه‌ها را متأثر می‌سازند (خان[10] و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱؛ سونگ، ۲۰۰۵). دما (سانچز[11] و همکاران، ۲۰۱۴؛ زینلی و همکاران، ۲۰۱۱؛ قاسمی و همکاران، ۲۰۱۴) و نور (زمان و همکاران، ۲۰۱۰؛ شیرانپور و همکاران، ۲۰۱۳؛ سلیمی، ۲۰۱۰؛ آرچین و همکاران، ۲۰۱۴) ازجمله عوامل محیطی مهمی هستند که جوانه‌زنی بذر در خاک را زمانی که آب در دسترس است، تحت تأثیر قرار می‌دهند. دربارهٔ اغلب گیاهان، اگر نور و آب در دسترس باشند، دمای خاک تعداد دانه‌های جوانه‌زده و سرعت جوانه‌زنی را تعیین خواهد کرد. هر گیاه شورپسند ترجیح دمایی خاصی برای جوانه‌زنی به‌ویژه در شرایط شور دارد (راشد[12] و همکاران، ۲۰۱۵). بلافاصله بعد از جذب آب متابولیسم دانه‌ها فعال می‌شود. افزایش تنفس سلولی از اولین فرایندهای بیوشیمیایی دخیل در جوانه‌زنی محسوب می‌شود. تحرک مجدد مواد برای مصرف (تولید انرژی و اسکلت‌های کربنی) و نیز آغاز مجدد تقسیمات سلولی در محور رویانی می‌توانند تحت تأثیر شرایط دمایی محیط قرار گیرند.

1. Beier
2. Elgamal
3. Zaidi & Crow
4. Flowers & Colmer
5. Lefevre
6. Kigel
7. Gutterman
8. Bewley
9. Song
10. Khan
11. Sanchez
12. Rasheed

پاسخ‌های جوانه‌زنی گیاهان شورپسند به شرایط نوری بسیار متفاوت و متنوع است. بذر برخی از گیاهان شورپسند در تاریکی جوانه نمی‌زنند، ولی در برخی نور اثر جزئی بر جوانه‌زنی دارد. در تحقیقی که در سال ۱۹۹۵ توسط باسکین و باسکین[1] روی ۴۱ گونه گیاه شورپسند صورت گرفت، مشخص شد که ۲۰ گونه در معرض نور بهتر جوانه می‌زنند، درحالی‌که ۱۱ گونه به‌صورت یکسان در نور و تاریکی جوانه می‌زدند. در مطالعهٔ مشابهی که توسط زهرا[2] و همکاران (۲۰۱۳) منتشر شد، اثرات برهمکنشی انواع نمک‌ها، نور، تاریکی و دماهای مختلف بر جوانه‌زنی گیاه هالوفیت *Phragmites karka* مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. چنین گزارش‌هایی نشان می‌دهند که پاسخ‌های جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شورپسند به‌شدت به شرایط نوری و دمایی وابسته است. با توجه به اهمیت اسفندک در احیای مناطق خشک و بیابانی و همچنین توان زیاد این گیاه در جذب و انباشتگی مقادیر فراوان عناصر سنگین از خاک‌ها، بررسی نیازهای نوری و دمایی بذر این گیاه در مرحلهٔ جوانه‌زنی برای استقرار گیاهچه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است؛ زیرا قرار گرفتن بذور پس از جدا شدن از گیاه مادر در سطح خاک یا مدفون شدن درون خاک آن را در وضعیت‌های نوری متفاوتی قرار می‌دهد که با درنظرگرفتن دماهای متفاوت مناطق مختلف رویشگاهی این گیاه، برهمکنش این دو عامل محیطی تأثیر بسزایی در نحوهٔ جوانه‌زنی و وضعیت گیاهک حاصل دارد؛ بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر برهمکنش نور و دما بر جوانه‌زنی گیاه اسفندک صورت گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند در تهیهٔ گیاهک‌های با بنیهٔ قوی (حتی در محیط آزمایشگاه یا گلخانه) برای کشت در مناطق بیابانی و ایجاد پوشش گیاهی یا اهداف دیگر مفید باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای اسفندک از زمین‌های دانشگاه شهید مدنی آذربایجان (طول جغرافیایی ۴۵/۵۶ و عرض جغرافیایی ۳۷/۴۸) جمع‌آوری و با هیپوکلریت سدیم ۱درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی برای دو سطح نور (نور با شدت ۱۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه و تاریکی) و دو سطح دما (۲۲ و ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد) طی ۷ روز در بهار ۱۳۹۴ طراحی و با سه تکرار انجام شد. در هر پلیت، ۳۰ بذر بر روی کاغذ واتمن کشت شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده از اولین روز بعد از آبگیری تا روز هفتم به‌طور روزانه انجام گرفت. پس از شمارش نهایی تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز هفتم، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه (با استفاده از کاغذ میلی‌متری) اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی از رابطهٔ (۱) محاسبه شد که در آن GP درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذر جوانه‌زده تا روز i و N تعداد کل بذر است. همچنین شاخص بنیهٔ طولی و وزنی گیاهچه (رابطهٔ ۲) مورد محاسبه قرار گرفت (عبدالباقی، ۱۹۷۳).

$$GP = 100\ (\frac{Ni}{N}) \quad (۱)$$

درصد جوانه‌زنی × [۱۰۰ / میانگین طول (یا وزن خشک) گیاهچه] = شاخص بنیه طولی (یا وزنی) بذر (۲)

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16. و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن انجام شد.

نتایج

در جدول (۱) نتایج تجزیهٔ واریانس تیمارهای مختلف نور و یا تاریکی در دمای ۲۲ و یا $28^{\circ}C$ بر ویژگی‌ها و شاخص‌های مورد اندازه‌گیری یا محاسبه‌شده، نشان داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود اثر برهمکنشی نور و دما بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیهٔ طولی بذر معنی‌دار است.

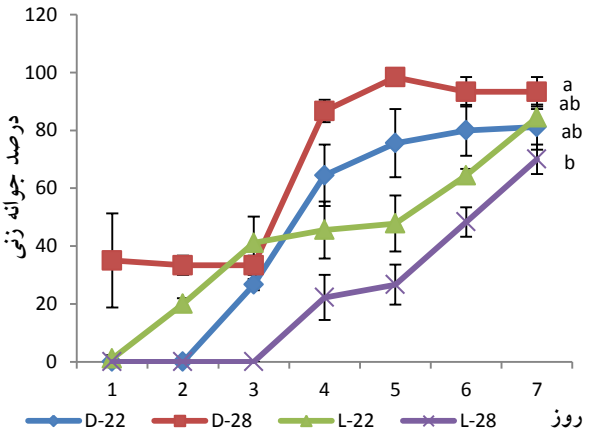
1. Baskin
2. Zehra

جدول (۱): نتایج تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای مختلف (شرایط نوری و دمایی) بر صفات مورد اندازه‌گیری بذور و گیاهچه‌های اسفندک

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیهٔ طولی بذر
نور	۱	۱۰۱۸۵/۹۲*	۸/۵۴	۱۸۵/۰۹*	۶۲۷/۶۲۱*
دما	۱	۱۷/۴۹۶	۳۴/۷۲۱	۲۱۲/۹۵۹*	۴۵۹/۵۸۲*
روز	۶	۱۰۸۵۱*	۷۰۸/۱۸۳*	۱۶۳/۳۱۴*	۱۱۰۷/۶۰۷*
نور× دما	۱	۷۳۳۵/۹۳۷*	۷۴۲/۵۹*	۲۷۹/۵۵۴*	۱۳۹۴/۸۳۶*
نور× روز	۶	۹۰۰/۰۶۱*	۲/۶۹۵	۲۹/۷*	۹۷/۶۲*
دما× روز	۶	۲۱۰/۲۳۷	۳۰/۳۱۵	۴۱/۴۳۱*	۹۵/۰۷۵*
نور× دما × روز	۶	۱۱۳/۹۳۸	۵۱/۶۴۴*	۲۹/۸۶۵*	۱۸۱/۶۵۳*
خطای‌آزمایش	۵۶	۱۰۳/۸۳۶	۱۳/۹۹۴	۳/۱۳۳	۱۶/۲۷۵

* نشان‌دهندهٔ معنی‌داری در سطح یک‌درصد است. اعداد جدول مربوط به میانگین مربعات است. مقدار معنی‌دار برای همهٔ داده‌ها صفر است.

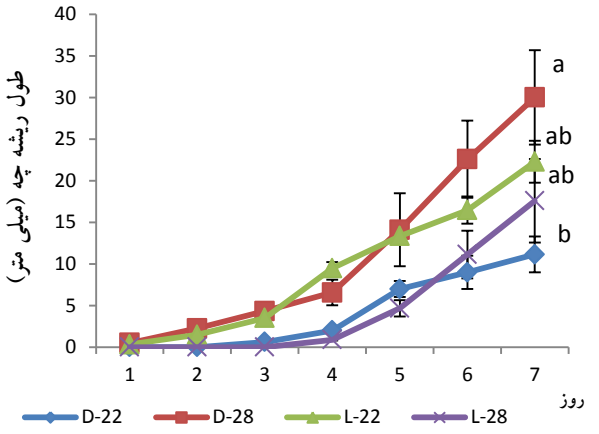
درصد جوانه‌زنی



نمودار (۱): تأثیر دماهای مختلف (°C ۲۲ و °C ۲۸) در نور (L) و تاریکی (D) بر درصد جوانه‌زنی بذور اسفندک

با توجه به داده‌های جدول (۱) و نمودار (۱)، می‌توان دید که اثر اصلی نور و روز جوانه‌زنی، برهمکنش نور و دما، و برهمکنش نور و روز بر درصد جوانه‌زنی بذور اسفندک معنی‌دار ولی اثر اصلی دما بی‌معنی است. اثر غیرمعنی‌دار دما بر درصد جوانه‌زنی موجب بی‌معنی شدن اثر سه‌جانبهٔ نور، دما و روز بر درصد جوانه‌زنی شده است. حداکثر جوانه‌زنی به میزان ۹۳/۳۳ درصد مربوط به تیمار تاریکی و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد در روز هفتم است که از نظر آماری تفاوتی با درصد جوانه‌زنی تیمار نور و دمای ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد (۸۴/۴۴درصد) ندارد. بررسی روند جوانه‌زنی نشان می‌دهد که جوانه‌زنی بذرها در تیمار تاریکی و ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد برخلاف سایر تیمارها پس از روز سوم آغاز شده و در روز پنجم به حداکثر مقدار خود رسیده است. کمترین درصد جوانه‌زنی در حضور نور و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است.

طول ریشه‌چه

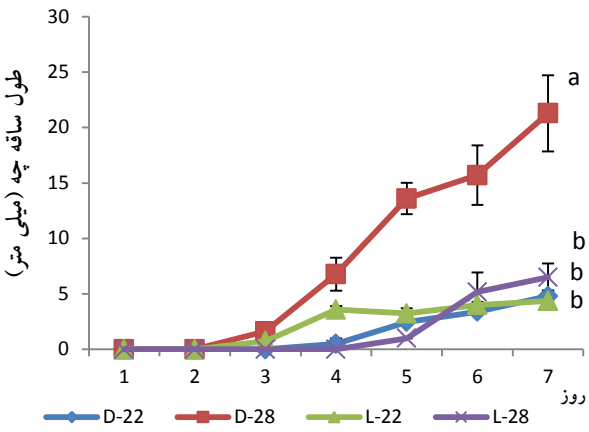


نمودار (۲): تأثیر دماهای مختلف (°C ۲۲ و °C ۲۸) در نور (L) و تاریکی (D) بر طول ریشه‌چهٔ اسفندک

اثر اصلی زمان (روز) و برهمکنش سه‌جانبهٔ بین نور و دما و روز آزمایش تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه داشته است (جدول ۱). در دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و تاریکی بیشترین طول ریشه‌چه (۳۰ میلی‌متر) و در دمای ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و تاریکی کمترین طول ریشه‌چه (۱۱ میلی‌متر) مشاهده شد (نمودار ۲).

طول ساقه‌چه

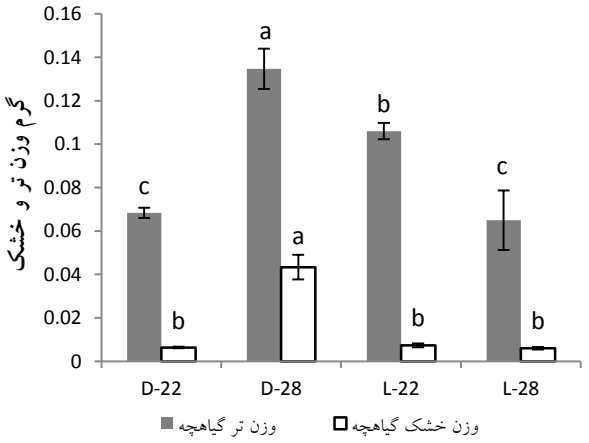
همان‌طور که از داده‌های جدول (۱) برداشت می‌شود، اثرات اصلی و برهمکنشی هر سه فاکتور مورد آزمایش (نور، دما و روز) بر طول ساقه‌چه معنی‌دار است. بیشترین طول ساقه‌چه (۲۱ میلی‌متر) در تیمار تاریکی و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد. طول ساقه‌چه در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم ندارند و حدود ۲۵درصد طول ساقه‌چه در گیاهچه‌های تیمار تاریکی و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گرادند.



نمودار (۳): تأثیر دماهای مختلف (۲۲ و ۲۸ °C) در نور (L) و تاریکی (D) بر طول ساقه‌چهٔ اسفندک

وزن تر و خشک گیاهچه

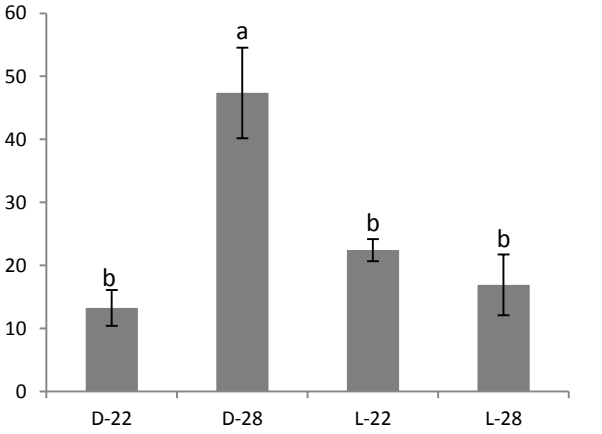
با توجه به نمودار (۴) تفاوت بین میانگین‌های وزن تر و خشک گیاهچه‌های هفت‌روزه اسفندک در تیمارهای متفاوت الگوی یکسانی ندارد. وزن تر در شرایط تاریکی با افزایش دما الگوی افزایشی و در شرایط نوری الگوی کاهشی با افزایش دما را نشان داد. چنانچه ملاحظه می‌شود، بیشترین وزن تر و خشک (با اختلاف معنی‌داری) در تیمار مربوط به بذرهای قرارگرفته در تاریکی و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد است.



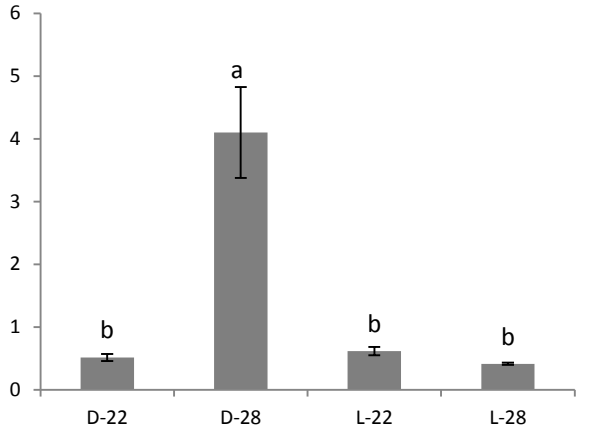
نمودار (۴): تأثیر دماهای مختلف (۲۲ و ۲۸ °C) در نور (L) و تاریکی (D) بر وزن تر و خشک گیاهچه‌های اسفندک

شاخص بنیهٔ بذر

بنیهٔ طولی و وزنی بذرهای جوانه‌زده با استفاده از میانگین طول یا وزن گیاهچه قابل‌محاسبه است (رابطهٔ ۱). نتایج مربوط به این دو شاخص در دو نمودار (۵) و (۶) ارائه شده است. چنان‌که در این نمودارها مشاهده می‌شود، افزایش دما در تاریکی تأثیر قابل‌توجه و معنی‌داری در افزایش بنیهٔ طولی و وزنی بذر داشته است، درحالی‌که تغییرات دما در نور بر شاخص بنیهٔ بذر تأثیری نداشته است.



نمودار (۵): تأثیر دماهای مختلف (۲۲ و ۲۸ °C) در نور (L) و تاریکی (D) بر شاخص بنیهٔ طولی اسفندک



نمودار (۶): تأثیر دماهای مختلف (۲۲ و ۲۸ °C) در نور (L) و تاریکی (D) بر شاخص بنیهٔ وزنی اسفندک

بحث و نتیجه‌گیری

جوانه‌زنی بذر فرایند حساس و ظریفی است؛ زیرا زمان و مکان جوانه‌زنی سرنوشت فرد و درنتیجه، نیروی محرک لازم برای تشکیل جمعیت پویا را تعیین می‌کند. بذرها اغلب نسبت به کیفیت نور، دمای محیط، وضعیت رطوبت خاک، شوری خاک و عوامل دیگر محیطی حساس‌اند. جوانه‌زنی اغلب گونه‌های شورپسند در شرایطی از محیط (تناوب

نوری، تغییرات دمایی محیط، آب یا رطوبت خاک، میزان شوری و...) اتفاق می‌افتد که برای رشد گیاه بهینه باشد (کیو[1] و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بذور اسفندک در تاریکی و در دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد، شرایط بهینهٔ جوانه‌زنی را دارند. افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه برای گیاهچهٔ زیر خاک معیار مطلوبی برای نشان دادن توان استقرار آن است.

پس از آبگیری از محیط، دما از طریق متابولیسم دانه‌ها قدرت و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها را تحت تأثیر مستقیم قرار می‌دهد. گیاهان در طیف وسیعی از دماها توان جوانه‌زنی و رشد را دارند. این محدودهٔ دمایی به‌شدت به گونهٔ گیاهی وابسته است؛ برای مثال، دما تأثیر چندانی بر جوانه‌زنی دانه‌های *Salsola drummondii* در یک محدودهٔ دمایی مشخص نداشت. عدم حساسیت این بذرها به دما یک راهکار سازشی خوبی را به‌وجود می‌آورد که تولید گیاهچه تنها زمانی که شرایط مناسب باشد، اتفاق افتد (راشد و همکاران، ۲۰۱۵)؛ بنابراین در چنین گونه‌هایی رطوبت (نه دمای محیط) عامل محدودکنندهٔ جوانه‌زنی و استقرار خواهد بود.

نور یکی از عوامل کلیدی است که زمان جوانه‌زنی اغلب گونه‌های شورپسند را تعیین می‌کند. نور شرایط خواب بذر را برای محافظت گیاهچه در شرایط سخت محیطی تسهیل می‌کند. نور می‌تواند پاسخ‌های جوانه‌زنی را به‌صورت مستقل یا در برهمکنش با سایر عوامل محیطی مانند شوری و دما کنترل کند. بذور برخی گیاهان شورپسند ازجمله *Haloxylon recurvum* و *Zygophyllum simplex* در حضور نور (خان و اونگار[2]، ۱۹۹۷) و *Lasiurus scindicus* و *Panicum turgidum* در تاریکی مطلق (ال کبلاوی[3] و همکاران، ۲۰۱۱) بهتر جوانه می‌زنند. برعکس، بذور تعدادی از گیاهان شورپسند مثل *Atriplex stocksii* به‌طور یکسان در نور و تاریکی جوانه می‌زنند (خان و اونگار ، ۱۹۹۷). نیازهای متفاوت نوری بذور مختلف، تعیین‌کنندهٔ این موضوع است که این بذرها قادر خواهند بود زمانی که در خاک مدفون‌اند یا زمانی که در سطح خاک قرار می‌گیرند، جوانه زده (راشد و همکاران، ۲۰۱۵) و از این طریق شانس زنده ماندن گیاهچه جوان را افزایش دهند. نتایج آزمایش حاضر تأیید می‌کند دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و تاریکی منجر به بیشترین درصد جوانه‌زنی و بنیهٔ بذر شده است؛ بنابراین بذرهای اسفندک ترجیح می‌دهند زمانی که در خاک مدفون‌اند و دمای محیط نسبتاً افزایش می‌یابد جوانه بزنند و با افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش بنیهٔ بذر، استقرار آن را در محیط تضمین نمایند. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده دربارهٔ اسفندک، در تحقیقی که روی جوانه‌زنی *Cressa cretica* صورت گرفته، مشخص شد که این گیاه حساسیتی به وجود یا نبودن آن ندارد (علوی و همکاران، ۲۰۱۵). داده‌های آزمایش ما نشان می‌دهد که بذرهای اسفندک احتمالاً خواب ندارند و برای جوانه‌زنی نیازمند مطلق نور یا تاریکی نیستند. در اغلب موارد بذرهایی که خواب ندارند، به‌طور یکسان در نور و تاریکی جوانه می‌زنند (باسکین و باسکین، ۱۹۸۸). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از شاخص‌های مهم و مؤثر در مرحلهٔ جوانه‌زنی است؛ زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب و ساقه نیز آب و مواد محلول را از ریشه به سایر نقاط منتقل می‌کند. طویل شدن ریشه‌چه در دمای بیشتر می‌تواند نشانی از بهتر بودن وضعیت متابولیسمی گیاهچهٔ جوان باشد که به استقرار سریع آن کمک خواهد کرد. همچنین زیاد بودن میزان رشد طولی ساقه‌چه در گیاهچه‌ای که در دمای زیاد و تاریکی قرار دارد، می‌تواند به‌دلیل مصرف ذخایر بذر جهت رشد سریع گیاهچه و اکتساب سریع نور و آغاز فتوسنتز باشد. قوی بودن بنیهٔ بذر بدین مفهوم است که محورهای جنینی خارج‌شده از بذر قوی، به مقدار بیشتر و با شدت بیشتری، قند و اسیدهای آمینه را از بخش‌های ذخیره‌ای بذر جذب کرده و توانسته است این متابولیت‌ها را سریع‌تر به پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها تبدیل کند. همچنین بذری با بنیهٔ قوی نسبت به بذر با بنیهٔ ضعیف، اجازهٔ آبشویی کمتری از متابولیت‌های استفاده‌نشده را به محیط‌های آبی اطراف محور بذر می‌دهد.

1. Qu
2. Khan & Ungar
3. El Keblawi

بنیهٔ بذر شاخصی برای ظرفیت بیوسنتز گیاهچه و یکپارچگی غشای سلولی آن است. در آزمایش حاضر، به‌دلیل مناسب بودن شرایط آبی بذرها، افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه هماهنگ با افزایش وزن بود. همچنین با دقت در نتایج به‌دست‌آمده از آزمایشات چنین به‌نظر می‌رسد که حضور نور در دماهای پایین، تأثیر افزایشی قابل‌ملاحظه‌ای بر جوانه‌زنی بذر می‌گذارد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل می‌توان گیاهک‌هایی با بنیهٔ خوب در آزمایشگاه یا گلخانه تهیه کرد و پس از استقرار در خاک، برای ایجاد پوشش گیاهی در شرایط محیطی سخت مورد استفاده قرار داد.

منابع

1. Abdul-Baki, A. A., Anderson J. D., 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop science 13(6), 630-633.
2. Archin, Sh., Rahimian-Mashhadi, H., Oveisi, M., Tavakol-Afshari, R., 2013. Germination of two Rumex Species in Response to Light and Soil Moisture Conditions. Journal of Plant Protection 27(1), 111-117.
3. Baskin, C., Baskin J., 1995. Dormancy types and dormancy-breaking and germination requirements in seeds of halophytes: Biology of salt tolerant plants. Department of Botany, University of Karachi, Karachi, Pakistan. 23-30.
4. Beier, B. A., Chase M., Thulin M., 2003. Phylogenetic relationships and taxonomy of subfamily *Zygophylloideae* (*Zygophyllaceae*) based on molecular and morphological data. Plant Systematics and Evolution 240(1-4), 11-39.
5. Bewley, J. D., 1997. Seed germination and dormancy. The plant cell 9(7), 1055-1066.
6. Elgamal, M. H. A., Shaker K. H., Pöllmann K., Seifert K., 1995. Triterpenoid saponins from *Zygophyllum* species. Phytochemistry 40(4), 1233-1236.
7. El-Keblawy, A., Al-Ansari F., Al-Shams N., 2011. Effects of temperature and light on salinity tolerance during germination in two desert glycophytic grasses, *Lasiurus scindicus* and *Panicum turgidum*. Grass and Forage Science, 66 (2), 173-182.
8. Flowers, T. J. and Colmer T. D., 2015. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. Annals of botany 115(3), 327-331.
9. Ghasemi, A. A., Hamidi, H., Arves, J., Masomi, A., 2014. Effects of salinity and temperature on germination of Hyssop (*Hyssopus officinalis*) Agricultural Crop Management 15(3), 155-169.
10. Ghafoor, A., 1975. Flora of West Pakistan: no. 76. *Zygophyllaceae*. University of Karachi. Rawalpindi: Gordon College 35p.
11. Ghahreman, A., 1997. Flora of Iran. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands 250p.
12. Gutterman, Y., 2012. Seed germination in desert plants, Springer Science and Business Media. 10.1007/978-3-642-75698-6
13. Hussein, S. R., Marzouk M. M., Ibrahim L. F., Kawashty S. A., Saleh N. A., 2011. Flavonoids of *Zygophyllum album* Lf and *Zygophyllum simplex* L.(*Zygophyllaceae*). Biochemical Systematics and Ecology 39(4), 778-780.
14. Khan, M. A., Gul B., Weber D. J., 2000. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. Journal of Arid Environments 45(3), 207-214.
15. Khan, M. A., Gul B., Weber D. J., 2001. Influence of salinity and temperature on the germination of *Kochia scoparia*. Wetlands Ecology and Management 9(6), 483-489.
16. Khan, M. A., Ungar I. A., 1997. Effect of light, salinity and thermoperiod on the seed germination of halophytes. Canadian Journal of Botany, 75(5), 835-841.
17. Kigel, J., 1995. Seed development and germination, CRC press. ISBN-13: 978-0824792299
18. Lefevre, I., Vogel-Mikus, K., Arcon, I., and Lutts, S., 2016. How do roots of the metal-resistant perennial bush *Zygophyllum fabago* cope with cadmium and zinc toxicities? Plant and Soil: 1-15.
19. Qu, X. X., Huang Z. Y., Baskin J. M., Baskin C. C., 2008. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *Halocnemum strobilaceum*. Annals of Botany 101(2), 293-299.
20. Rasheed, A., Hameed A., Khan M. A., Gul B., 2015. Effects of salinity, temperature, light and dormancy regulating chemicals on seed germination of *Salsola drummondii* Ulbr. Pakistan Journal of Botany 47(1), 11-19.

21. Salimi, H., 2009. Effects of temperature and light on different wild mustard (*Sinapis arvensis*) ecotypes germination. Rostaniha 10 (2), 221-229.
22. Sanchez, P. L., Chen M. K., Pessarakli M., Hill H. J., Gore M. A., Jenks M. A., 2014. Effects of temperature and salinity on germination of non-pelleted and pelleted guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray) seeds. Industrial Crops and Products 55, 90-96.
23. Shiranpour, B., Tabari M., Hossini S., Naseri B., 2013. Investigation on effects of temperature, light and storage treatments on germination of three provenances of *Ulmus glabra*. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 20(4), 691-698
24. Song, J., Feng G., Tian C., Zhang F., 2005. Strategies for adaptation of Suaeda physophora, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a saline environment during seed-germination stage. Annals of Botany 96(3), 399-405.
25. Zaidi, M. A. and Crow S. A., 2005. Biologically active traditional medicinal herbs from Balochistan, Pakistan. Journal of Ethnopharmacology 96(1), 331-334.
26. Zaman, S., Padmesh S., Tawfiq H., 2010. Seed germination and viability of *Salsola imbricata* Forssk. International Journal of Biodiversity and Conservation. 2(12), 388-394.
27. Zehra, A., Gul, B., Ansari, R., Alatar, A., Hegazy, A., and Khan, M. A., 2013. Interactive effect of salt, light and temperature on seed germination and recovery of a halophytic grass-*Phragmites karka*. Pakistan Journal of Botany 45(3), 725-736.
28. Zeinali, E., Soltani A., Galeshi S., Sadati S., 2010. Cardinal temperatures, response to temperature and range of thermal tolerance for seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Electronic Journal of Crop Production. 3(3), 23-42.

Interactive effects of light and temperature on germination of *Zygophyllum fabago* L.

Leila Zarandi Miandoab[1], Nader Chaparzadeh[2], Ghasem Hajizadeh[3]

Received: 23/1/2016 Accepted: 23/6/2016

Abstract

Syrian bean caper (*Zygophyllum fabago* L.) grows in dry and uncultivable wastelands. Because of high tolerance to adverse conditions, an experiment was designed and fulfilled to investigate the effect of two environmental factors, light and temperature, on Syrian bean caper seed germination. Experiment was performed in a completely randomized design with two levels of light (light and dark) and two levels of temperature (22 and 28 °C) in three replicates. Sterilized seeds were placed in light or dark under 22 or 28 °C temperatures. At 7th days of germination, root and shoot lengths, fresh and dry weights and seed vigor were measured. Analysis of variance showed that germination percent, root and shoot lengths and seed vigor were, significantly, affected by the main effect and interaction of light and temperature. The highest percentage of germination was scored at 28 °C and dark. The light at 22 °C had a positive effect on germination of seeds. The results suggest that light at low temperature and dark in high temperature increased, considerably, syrian bean caper seed germination. The results can be used for culture and make up the vegetation cover by *Zygophyllum* in aired and desert regions.

Key words: *Zygophyllum fabago*, light, temperature, germination, seed vigor.

1. Department of Biology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
2. Department of Biology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran, Email: nchapar@azaruniv.ac.ir
3. Department of Biology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran