Archive of SID

اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های خواب بذر *Hordeum spontaneum* L.

شکیبا شاهمرادی[1*]، محمدرضا چایی‌چی[2]، جواد مظفری[1]، داریوش مظاهری[2] و فرزاد شریف زاده[2]

[1] کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

[2] کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۰

چکیده

خواب بذر یک سیستم دفاعی برای جوانه زنی گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی است. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنش خشکی در گیاه مادری بر خواب بذر و ویژگی های جوانه زنی در جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) انجام شد. به این منظور، ۱۹ ژنوتیپ از این گونه، به همراه رقم زراعی نصرت، در آزمایشی گلخانه‌ای، در شرایط نرمال و تنش خشکی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. دو تیمار آبی شامل؛ آبیاری نرمال (۱۰۰-۹۵٪ ظرفیت زراعی) و تنش خشکی شدید (۳۰-۲۵٪ ظرفیت زراعی) بر گیاهان اعمال شد. بر اساس نتایج این تحقیق تنش خشکی در گیاه مادری باعث کاهش معنی دار صفات شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی شد. تنش خشکی باعث افزایش درصد خواب بذر در اغلب ژنوتیپ‌ها شد. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو شرایط، شاخص تحمل به تنش و صفت طول کلئوپتیل رابطه نزدیک و همسویی را نشان دادند. این امر نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های که طول کلئوپتیل بیشتری دارند، تحمل بالاتری در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهند و این صفت در راستای افزایش سازگاری با اقلیم خشک، تکامل یافته است.

واژه های کلیدی: جوانه‌زنی، جو وحشی، شاخص تحمل تنش

* نویسنده مئول، تلفن: ۰۹۱۲۶۰۰۲۸۴۰ ، پست الکترونیکی: shakibashahmoradi@gmail.com

مقدمه

جوانه‌زنی روندی از حیات است که بقای گونه های گیاهی را تضمین می‌کند. آغاز جوانه‌زنی نیازمند تأمین شرایط خاصی می‌باشد. برای جوانه‌زنی بذر، گیاهچه باید زنده و قادر به جوانه‌زنی و عاری از مواد بازدارنده جوانه‌زنی باشد. سپس بذر باید در شرایط مناسب محیطی نظیر رطوبت کافی، اکسیژن، دمای مناسب و در برخی موارد نور کشت شود. در فرایند جوانه‌زنی وقایع متعددی رخ می‌دهد. مهمترین این وقایع جذب آب، فعال سازی آنزیم ها، شروع رشد گیاهچه، شکافت پوسته بذر و خروج گیاهچه است. جوانه زنی تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی زیستگاه بذر دستخوش تغییر می‌شود. زیستگاه اولیه مکانی است که بذر بر روی گیاه مادری تشکیل شده و رشد می‌کند. زیستگاه دوم شامل عوامل خارجی در محل جوانه‌زنی بذر می‌باشد (۱۹).

برای بقاء درازمدت گونه‌های گراس شرایط محیطی باید برای حذف خواب بذر و جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه و همچنین برای رشد، گلدهی و تشکیل بذر مناسب باشد. بنابراین زمان جوانه‌زنی نقش اساسی در بقاء گیاهان تولید کننده بذر در یک جمعیت دارد. از این رو جوانه‌زنی به موقع (در بهترین زمان) به منظور به حداکثر رساندن بقاء و تولید مناسب بذر، یکی از صفات تأثیرگذار بر سازگاری یک گونه با شرایط زیستگاهی می باشد. تنوع در فنولوژی

www.SID.ir

Archive of SID

جوانه‌زنی در گراس‌ها نشان دهنده سازگاری به گستره وسیعی از زیستگاه‌ها می‌باشد.

تحقیقات نشان داده است که در *Hordeum vulgare* ویژگی خواب بذر تحت تأثیر دمای محیط در زمان بلوغ بذر در گیاه مادری قرار می گیرد(۱۳) . بذر *Hordeum spontaneum* برای از دست دادن خواب نیازمند تیمار گرمایی در درجه حرارت بالای تابستان می باشد (۷).

استراتژی گلدهی اثر مهمی بر عملکرد دانه و توانایی جوانه‌زنی آن دارد. تحقیقات نشان داده است که در بسیاری از گونه‌ها علاوه بر عوامل محیطی، گیاه مادری نیز بر جوانه‌زنی بذر حاصل تأثیر دارد. توانایی جوانه‌زنی ممکن است در طول دوره نمو بذر و یا زمان رسیدگی آن در حالی که هنوز روی پایه مادری قرار دارد، تحت تأثیر قرار گیرد. زمان بحرانی که در آن طول روز بر جوانه‌زنی بذر تأثیر دارد یک یا دو هفته قبل از رسیدگی بذر می‌باشد (۸).

خواب بذر نقش اساسی در سازگاری اکولوژیکی گونه های گیاهی وحشی دارد. تحقیقات نشان داده است که درصد گیاهان تولید کننده بذر دارای خواب در گونه های سازگار با شرایط نامساعد محیطی، بسیار بیشتر از گونه هایی است که در شرایط اکولوژیکی مطلوب می‌باشند (۱). جو وحشی دارای ویژگی خواب بذر برای سازگاری با محیط‌های پر تنش نظیر گرمای طولانی مدت و تابستان-های خشک با بارندگی اندک می‌باشد (۱۸). سطوح مختلف خواب بذر در جو وحشی به حدی است که به عنوان بیمه‌ای در برابر عوامل نامساعد طبیعی به شمار می رود (۷). خواب بذر مانع از جوانه زنی زودهنگام پس از بارش‌های بی‌موقع در ماه های گرم و خشک تابستان می‌شود (۷). عدم وجود خواب در بذر جو منجر به جوانه-زنی قبل از برداشت بذر شده و کیفیت مالت آن را کاهش می‌دهد. همچنین خواب بذر مانع از تخریب نشاسته در طول دوره انبار آن می‌شود. از سوی دیگر، خواب زیاد بذر باعث جوانه‌زنی غیر یکنواخت شده و عدم یکنواختی در استقرار گیاهچه ها در مزرعه و یا عملکرد پایین عصاره مالت را به همراه دارد. بنابراین سطوح ملایم خواب بذر برای ارقام جو مطلوب به نظر می‌رسد (۴).

جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف تحت تأثیر رژیم‌های مختلف رطوبت و درجه حرارت در طول پس‌رسی تعیین می‌گردد (۶). بنابراین به نظر می‌رسد علاوه بر اساس ژنتیکی خواب بذر، شرایط محیطی در زمان رسیدن بذر بر روی پایه مادری نیز تأثیر بسزایی بر وجود و عمق خواب در بذر دارد. ارزیابی تنوع فنوتیپی در خواب بذر در ۱۶ اکوتیپ جو وحشی در فلسطین اشغالی توسط یان و همکارانش (۲۲) انجام شد. عمق خواب به عنوان زمان لازم تا بیشترین درصد جوانه‌زنی تحت شرایط تیمار های شکست خواب بذر از ۱۵ تا ۱۰۳ روز متغیر بود. خواب کمتر ویژگی اکوتیپ های مزیک بود، در حالی که اکوتیپ‌های زریک خواب عمیق تری داشتند.

خواب گیاهچه بخشی از چرخه زندگی گراس ها می باشد، برای کشاورزانی که کشت غلات را با هدف برداشت دانه انجام می‌دهند، مدیران چراگاه ها و مراتعی که سعی در احیای مراتع در حال نابودی و یا ایجاد مراتع جدید هستند، متخصصان علف‌های هرز که برای کنترل علف های هرز محصولات زراعی، چراگاه ها و چمن زارها و حتی جمعیت های گیاهی طبیعی تلاش می کنند، اکولوژیست-هایی که تاریخچه و تغییرات جمعیت‌ها، جوامع و اکوسیستم‌های گیاهی را بررسی می‌کنند، اهمیت زیادی دارد (۱).

اهمیت تحقیق در خصوص اکولوژی جوانه زنی گراس‌ها در این حقیقت نهفته است که در اقلیم‌های معتدل و مرطوب که بارندگی عامل محدود کننده نمی‌باشد، بذر گراس‌ها در پاییز، بهار و تابستان با توجه به گونه جوانه می‌زنند. در حالی که در اقلیم خشک و نیمه‌خشک زمان جوانه‌زنی بذر اهمیت ویژه‌ای دارد و بقاء گونه‌های وحشی

www.SID.ir

Archive of SID

در گرو جوانه‌زنی در زمان مناسب می‌باشد. خواب بذر یک سیستم دفاعی برای جلوگیری از جوانه‌زنی گیاه در برابر بارندگی‌های نابهنگام که ویژگی اقالیم بیابانی و نیمه بیابانی است، می‌باشد. تحقیقات قبلی نشان داده است این ویژگی در گیاهان بومی اقلیم گرم و خشک بیشتر دیده می‌شود. اما به نظر می رسد علاوه بر اساس ژنتیکی خواب بذر، شرایط محیطی در زمان رسیدن بذر بر روی پایه مادری نیز تأثیر بسزایی بر وجود و عمق خواب در بذر تولیدی دارد (۶). هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثر عامل محیطی تنش خشکی بر خواب بذر و ویژگی های جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های *Hordeum spontaneum* بومی اقلیم های مختلف ایران می‌باشد.

مواد و روشها

در پاییز سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، ۱۹ ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* (جدول ۱)، به همراه رقم زراعی متحمل به خشکی نصرت، در آزمایشی گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران – مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، از نظر تحمل به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. این ۱۹ ژنوتیپ بومی اقلیم‌های مختلف ایران بوده و بر اساس حداکثر میزان تنوع فنوتیپی (حداکثر فاصله اقلیدوسی در تجزیه کلاستر) از میان ۱۸۸ نمونه ژنتیکی کلکسیون جو وحشی بانک ژن گیاهی ملی ایران انتخاب شدند. رقم زراعی نصرت حاصل از تلاقی دو رقم کارون و کویر بوده و از سازگاری وسیع و پایداری عملکرد دانه قابل توجهی برخوردار می‌باشد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد و هر تکرار شامل دو گلدان می‌شد.

جدول ۱- اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی مربوط به استانهای محل جمع‌آوری اکوتیپ‌های *Hordeum spontaneum*

	TN	اقلیم	استان	شهر
۱	۳۰۹	مدیترانه	قزوین	قزوین
۲	۳۲۴	بیابانی سرد	مرکزی	ساوه
۳	۵۵۴	بیابانی	فارس	-
۴	۵۵۶/۱	بیابانی	فارس	-
۵	۹۵۱	بیابانی	خراسان	مشهد
۶	۱۰۳۷	مدیترانه	کرمانشاه	کرمانشاه
۷	۱۰۷۳	مدیترانه	کرمانشاه	کرمانشاه
۸	۱۲۳۳	مدیترانه	خراسان	بجنورد
۹	۱۲۶۳	استپی سرد	آذربایجان‌غربی	ارومیه
۱۰	۱۲۸۶	مدیترانه	کرمانشاه	-
۱۱	۱۳۵۰	بیابانی سرد	مرکزی	اراک
۱۲	۱۳۶۳	بیابانی	ایلام	شیروان
۱۳	۱۳۷۵	بیابانی	ایلام	شیروان
۱۴	۱۳۷۷	بیابانی	ایلام	شیروان
۱۵	۱۳۸۹	بیابانی	فارس	شیراز
۱۶	۱۶۷۴	بیابانی	خراسان	دره گز
۱۷	۱۶۹۳	بیابانی	خراسان	مشهد
۱۸	۱۷۳۲	بیابانی	خراسان	فردوس
۱۹	۱۸۰۱	استپی سرد	آذربایجان‌غربی	مراغه
۲۰	نصرت			

www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل وجود خواب بذر در ژنوتیپ های *Hordeum spontaneum*، در ابتدا بذور در شرایط آزمایشگاهی درون پتری دیش‌های ۹ سانتیمتری حاوی کاغذ صافی و ۵ میلی لیتر آب مقطر جوانه زدند و پس از یک هفته جوانه‌های سالم به گلدان‌های پلاستیکی ۳ لیتری حاوی مخلوطی از خاک: ماسه: پیت به نسبت ۱:۱:۲ منتقل شدند. قبل از کشت، از طریق آزمایش خاک ظرفیت زراعی در خاک گلدان ها به روش معمول (۱۶) و آزمایشگاهی محاسبه شد و هر دو روش میزان رطوبت خاک را در ظرفیت زراعی، در حدود۲۰٪ تعیین کرد. در ابتدا در هر گلدان سه گیاهچه کشت شد و پس از گذشت سه هفته و اطمینان از استقرار کامل گیاهچه ها، تعداد گیاهچه به دو عدد در هر گلدان کاهش یافت. با توجه به نیاز ورنالیزاسیون در گیاهان، گلدان ها در شرایط طبیعی (خارج از گلخانه) و در زیر شلتر قرار گرفتند. آبیاری گلدان ها تا آغاز مرحله خروج سنبله (Z49) به صورت نرمال (ظرفیت زراعی) انجام شد و در آغاز مرحله خروج سنبله ها، دو تیمار آبی شامل؛ آبیاری نرمال (۱۰۰-۹۵٪ ظرفیت زراعی) و تنش خشکی شدید (۳۰-۲۵٪ ظرفیت زراعی) بر گیاهان اعمال شد. تیمارهای خشکی از مرحله خروج سنبله تا پایان دوره رشد بر اساس توزین روزانه گلدان ها انجام شد و رطوبت گلدان ها در محدوده مورد نظر حفظ شد. میزان عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها، تحت شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال اندازه گیری شد و با استفاده از شاخص تحمل تنش (STI)، واکنش ژنوتیپ ها نسبت به تنش اعمال شده بررسی شد (۲).

درصد جوانه‌زنی (GR%) (۸-۱)

شاخص جوانه‌زنی ((GRI (۸-۲)

میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) (۸-۳)

قدرت جوانه‌زنی (GE) (۸-۴)

ارزش جوانه‌زنی (GV) (۸-۵)

n_i: تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی

n: تعداد کل بذرهای جوانه زده طی دوره t_i

پس از برداشت، سنبله ها به روش دستی کوبیده شده و بعد به منظور حفظ خواب در بذور، به مدت ۶ ماه در $^{\circ}C$ ۵ نگهداری شدند و بعد آماده سازی بذر جهت آزمایش خواب بذر و بررسی شاخص جوانه زنی در ژنوتیپ ها انجام شد. در ابتدا آزمون حیات بذر (تترازولیوم) به منظور حصول اطمینان از زنده بودن بذور انجام شد. به این منظور در ابتدا بذور به مدت ۱۸ ساعت در $^{\circ}C$ ۲۰ در آب مقطر قرار گرفتند. سپس با استفاده از تیغ، برش طولی در بذر ایجاد شد، به طوری که جنین به دو قسمت تقسیم گردد و نیمه آن حذف شد. پس از آن بذور به مدت ۳ ساعت در محلول تترازولیوم ۱٪ و در $^{\circ}C$ ۳۰ و در تاریکی قرار گرفتند. برای جلوگیری از نفوذ نور به پتری دیش ها، سطوح آن با فویل پوشانده شد. بذری که جنین شامل ریشه چه، ساقه چه، محور جنینی و اسکوتلوم در آن کاملا رنگ شده بود، زنده محسوب شد.

به منظور ارزیابی خواب بذر در هر اکوتیپ، تعداد ۱۰۰ عدد بذر سالم در چهار تکرار ۲۵ بذری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شد. بذر بر روی کاغذ صافی واتمن در داخل پتری دیش های ۹ سانتی‌متری به همراه ۵ میلی لیتر آب مقطر کشت شد و به مدت ۱۰ روز در ژرمیناتور در $^{\circ}C$ ۱۸ و تاریکی قرار گرفت. به منظور جلوگیری از اتلاف رطوبت، پتری‌دیش‌ها در داخل کیسه های فریزری بسته بندی شدند و هر دو روز یکبار درصد جوانه زنی بذور یادداشت برداری شد. عدم جوانه‌زنی بذر زنده تعیین کننده میزان خواب آن می باشد. ویژگی های جوانه‌زنی بر اساس معادلات زیر محاسبه شد (۱۴).

$$\text{Germination rate} = n/N \times 100 \quad (۸-۱)$$

$$\text{Germination Index} = \Sigma (ni / ti) \quad (۸-۲)$$

$$\text{Mean germination time} = \Sigma (ni.\ ti) / \Sigma n \quad (۸-۳)$$

$$\text{Germination energy} = MNG/N \times 100 \quad (۸-۴)$$

$$\text{Germination value} = MDG \times PV \quad (۸-۵)$$

N: تعداد بذرهای کاشته شده

t_i: تعداد روزهای پس از شروع جوانه زنی

www.SID.ir

Archive of SID

MDG: میانگین تعداد روزهای لازم برای جوانه زنی

PV: حداکثر میانگین جوانه زنی طی دوره جوانه زنی

MNG: حداکثر درصد تجمعی بذرهای جوانه زده

در این آزمایش تجزیه مرکب صفات مختلف در ژنوتیپ ها، تحت شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد و بعد مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در شرایط مختلف به روش دانکن انجام شد. برای تعیین روابط بین صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش، بررسی همبستگی صفات، تجزیه به مؤلفه های اصلی و رسم نمودار بای پلات با استفاده از نرم افزار Stat Graphics Plus 2.1 استفاده شد و تجزیه رگرسیون گام به گام در نرم افزار SPSS 16 انجام گردید.

نتایج

آزمون حیات بذر در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که بذر نمونه های مورد بررسی، صددرصد زنده بوده، از این‌رو عدم جوانه‌زنی آنها نشانه خفته بودن بذور است. تجزیه مرکب صفات مرتبط با ویژگی‌های جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه در ۱۹ ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* و رقم جو زراعی نصرت در جدول ۲ نشان داده شده است. تنش خشکی باعث افزایش معنی‌داری بر صفات شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، خواب بذر، قدرت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی شد. از سوی دیگر اثر تنش خشکی بر روی صفات طول کلئوپتیل، طول ریشه چه و ساقه چه و میانگین زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نیست، از این رو به نظر می رسد این صفات کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی حاکم بر گیاه مادری قرار می‌گیرند.

جدول ۲– تجزیه واریانس مرکب صفات جوانه‌زنی در ۱۹ ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* و رقم جو زراعی نصرت در شرایط تنش خشکی و نرمال

منابع تغییر	درجه آزادی	طول کلئوپتیل	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص جوانه زنی	درصد جوانه‌زنی	درصد خواب بذر	میانگین زمان جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی
S.O.V	df	CLL	RL	SHL	GRI	GER	DOR	MGT	GEN	GVA
محیط	۱	۶۳/۳۰ $^{n.s}$	۴۳۱/۷۴ $^{n.s}$	۳۳۱۶/۴۵ $^{n.s}$	۳۳/۳۸**	۲۱۳/۲۸**	۶۱۲۵/۶۲**	۱۱/۰۸ $^{n.s}$	۱۵۳۱۴۰/۶۳**	۲۶۵۵۶/۲۶**
خطای محیط	۶	۸۷۰/۸۵**	۱۴۸۸/۱۵ $^{n.s}$	۲۴۲/۵۹ $^{n.s}$	۳۰/۸۲**	۸۷/۵۱**	۲۱۰۹/۳۷**	۶/۲۲ $^{n.s}$	۵۲۷۳۴/۳۷**	۲۰۱۵۵/۶۶**
ژنوتیپ	۱۹	۱۹۸/۲۴**	۶۷۱۱/۷۹**	۶۷۹۱/۰۵**	۴۷/۲۰**	۲۰۷/۰۳**	۵۹۷۲/۶۶**	۴/۷۸ $^{n.s}$	۱۴۹۳۱۶/۶۱**	۱۱۱۶۲/۴۶**
ژنوتیپ * محیط	۱۹	۶۳/۲۴ $^{n.s}$	۱۷۴۸/۷۷ $^{n.s}$	۱۰۶۲/۵۳ $^{n.s}$	۳/۲۹ $^{n.s}$	۲۵/۸۸**	۶۵۰/۲۹**	۵/۱۲*	۱۶۲۵۷/۴۰**	۴۲۴۵/۷ $^{n.s}$
خطای آزمایشی	۱۱۴	۴۵/۶۱	۸۹۵/۹۹	۷۷۸/۶۰	۲/۲۱	۹/۰۵	۲۲۰/۶۷	۲/۸۶	۵۵۱۶/۷۲	۳۴۰۷/۱۱

***و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪**

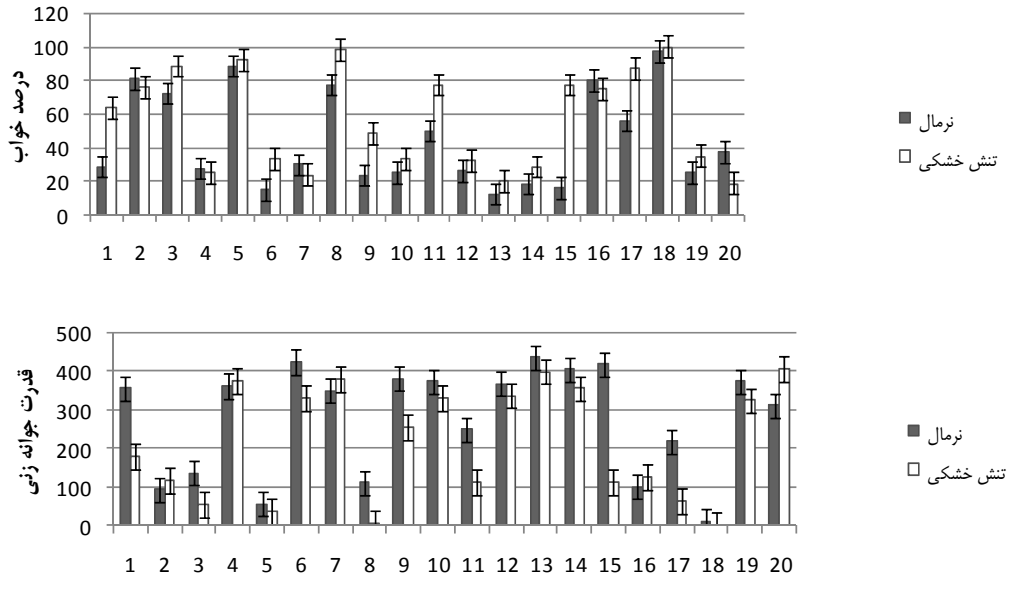
ژنوتیپ‌ها در تمام صفات جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه تفاوت معنی‌داری نشان دادند و تنها ویژگی که در ژنوتیپ-های مورد بررسی در این آزمایش تفاوتی نشان نداد، صفت میانگین زمان جوانه‌زنی بود. اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ در ویژگی میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد و در صفات درصد جوانه‌زنی، خواب بذر و قدرت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این امر نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در این صفات واکنش متفاوتی نسبت به تنش خشکی نشان دادند.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در سطوح تنش در جدول ۳ نشان می‌دهد که درصد بذر خواب تولید شده در شرایط تنش خشکی بیشتر از شرایط رطوبتی نرمال می‌باشد و تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار شاخص جوانه‌زنی و قدرت و ارزش جوانه‌زنی شده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح مختلف تنش در صفات خواب بذر و قدرت جوانه زنی، در نمودار ۱ نشان داده شده است. بررسی اثر تنش خشکی بر خواب بذر در ژنوتیپ‌های مختلف جو وحشی (نمودار ۱-a) نشان می‌دهد که تنش خشکی در اغلب ژنوتیپ ها باعث افزایش درصد خواب بذر شده است. در حالی که در ژنوتیپ‌های ۲، ۴، ۷، ۱۶ و ۲۰ کاهش درصد خواب بذر را به همراه داشته است و این کاهش تنها در ژنوتیپ شماره ۲۰ (رقم نصرت) معنی‌دار بود. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که کاهش خواب بذر در هیچ یک از چهار ژنوتیپ جو وحشی معنی دار نبود. بررسی اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر صفت قدرت جوانه زنی (نمودار ۸-۱-b) نشان می دهد که قدرت جوانه زنی در اغلب ژنوتیپ ها کاهش یافته است که با توجه به افزایش درصد خواب بذر، در نمودار قبل این نتیجه قابل توجیه است و تنها در رقم زراعی نصرت (ژنوتیپ شماره ۲۰) افزایش معنی دار قدرت جوانه زنی مشاهده می شود.



نمودار۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ در صفات خواب بذر (a) و قدرت جوانه زنی (b).

بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل به تنش (STI) در دو شرایط رطوبتی نرمال و تنش خشکی در جدول ۴، نشان داده شده است. در شرایط رطوبتی نرمال، شاخص تحمل به تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل نشان داد که در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار شد. این در حالیست که در شرایط تنش خشکی (جدول ۴ پایین قطر)، همبستگی میان شاخص تحمل تنش و طول کلئوپتیل بیشتر شد (سطح احتمال ۱٪) اما همبستگی این شاخص با صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار نشد. از سوی دیگر میانگین زمان جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی همبستگی معنی‌داری با شاخص تحمل همبستگی نشان دادند که در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. صفت طول کلئوپتیل در شرایط نرمال با هیچ یک از ویژگی‌های جوانه‌زنی همبستگی نداشت و تنها در شرایط تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

با صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، میانگین زمان جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد.

جدول ۳– مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی و نرمال

	جوانه زنی شاخص	جوانه زنی	درصد خواب بذر	قدرت جوانه زنی	ارزش جوانه زنی
	GRI	**GER**	**DOR**	**GEN**	**GVA**
نرمال	۴/۱۹ a	۵۵/۵ a	۴۴/۵ b	۲۷۷/۵ a	۵۳/۶۷ a
تنش خشکی	۳/۲۷ b	۴۳/۱ b	۵۶/۸۷ a	۲۱۵/۶ b	۲۷/۹۱ b

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات در محیط نرمال (بالای قطر) و تنش (پایین قطر) با شاخص تحمل تنش (STI) در ژنوتیپ‌های *H. spontaneum* به روش پیرسون

	طول کلئوپتیل	جوانه زنی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	شاخص جوانه زنی	درصد خواب بذر	جوانه زنی میانگین زمان	قدرت جوانه زنی	ارزش جوانه زنی	شاخص تحمل تنش
	CLL	GER	RL	SHL	GRI	DOR	MGT	GEN	GVA	STI
CLL	۱	۰/۱۸۸	۰/۲۸۲	۰/۳۳۶	۰/۱۲	-۰/۱۸۸	۰/۱۳۹	۰/۱۸۸	-۰/۱۴۹	۰/۴۴۴*
GER	۰/۴۷۷*	۱	۰/۷۸۰**	۰/۸۱۶**	۰/۹۷۶**	-۱/۰۰۰**	-۰/۴۱۵	۱/۰۰۰**	۰/۷۴۵**	۰/۴۰۸
RL	۰/۶۱۹**	۰/۸۷۲**	۱	۰/۸۱۸**	۰/۷۶۳**	-۰/۷۸۱**	-۰/۲۸۷	۰/۷۸۱**	۰/۵۴۱*	۰/۴۴۹*
SHL	۰/۶۹۴**	۰/۷۴۹**	۰/۸۹۵**	۱	۰/۷۸۸**	-۰/۸۱۷**	-۰/۳۶۵	۰/۸۱۷**	۰/۵۰۹*	۰/۴۶۶*
GRI	۰/۴۵۸*	۰/۹۸۸**	۰/۸۶۳**	۰/۷۵۷**	۱	-۰/۹۷۵**	-۰/۵۳۸*	۰/۹۷۵**	۰/۸۳۰**	۰/۳۷۴
DOR	-۰/۴۷۷*	-۱/۰۰۰**	-۰/۸۷۲**	-۰/۷۴۹**	-۰/۹۸۸**	۱	۰/۴۰۷	-۱/۰۰۰**	-۰/۷۴۳**	-۰/۴۱۸
MGT	۰/۶۳۰**	۰/۲۸۲	۰/۴۰۲	۰/۴۲۷	۰/۱۷۵	-۰/۲۸۲	۱	-۰/۴۰۷	-۰/۵۶۳**	-۰/۰۳۷
GEN	۰/۴۷۷*	۱/۰۰۰**	۰/۸۷۲**	۰/۷۴۹**	۰/۹۸۸**	-۱/۰۰۰**	۰/۲۸۲	۱	۰/۷۴۳**	۰/۴۱۸
GVA	۰/۳۵۱	۰/۸۸۱**	۰/۶۹۹**	۰/۵۶۴**	۰/۹۰۰**	-۰/۸۸۱**	۰/۰۵	۰/۸۸۱**	۱	۰/۰۹۵
STI	۰/۷۴۱**	۰/۴۴۶*	۰/۴۳۷	۰/۴۴۴	۰/۴۰۲	-۰/۴۴۶*	۰/۵۱۹*	۰/۴۴۶*	۰/۴۹۲*	۱

*و : به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

تجزیه به مؤلفه های اصلی بر اساس صفات مورد ارزیابی در هر دو شرایط رطوبتی به طور جداگانه انجام شد. تجزیه به مؤلفه ها در شرایط رطوبتی نرمال (جدول ۵) نشان داد که دو مؤلفه که مقادیر ویژه بزرگ تر از ۱ دارند در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند و در مجموع ۷۶/۰۴ درصد از واریانس صفات را توجیه می کنند. در مؤلفه اول که ۵۵/۳۵ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داده، صفت شاخص جوانه زنی (GRI) دارای بالاترین ضریب در این مؤلفه می‌باشد (جدول ۵) و پس از این صفت، درصد خواب بذر با ضریب منفی و طول ساقه چه با ضریب مثبت بزرگترین ضرایب را به خود اختصاص داده اند. ۲۰/۶۸٪ از واریانس توسط مؤلفه دوم ایجاد شده است و بزرگترین ضرایب آن مربوط به صفات طول کلئوپتیل و شاخص تنش (STI) می‌باشد. این امر رابطه

www.SID.ir

Archive of SID

نزدیک این دو صفت را نشان می‌دهد که در جدول همبستگی صفات (جدول ۴) نیز مشاهده می‌شد. با توجه به ضریب بالای شاخص تحمل تنش در مؤلفه دوم، در مجموع می‌توان نتیجه گرفت، صفاتی که دارای ضرایب بالاتر در مؤلفه دوم باشند، ویژگی های مرتبط با تحمل خشکی دارند.

مؤلفه اول و دوم در مجموع ۷۶/۰۴ درصد از واریانس را توجیه می‌کنند. نمودار بای‌پلات مؤلفه های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ های جو وحشی در شرایط نرمال (نمودار ۲)، به وضوح ارتباط میان شاخص تحمل تنش و صفات مورد ارزیابی را به نمایش گذاشته است. صفت طول کلئوپتیل به همراه شاخص تحمل تنش (STI) که دارای بیشترین ضرایب در مؤلفه دوم می‌باشند، در نمودار ۲ زاویه تندی با یکدیگر تشکیل داده‌اند که نشان دهنده ارتباط نزدیک این صفات با شاخص تحمل تنش می‌باشد. این امر نشان می‌دهد و به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های که طول کلئوپتیل بیشتری دارند (در شرایط رطوبتی نرمال)، تحمل بالاتری در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهند. از سوی دیگر ویژگی خواب بذر و شاخص جوانه‌زنی ارتباط نزدیکی را با شاخص تحمل تنش نشان ندادند.

جدول ۵- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای دو مؤلفه اصلی در ژنوتیپ‌های جو *Hordeum spontaneum* در شرایط رطوبتی نرمال

صفات	Traits	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲
طول کلئوپتیل	CLL	۰/۱۱	۰/۶۷
درصد خواب بذر	DOR	-۰/۴۵	۰/۰۴
ارزش جوانه‌زنی	GVA	۰/۳۷	-۰/۳۷
شاخص جوانه‌زنی	GRI	۰/۴۶	-۰/۱۱
میانگین زمان جوانه‌زنی	MGT	-۰/۲۷	۰/۲۲
طول ریشه‌چه	RL	۰/۱۳	۰/۴۱
طول ساقه‌چه	SHT	۰/۴۲	۰/۱۴
شاخص تحمل تنش	STI	۰/۱۵	۰/۵۷
مقادیر ویژه	Eigenvalue	۴/۴۳	۱/۶۵
واریانس نسبی	Percent of Variance	۵۵/۳۵	۲۰/۶۸
واریانس تجمعی	Cumulative Percentage	۵۵/۳۵	۷۶/۰۴

در تجزیه به مؤلفه‌ها در شرایط تنش خشکی (جدول ۶)، دو مؤلفه که مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ دارند را معرفی شدند و این مؤلفه‌ها در مجموع ۸۳/۷۸ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کنند. ۶۴/۸۳٪ از این واریانس به مؤلفه اول اختصاص دارد و بزرگترین ضریب مربوط به طول ریشه چه، شاخص جوانه‌زنی، درصد خواب بذر و طول ساقه‌چه می‌باشد (جدول ۶). ۱۸/۹۴ درصد از واریانس توسط مؤلفه دوم ایجاد شده است که میانگین زمان جوانه‌زنی و طول کلئوپتیل به ترتیب مهمترین صفات در این مؤلفه می باشند. سومین صفت مهم در مؤلفه دوم صفت شاخص تحمل به تنش می‌باشد.

نمودار بای پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ-های جو وحشی در شرایط تنش خشکی (نمودار ۳) نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی نیز همانند شرایط رطوبتی نرمال، صفات طول کلئوپتیل به همراه شاخص

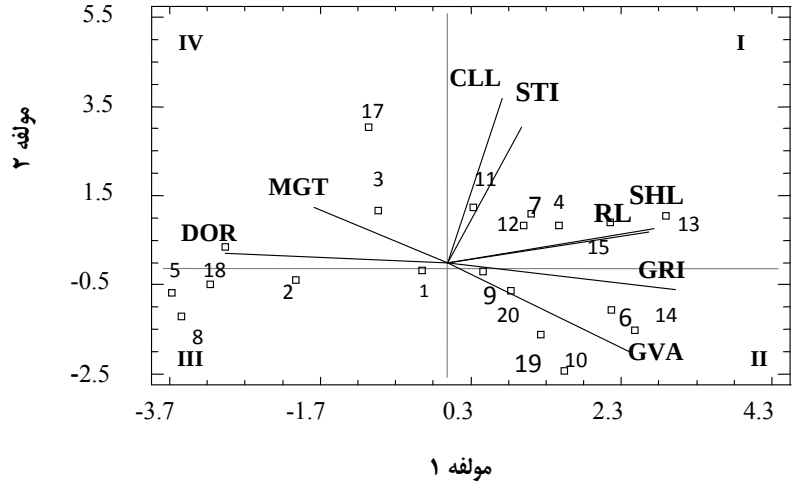
www.SID.ir

Archive of SID

تحمل تنش (STI)، بردارهایی منطبق بر یکدیگر دارند. این امر نشان می‌دهد که این صفت در شرایط رطوبتی نرمال و تنش ارتباط نزدیکی با تحمل به تنش خشکی دارد. ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر بالاتر در مؤلفه دوم باشند، نمونه هایی دارای تحمل بیشتر نسبت به تنش خشکی می باشند.

جدول ۶- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای دو مؤلفه اصلی در ژنوتیپ‌های *Hordeum spontaneum* در شرایط تنش خشکی

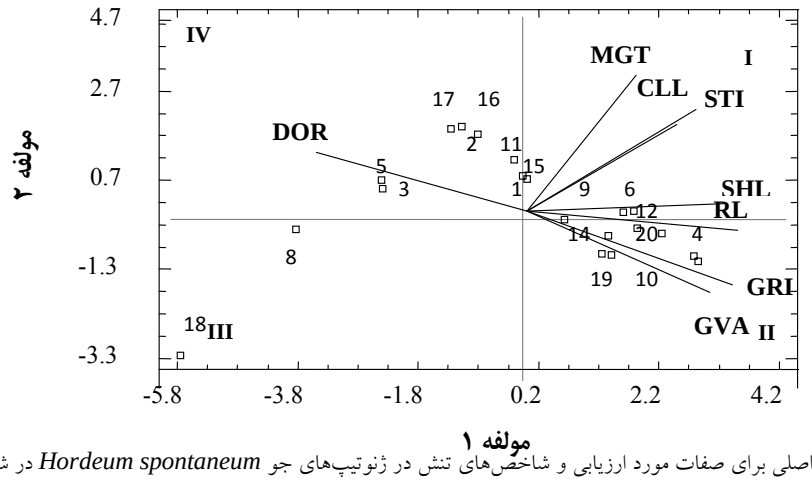
صفات	Traits	۱	۲
طول کلئوپتیل	CLL	۰/۳۳	۰/۴۴
درصد خواب بذر	DOR	-۰/۴۰	۰/۲۶
میانگین زمان جوانه زنی	MGT	۰/۲۱	۰/۵۹
طول ریشه‌چه	RL	۰/۴۱	-۰/۰۸
طول ساقه‌چه	SHT	۰/۳۹	۰/۰۳
شاخص تحمل تنش	STI	۰/۲۹	۰/۳۸
ارزش جوانه‌زنی	GVA	۰/۳۶	۰/۳۶
شاخص جوانه‌زنی	GRI	۰/۴۰	۰/۳۲
مقادیر ویژه	Eigenvalue	۵/۱۸	۱/۵۱
واریانس نسبی	Percent of Variance	۶۴/۸۳	۱۸/۹۴
واریانس تجمعی	Cumulative Percentage	۶۴/۸۳	۸۳/۷۸



نمودار۲–نمودار بای پلات دو مولفه اصلی برای صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ های جو *Hordeum spontaneum* در شرایط رطوبتی نرمال (STI: شاخص تحمل تنش، CLL: طول کلئوپتیل، SHL: طول ساقه‌چه، RL: طول ریشه‌چه، GRI: شاخص جوانه‌زنی، GVA: ارزش جوانه‌زنی، DOR: درصد خواب بذر، MGT: میانگین زمان جوانه‌زنی)

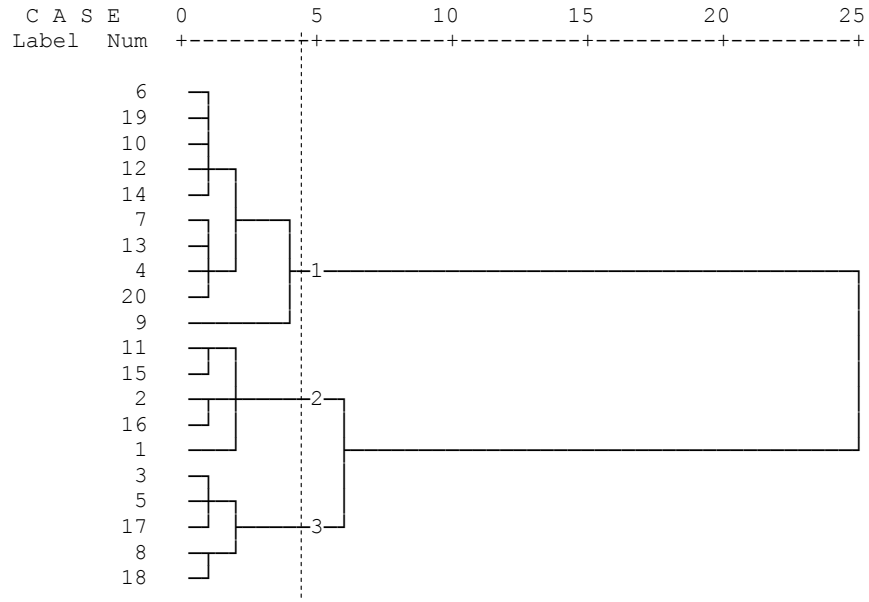
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۳- نمودار بای پلات دو مولفه اصلی برای صفات مورد ارزیابی و شاخص‌های تنش در ژنوتیپ‌های جو *Hordeum spontaneum* در شرایط تنش خشکی (STI: شاخص تحمل تنش، CLL: طول کلئوپتیل، SHL: طول ساقه‌چه، RL: طول ریشه‌چه، GRI: شاخص جوانه‌زنی، GVA: ارزش جوانه‌زنی، DOR: درصد خواب بذر، MGT: میانگین زمان جوانه‌زنی)

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش خشکی در نمودار ۴ نشان داده شده است. خط برش فرضی در فاصله ۵ واحد موجب دسته-بندی ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه مجزا گردید. بررسی میانگین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های موجود در هر گروه در شرایط تنش خشکی در جدول ۷ نشان داده شده است. بر این اساس ژنوتیپ‌های گروه اول دارای بالاترین میانگین طول ریشه، شاخص جوانه‌زنی، قدرت جوانه زنی و ارزش جوانه‌زنی می‌باشند. ژنوتیپ‌های این گروه دارای شاخص تحمل تنش بالاتری می‌باشند. همچنین این گروه دارای کمترین میانگین خواب بذر می‌باشند. گروه اول شامل ۱۰ ژنوتیپ، ازجمله رقم زراعی نصرت (ژنوتیپ ۲۰) می‌باشد که گروه ژنوتیپ‌های متحمل به تنش را تشکیل می‌دهند.



نمودار ۴- نمودار تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جو *Hordeum spontaneum* به همراه رقم نصرت بر اساس صفات جوانه‌زنی و شاخص تحمل در شرایط تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

گروه دوم شامل ۵ ژنوتیپ می‌شود که بر اساس جدول ۷ دارای میانگین درصد خواب بیشتری نسبت به گروه اول می‌باشند. همچنین قدرت و ارزش جوانه‌زنی در این گروه از گروه اول کمتر است. از سوی دیگر بیشترین میانگین طول ساقه‌چه در این گروه مشاهده می‌شود.

گروه سوم دارای بالاترین میانگین خواب بذر می‌باشند، به عبارت دیگر خواب بذر در این گروه کامل (۱۰۰درصد) است. این گروه شامل پنج ژنوتیپ ۳، ۵، ۱۷، ۸ و ۱۸ می باشد، این ژنوتیپ‌ها دارای کمترین مقدار در شاخص تحمل به تنش می‌باشند (جدول ۷)، از این رو ژنوتیپ های گروه سوم حساس نسبت به خشکی می‌باشند. در مجموع می توان نتیجه گرفت که گروه اول در تجزیه خوشه‌ای شامل ژنوتیپ‌های متحمل، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های نیمه متحمل و گروه سوم ژنوتیپ‌های حساس نسبت به تنش خشکی می‌باشند.

به منظور بررسی تغییرات شاخص تحمل به تنش بر اساس صفات کمی مورد بررسی در این آزمایش و تعیین اهمیت این صفات در شرایط نرمال و تنش در تغییرات مربوط به شاخص تحمل تنش، رگرسیون چند متغیره گام به گام در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی بطور جداگانه انجام شد. در تشکیل معادله ای که در آن شاخص تحمل تنش (STI) به عنوان متغیر وابسته و کلیه صفات مورد ارزیابی در شرایط نرمال، به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند، تنها صفتی که در مدل وارد شد، صفت طول کلئوپتیل می‌باشد. براساس تجزیه همبستگی صفات و تجزیه به مؤلفه‌ها نیز این صفت ارتباط نزدیکی را با شاخص تحمل تنش نشان داده است. در شرایط تنش خشکی نیز تنها صفتی که وارد مدل شد، همین صفت بود. نتایج این تجزیه با جداول همبستگی صفات و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مطابقت دارد. بررسی نتایج مربوط به رگرسیون گام به گام، اهمیت بالای طول کلئوپتیل را در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهد.

جدول ۷- میانگین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های (*Hordeum spontaneum*) برای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش خشکی

		گروه		
		۱	۲	۳
طول کلئوپتیل	CLL	۵۹	۶۲	۰
طول ریشه‌چه	RL	۱۱۰/۵	۹۲/۵	۰
طول ساقه‌چه	SHL	۱۰۶/۷۵	۱۱۵/۲۵	۰
شاخص جوانه‌زنی	GRI	۶/۲۲	۱/۷۵	۰
درصد جوانه‌زنی	GER	۱۶	۴/۵	۰
درصد خواب بذر	DOR	۲۰	۷۷/۵	۱۰۰
میانگین زمان جوانه‌زنی	MGT	۲/۸۶	۲/۷۳	۰
قدرت جوانه‌زنی	GEN	۴۰۰	۱۱۲/۵	۰
ارزش جوانه‌زنی	GVA	۸۲/۳۴	۷/۸۹	۰
شاخص تحمل تنش	STI	۰/۸۱۰	۰/۶۲۵	۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۸- تجزیه رگرسیون گام به گام بین شاخص تحمل به تنش و صفات کمی مورد ارزیابی در شرایط نرمال و تنش رطوبتی

محیط		معادله رگرسیون	R Square (Adjusted)
نرمال	گام اول	STI = −۰/۰۹۶+ ۰/۰۱۲ (CLL)	۰/۲۳۶
تنش خشکی	گام اول	STI = −۰/۲۱- ۰/۱۱ (CLL)	۰/۵۲۳

CLL: طول کلئوپتیل

STI: شاخص تحمل تنش

بحث

توانایی بذر در به تأخیر انداختن جوانه‌زنی تا حصول شرایط و مکان مناسب، مکانیسم مهم بقاء در گیاهان است. تحقیقات نشان داده است که در بسیاری از گونه‌ها علاوه بر عوامل محیطی، گیاه مادری نیز بر جوانه‌زنی بذر حاصل تأثیر دارد. توانایی جوانه‌زنی ممکن است در طول دوره نمو بذر و یا زمان رسیدگی آن در حالی که هنوز روی پایه مادری قرار دارد، تحت تأثیر قرار گیرد. زمان بحرانی که در آن طول روز بر جوانه‌زنی بذر تأثیر دارد یک یا دو هفته قبل از رسیدگی بذر می‌باشد (۸).

بر اساس نتایج این تحقیق تنش خشکی در گیاه مادری باعث کاهش معنی‌دار صفات شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی در بذور تولیدی این گیاهان شد. از سوی دیگر اثر تنش خشکی بر روی صفات طول کلئوپتیل، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و میانگین زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نشد و به نظر می‌رسد این صفات کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند. اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ در صفت میانگین زمان جوانه زنی در سطح احتمال ۵ درصد و در صفات درصد جوانه‌زنی، خواب بذر و قدرت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود. این امر نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در این صفات واکنش متفاوتی نسبت به تنش خشکی نشان دادند، بنابراین علاوه بر عوامل محیطی این صفات از عوامل ژنتیکی نیز متأثر می‌شوند. بررسی اثر تنش خشکی بر خواب بذر در ژنوتیپ‌های مختلف جو وحشی نشان داد که تنش خشکی در اغلب ژنوتیپ ها باعث افزایش درصد خواب بذر شده است.

بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل به تنش (STI) در دو شرایط رطوبتی نرمال و تنش خشکی نشان داد در شرایط رطوبتی نرمال، شاخص تحمل به تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت طول ریشه-چه، طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل دارد و از آنجا که بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) این صفات تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفتند، لذا ویژگی‌های مهمی برای شناسایی ژنوتیپ های متحمل به خشکی حتی در شرایط رطوبتی نرمال می باشند. در شرایط تنش خشکی، همبستگی میان شاخص تحمل تنش و طول کلئوپتیل بیشتر شد. از سوی دیگر صفات قدرت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی همبستگی معنی‌داری با شاخص تحمل همبستگی نشان دادند که در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات، ارزش جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافتند. لذا به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های دارای تحمل بالاتر در شرایط تنش خشکی، بذوری با قدرت و ارزش جوانه زنی بالاتری تولید می‌کنند و بعکس.

تجزیه به مؤلفه های اصلی بر اساس صفات مورد ارزیابی در هر دو شرایط رطوبتی به طور جداگانه انجام شد و در شرایط نرمال شاخص تحمل به تنش و صفت طول کلئوپتیل ارتباط نزدیک و همسویی را نشان دادند. تجزیه به مؤلفه ها در شرایط تنش خشکی نیز نشان داد که در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

تنش خشکی همانند شرایط رطوبتی نرمال، صفت طول کلئوپتیل به همراه شاخص تحمل تنش (STI)، بردارهایی منطبق بر یکدیگر دارند. این امر نشان می دهد که این صفت در شرایط رطوبتی نرمال و تنش ارتباط نزدیکی با تحمل به تنش خشکی دارد، این نتیجه با نتایج تحقیقات قبلی بر روی گیاه گندم و برنج مطابقت دارد (۲۰; ۱۱).

بررسی نتایج مربوط به رگرسیون گام به گام نیز اهمیت بالای طول کلئوپتیل را در شرایط تنش خشکی نشان می-دهد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش خشکی در مجموع نشان داد که گروه اول در تجزیه خوشه‌ای شامل ژنوتیپ‌های متحمل، گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های نیمه متحمل و گروه سوم ژنوتیپ‌های حساس نسبت به تنش خشکی می‌باشند. بررسی میانگین صفات در هر گروه نشان داد، ژنوتیپ‌هایی که طول کلئوپتیل بیشتری دارند، تحمل بالاتری در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهند. تحقیقات مشابهی بر روی تحمل به خشکی در واریته های گندم و برنج (۲۰; ۱۱) نیز نشان داد که واریته هایی که طول کلئوپتیل بیشتری دارند، تحمل بالاتری نسبت به تنش خشکی نشان می‌دهند. کلئوپتیل بلند به جوانه‌زنی از عمق بیشتر خاک کمک می کند و این امر، جذب آب از لایه های عمیق‌تر خاک را برای گیاهچه ها مقدور می‌سازد.

نتایج این تحقیق نشان داد که نه تنها ویژگی ساختاری جو وحشی انعطاف پذیر و حساس نسبت به عوامل محیطی می‌باشد، بلکه مکانیزم های تنظیم کننده محصول زایشی نیز حساس به عوامل محیطی است. همانند تحقیقات قبلی (۱۰: ۱۷)، این آزمایش نشان داد که ماتریس همبستگی ساختار فنوتیپی نسبت به شرایط محیطی حساس است و این تنها صفات نیستند که تحت تأثیر انتخاب ویژه منطقه-ای تکامل یافته اند، بلکه با تکامل ترکیبی از صفات مرتبط به هم، اساس سازگاری منطقه‌ای را ایجاد نموده‌اند.

شایستگی در گیاهان یکساله، شامل بازده زایشی و کیفیت بذر تولید شده، می‌باشد (۹). این دو جزء شایستگی دارای ارتباط پیچیده‌ای می‌باشند و علت آن ممکن است تقابل مستقیم و غیرمستقیم این دو عامل تحت تأثیر محیط در طول دوره نمو باشد (۲۱)، و حتی ممکن است تحت تأثیر صفاتی که مستقیم بر شایستگی اثر ندارند ولی تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشند (نظیر آغاز گلدهی، اندازه گیاه و کوشش زایشی) قرار گیرند (۱۵). این تحقیق نشان داد ژنوتیپ‌های دارای تحمل بالاتر نسبت به شرایط تنش خشکی، بذوری با قدرت و ارزش جوانه‌زنی بالاتری تولید می‌کنند و این امر نشانگر شایستگی بالاتر این ژنوتیپ ها در شرایط غیر قابل پیش‌بینی و پرتنش محیطی بوده و ضامن بقاء آنها در اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی می‌باشد.

منابع

1. Baskin, C. C., Baskin, J. M. 1998. Ecology of seed dormancy and germination in grasses In: Population Biology of grasses. Edited by: Cheplik, G.P. Pp 30-83. Cambridge University Press. Pp 390.
2. Baskin, C. C., Baskin, J. M. 1998. Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic, San Diego. Pp 666.
3. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. pp. 257-270. In: Kuo, C. G. (ed.) Adaptation of food to temperature and water stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
4. Gao, W. Clancy, J. A., Han, F., Prada, D., Kleinhofs, A., Ullrich, S.E. 2003. Molecular dissection of a dormancy QTL region near the chromosome 7 (5H) L telomere in barley. Theoretical and Applied Genetics 107:552–559.
5. Genetic resources unit. Annual report for 1991. ICARDA.
6. Gozlan, S. Gutterman. Y. 1999. Dry storage temperatures, duration and salt concentrations effect germination of local and edaphic ecotypes of *Hordeum spontaneum* (Poaceae) from Isreal. Biological Journal of the Linnean Society. 67: 163-180

www.SID.ir

Archive of SID

7. Gutterman, Y. 1993. Seed germination in desert plants, adaptations of desert organisms. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
8. Gutterman, Y. 2002. Survival strategies of annual desert plants. Springer, Chapter 8. Pp 384.
9. Harper, J.L., Lovell, P. Moore, K. 1970. The shapes and sizes of seeds. Annual Review of Ecology and Systematics 1, 327–356.
10. Hebert, D., Faure, S. Olivieri, I. 1994. Genetic, phenotypic, and environmental correlations in black medic, *Medicago lupulina* L., grown in three different environments. Theor. Appl. Genet. 88: 604–613.
11. Hu, S., Yang, H., Zou, G., Liu, H., Liu, G., Mei, H., , R., Li, M., Luo, L. 2007. Relationship between coleoptile length and drought resistance and their QTL mapping in rice. Rice Science. 14(1): 13–20.
12. IPGRI. 1994. Descriptor for barley (*Hordeum vulgare* L.). International plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
13. Khan, A.A. 1971. Cytokinin: Permissive role in seed germination. Science. 171: 853–859
14. Panwar, P. Bhardwaj, S. D., 2005. Handbook of Practical Forestry. AGROBIOS (INDIA), 191 p.
15. Reekie, E.G. Bazzaz, F.A. 1992. Cost of reproduction in genotypes of two congeneric plant species with contrasting life histories. Oecologia 90, 21–26.
16. Samarah, N.H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of Barley. Agronomy for Sustainable Development, Vol, 25, pp: 145-149.
17. Schlichting, C.D. Pigliucci, M. 1995. Lost in phenotypic space: environment dependent morphology in *Phlox drummondii* (Polemoniaceae). International Journal of Plant Science 156: 542–546.
18. Snape, J. W., Sarma, R., Quarrie, S. A., Fish, L., Galiba, G., Sutka, J. 2001. Mapping genes for flowering time and frost tolerance in cereals using precise genetic stocks. Euphytica 120:309–315.
19. Van Gastel, A. J. G. Pagnotta, M.A. Porceddu, E. 1996. Seed science and technology. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Syria, pp.310
20. Wang W., Zou Qi, Yang X., Ll Y., Peng T. 1997. Studies on heredity of coleoptile and relativity between coleoptile length and drought tolerance under water stress in wheat. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 17(4):493-498.
21. Wolfe, L. M. 1995. The genetics and ecology of seed size variation in a biennial plant, *Hydrophyllum appendiculatum* (Hydrophyllaceae). Oecologia 101: 343–352.
22. Yan, J., Chen, G., Cheng, J., Nevo, E., Gutterman,Y. 2008. Phenotypic variation in caryopsis dormancy and seedling salt tolerance in wild barley, *Hordeum spontanem*, from different habitats in Isreal. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 995-1005.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Drought stress on seed dormancy in *Hordeum spontaneum*

Shahmoradi Sh.[1], Chaichi M.R.[2], Mozafari J.[1], Mazaheri D.[2] and Sharif Zadeh F.[2]

[1] **Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, I.R. of Iran**

[2] **University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. of Iran**

Abstract

Seed dormancy is a defensive system against unfavorable environmental conditions. This research was designed to evaluate the drought stress effects on seed germination and dormancy of *Hordeum spontaneum* genotypes. Therefore, 19 genotypes of the species and the Nosrat (cultivated barley) cultivar were evaluated under normal water condition and drought stress in a green house study. Complete randomized block design with three replications were used in this study and two stress levels including 95-100%FC and 25-30% FC, were imposed to the plants. Based on results, drought stress had significant effects on germination index, germination percentage, seed dormancy, germination value and germination energy. Drought stress increased the seed dormancy in most of *Hordeum spontaneum* genotypes. Principle components analysis of the traits in both water conditions showed that, stress tolerance index and length of coleoptiles are positively related, which indicates that genotypes with longer coleoptiles are more tolerant to drought stress conditions, and it seems that, this trait has evolved to increase the adaptation to drier climates.

Key words: Germination, genotypes, stress tolerance index

www.SID.ir