مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۷۲۲-۷۱۵)

اثر مدیریت تولید بر روند شکست سختی بذر در یونجه یکساله (*Medicago scutellata* cv. Robinson)

قباد شعبانی[۱]، کیوان شمس[۲]، محمدرضا چایی‌چی[۳]*، قباد سلیمی[۴]، سیروس اختیاری[۵]، محمدرضا اردکانی[۶]، کاظم خاوازی[۷]، حمیدرضا عشقی زاده[۸] و یورگن فریدل[۹]
۱، ۶، دانشجوی دکتری و دانشیار دانشگاه آزاد واحد کرج، ۲، ۴، ۵، استادیاران دانشگاه آزاد واحد کرمانشاه
۳، دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۷، استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب
۸، دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، ۹، استاد دانشگاه وین، اتریش
(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۳ - تاریخ تصویب: ۹۰/۶/۲۳)

چکیده

در نظام‌های تناوبی غلات-لگوم‌های یکساله سختی بذر به عنوان شرط لازم جهت حفظ ذخیره بذر خاک محسوب می‌شود که تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد. این پژوهش به منظور بررسی شرایط اقلیمی، روش کشت و نظام کوددهی بر روند شکسته شدن دانه سختی در یونجه یکساله (*Medicago scutellata* cv. Robinson) به اجرا در آمد. طرح به صورت کشت دیم و آبی در دو مکان در معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود و ایستگاه تحقیقات حاصلخیزی خاک ماهیدشت در استان کرمانشاه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. پس از پایان دوره رشد فیزیولوژیک یونجه یکساله در تیر ماه، آزمون جوانه‌زنی بذر در فواصل هر ۳۰ روز یکبار و در طول یک دوره هشت ماهه درآزمایشگاه انجام شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان درصد شکست سختی بذر از یک روند افزایشی پیروی نمود. سرعت شکست سختی بذر طی ماه‌های شهریور (ماه دوم) تا آبان ماه بیشتر بود. شکست سختی بذرهای تولیدی تحت تأثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی قرار گرفت به طوری که در شرایط کشت دیم تیمار شاهد (بدون کود) و در شرایط آبی تیمارهای کودی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+قارچ میکوریزا و تیمار کودی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر بیشترین درصد سختی بذر مشاهد شد.

واژه‌های کلیدی: **باکتری حل‌کننده فسفات، میکوریزا، باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، سختی بذر، یونجه یکساله**

مقدمه

یکی از مشکلات عمده در امر تولید یونجه‌های یکساله جوانه‌زنی نایکنواخت و آهسته بذرها به علت داشتن پوسته سخت است. این لایه سخت از نفوذ آب به داخل بذر و جوانه‌زنی آنها جلوگیری می‌کند (Sarfrazi et al., 2002; Azizi, 2003). از سویی موضوع سختی بذر یک سازوکار حمایتی بسیار مهم و مفید در استقرار سیستم تناوب غلات و لگوم‌های یکساله به شمار می‌رود (Quinlivan, 1971). سختی بذر در یونجه‌های یکساله نقش مهمی در حفظ قدرت زنده ماندن بذر برای دوره‌های طولانی دارد و این شرایط باعث بقاء یونجه‌های یکساله تحت شرایط خشک می‌شود. از سوی دیگر

* نویسنده مسئول: محمدرضا چایی‌چی تلفن: ۰۹۱۲-۳۲۷۲۸۸۷ E-mail: rchaichi@ut.ac.ir

سختی بذر در یونجه‌های یکساله شرط لازم را برای حفظ ذخیره بذر خاک در سیستم تناوبی غله- لگوم فراهم می‌نماید (Azizi, 2003).

تعدادی از گونه‌های یونجه یکساله در زمان تشکیل بذر دارای بیش از ۹۰ درصد سختی بذر هستند (Hidari_sharifabad & Tourknejad, 2000). علت اصلی سختی بذر در یونجه‌های یکساله وجود ماده سوبرین در اطراف پوسته لوبیایی شکل بذر است (Bahrani, 1991). در تحقیقی بر روی چهار گونه یونجه یکساله نشان داده شد که کمتر از ۵ درصد از بذرها در طول تابستان قادر به جوانه‌زنی بودند و به تدریج و با شروع بارندگی‌های پاییزی از سختی بذر آنها کاسته شد (Brahim & Smith, 1993). گذشت زمان و مواجه بذر یونجه با نوسانات دمای شبانه روزی و فصلی از عوامل مهم کاهش درصد سختی بذر در این گیاه است. در یک آزمایش سه ساله در زمینه شکست سختی بذر ارقام یونجه یکساله نشان داده شد که ۵۰ درصد بذرهای گونه *Medicago polymorpha* در فروردین ماه سختی بذر خود را از دست دادند، اما در مورد گونه *Medicago truncatuala* درصد کمی از سختی بذر آنها شکسته شد (Taylor, 1996). در آزمایشی در زمینه مطالعه روند شکست سختی بذرهای یونجه یکساله گونه *Medicago polymorpha* در شرایط مزرعه، آزمایشگاه و اطاقک رشد مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج نشان داد که در شرایط مزرعه سختی بذر تا حدود ۶۹/۶ درصد شکسته می‌شود (Taylor & Ewing 1988). در پژوهش دیگری توسط Lioyd et al. (1998) نیز نشان داده شد که ۹۰ درصد از بذرهای کل ارقام یونجه یکساله دارای سختی بذر بودند. در *Medicago orbicularis* بذرهای قرار گرفته در سطح خاک بعد از گذشت سه سال دارای ۲۶ درصد سختی بذر بود. در گونه *Medicago rugosa* بعد از گذشت دو سال سختی بذر به طور کامل از بین رفت. بیشترین شکست سختی بذر در گونه *Medicago scutellata* در دی ماه بود. همچنین Shabani et al. (2004) در پژوهشی در زمینه شکست سختی بذر در یونجه یکساله نشان دادند، طول دوره‌ای که غلاف‌ها در معرض درجه حرارت شبانه روزی و فصلی قرار می‌گیرند و همچنین موقعیت مکانی آنها به لحاظ فیزیکی نیز بر سرعت شکست دانه سختی بذر اثر دارد. آنان همچنین گزارش کردند که گذشت زمان باعث افزایش شکست سختی بذر یونجه یکساله می‌شود و دامنه پایین دمای محیط در شکست سختی بذر یونجه یکساله مؤثرتر از دامنه بالای آن است. شرایط مناسب اقلیمی در زمان تشکیل و تکوین بذر بر روی پایه مادری و همچنین افزایش حاصلخیزی خاک موجب افزایش درصد سختی بذر در گونه‌های مختلف یونجه یکساله می‌شود. در پژوهشی در خصوص اثر تیمار کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم بر دانه سختی بذر یونجه یکساله، نشان داده شد که تیمار ۱۲۵کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۹۷/۵ درصد بیشترین درصد سختی بذر و تیمار بدون کود و بدون تلقیح با باکتری ریزوبیوم با ۹۳/۴ درصد کمترین درصد دانه سختی را داشتند (Agha Ahmadi & Chaichi, 2007).

هر چند تاکنون مطالعات زیادی پیرامون اثر شرایط محیطی بر روند شکسته شدن دانه سختی در یونجه‌های یکساله انجام شده است ولی اثر نظام تولید (کشت آبی و دیم) و نوع کود تاکنون مورد ارزیابی قرار نگرفته است. این موضوع جهت استقرار نظام کشت غله - مرتع در شرایط کشت آبی و دیم در غرب ایران از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین این پژوهش با هدف تعیین اثر روش کشت (آبی و دیم) و نوع کود بر روند شکست سختی بذر در یونجه یکساله *M. scutellata* cv. Robinson پس از پایان رشد فیزیولوژیک، در سیستم تناوبی غله- یونجه یکساله به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در دو مکان در استان کرمانشاه، ایستگاه مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم در سرارود با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ارتفاع ۱۳۵۱ متر از سطح دریا و ایستگاه تحقیقات حاصلخیزی خاک ماهیدشت با طول جغرافیایی ۵۰´ ۴۶° شرقی، عرض ۱۶´ ۲۴° شمالی و ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. برخی از ویژگی‌های هواشناسی این دو مکان در جدول ۱ ارائه شده است. شایان ذکر است که یونجه یکساله در هر دو مکان به صورت آبی و دیم به طور

جداگانه کشت شد. در هر یک از نظام‌های کشت (آبی و دیم)، تیمارهای حاصلخیزی در این پژوهش عبارت بودند از شاهد (بدون مصرف کود) (T۱)، مصرف کود شیمیایی اوره + کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (T۲)، مصرف کود شیمیایی اوره + باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T۳)، مصرف کود شیمیایی اوره + قارچ میکوریزا (T۴)، مصرف کود شیمیایی اوره + مخلوط قارچ میکوریزا و باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T۵)، مصرف باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (T۶)، مصرف باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T۷)، مصرف باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+قارچ میکوریزا (T۸)، مصرف باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+مخلوط قارچ میکوریزا و باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T۹) بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب، قبل از کاشت در نیمه اول اسفندماه صورت گرفت. پس از درآوردن شیارها، نقشه آزمایش بر روی زمین پیاده شد. کاشت بذرهای یونجه یکساله گونه رابینسون (*M. scutellata* cv. Robinson) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کشت بهاره در هر دو مکان به صورت آبی و دیم در نیمه دوم اسفند ماه با دست انجام گرفت. هر واحد آزمایشی از ۶ ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ متر تشکیل شد. بین هر دو تیمار، دو ردیف به صورت نکاشت و بین دو تکرار نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. کود شیمیایی اوره بر مبنای ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و سوپر فسفات تریپل بر مبنای ۱۸۵ کیلوگرم در هکتار مطابق آزمون خاک در هر مکان داده شد. قبل از کاشت بذر، نصف کود اوره و تمام کود فسفر (در تیمارهای حاوی کود شیمیایی نیتروژن و فسفر) به صورت نواری در خاک اعمال گردید. علاوه بر این، باقیمانده کود شیمیایی نیتروژن در مرحله چهار برگی به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت.

باکتری حل‌کننده فسفات (*Bacillus coagulans*)، باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن (*Sinorhizobium meliloti*) و قارچ مایکوریزا (*Glomus intraradices*) ابتدا در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب فرموله شد. پس از محاسبه میزان بذر برای هر تیمار، بذرها درون یک کیسه پلی‌اتیلنی حاوی مایه تلقیح به نسبت ۳۰ میلی‌گرم از هر مایه تلقیح برای ۱۰۰ گرم بذر به همراه محلول صمغ عربی ۴ درصد ریخته شد. آنگاه کیسه حاوی بذر صمغ عربی و مایه تلقیح برای مدت ۴۵ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت به باکتری آلوده شود. پس از اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن شد تا بذرها خشک شوند. سپس به سرعت نسبت به کاشت بذرها اقدام شد. کاشت بذرها بر روی خطوط کاشت در عمق یک سانتی‌متر انجام شد. برای آبیاری مزرعه در آزمایش‌های کشت آبی در هر دو محل اجرای آزمایش با استفاده از سیستم آبیاری بارانی در ۴ مرحله (بلافاصله بعد از کاشت، مرحله ۴ برگی، مرحله آغاز گلدهی و مرحله ظهور غلاف یونجه یکساله) اقدام به آبیاری شد. پس از پایان دوره رشد فیزیولوژیک غلاف‌ها در تیر ماه، جهت ارزیابی میزان سختی بذرهای تولیدی، آزمون جوانه‌زنی بر روی نمونه‌های بذر جمع آوری شده از مزرعه در ماه‌های مرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند سال ۱۳۸۸ در محیط آزمایشگاه انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد سختی بذرها، ۲۵ عدد بذر سالم از هر تیمار در سه تکرار انتخاب و در داخل پتری دیش بر روی حوله کاغذی و در داخل اطاقک رشد با دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. بعد از ۱۰ روز تعداد بذرهای جوانه زده شمارش و بذرهایی که هیچ گونه آبی جذب نکرده و همچنان سفت و سخت باقی ماندند بعنوان بذرهای سخت محسوب شدند و به این وسیله درصد سختی بذر محاسبه شد (Azizi, 2003).

داده‌های کشت آبی و دیم به طور مجزا با استفاده از نرم‌افزار SAS (روند GLM) به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در مکان (سرارود و ماهیدشت) و زمان (دوره نمونه‌گیری هشت ماهه) و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تجزیه و تحلیل شد (SAS Institute, 2009). همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های هواشناسی در دو محل اجرای آزمایش

ماه‌های سال	بارندگی (میلی‌متر)		میانگین دمای هوا (سانتی‌گراد)		میانگین حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد)		میانگین حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد)	
	سرارود	ماهیدشت	سرارود	ماهیدشت	سرارود	ماهیدشت	سرارود	ماهیدشت
اسفند ۱۳۸۷	۱۸/۳	۲۱/۲	۷/۳۰	۶/۴۰	۲۳/۶	۱۳/۵	-۵/۶۰	۰/۷۰
فروردین ۱۳۸۸	۳۶/۱	۷۱/۸	۹/۴۰	۸/۰۶	۱۹/۸	۱۴/۸	-۴/۸۰	۱/۲۲
اردیبهشت ۱۳۸۸	۱۵/۲	۱۲/۴	۱۶/۲	۱۴/۰	۳۲/۴	۲۲/۹	۰/۸۰	۵/۲۰
خرداد ۱۳۸۸	۰/۲۰۰	۰/۹۰	۲۲/۷	۱۹/۷	۳۵/۶	۳۰/۳	۶/۶۰	۹/۰۰
تیر ۱۳۸۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۶/۵	۲۴/۰	۳۸/۰	۳۵/۴	۱۳/۰	۱۲/۵
مرداد ۱۳۸۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۶/۳	۲۳/۱	۴۰/۶	۳۵/۳	۱۱/۴	۱۰/۷
شهریور ۱۳۸۸	۱۳/۲	۱۱/۰	۲۲/۹	۱۸/۷	۳۸/۰	۳۰/۹	۱۰/۰	۶/۵۰
مهر ۱۳۸۸	۲/۸۰	۵/۰۰	۱۷/۴	۱۳/۹	۲۶/۹	۲۵/۸	۷/۹۰	۲/۰۰
آبان ۱۳۸۸	۱۳۲	۱۳۵	۱۱/۷	۹/۰۰	۱۶/۹	۱۵/۸	۶/۶۰	۲/۶۰
آذر ۱۳۸۸	۳۴/۰	۳۶/۵	۵/۷۰	۳/۹۰	۱۰/۲	۹/۰۰	۱/۲۰	-۲/۲۰
دی ۱۳۸۸	۳۶/۳	۱۹/۰	۷/۳۰	۵/۶۰	۱۳/۳	۱۲/۰	۱/۳۰	-۰/۹۰
بهمن ۱۳۸۸	۷۳/۹	۶۲/۰	۵/۱۰	۳/۵۰	۱۰/۹	۹/۹۰	-۰/۸۰	-۲/۱۰
جمع	۳۶۲/۵	۳۷۵						
میانگین			۱۵/۵	۱۳/۰	۲۵/۶	۲۲/۰	۶/۵۰	۶/۲۰

نتایج و بحث

روند شکست سختی بذر در شرایط دیم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که تأثیر مکان بر شکست سختی بذر معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود. بیشترین میانگین ماهیانه شکست سختی بذر در شرایط دیم به میزان حدود ۱۱/۸ درصد در ایستگاه سرارود اتفاق افتاد (شکل۱). به نظر می‌رسد بذرهایی که در شرایط آب و هوایی ماهیدشت تولید شدند با توجه به شرایط تغییرات دمایی ملایم‌تر و بارندگی مناسب‌تر شرایط بهتر و مهیاتری جهت تولید داشته و سرعت شکست سختی بذر آنها کمتر از بذرهای رشد یافته در شرایط آب و هوایی سرارود می‌باشد. در واقع یونجه های رشد یافته در شرایط آب و هوایی ماهیدشت کمتر با شرایط تنش رطوبتی وتغییرات دمایی شدید مواجه شده‌اند. سرعت شکست دانه سختی بذرهایی که در شرایط تنش رشد یافته‌اند بیشتر از بذرهایی است که در شرایط عدم تنش رشد کرده‌اند (Shabnai et al., 2004). ضمناً Taylor (1996) بیان داشت که شرایط محیطی که گیاه در آن رشد می‌کند تأثیر بیشتری روی درصد دانه سختی و شکستن خواب بذر نسبت به شرایط محیطی که بذر بعد از رسیدن در آن قرار می‌گیرد دارد. بر این اساس هرچه شرایط محیطی در زمان تولید مناسب‌تر باشد، درصد دانه سختی افزایش می‌یابد.

اثر گذشت زمان بر درصد شکست سختی بذر نیز معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود (جدول۲) و با گذشت هشت‌ماه از زمان رسیدگی فیزیولوژیک بذرها، در هر دو ایستگاه به طور میانگین حدود ۱۲ درصد از سختی بذرها شکسته شد. شکست سختی بذرها به طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۱) تحت تأثیر همکنش گذشت زمان × مکان قرار گرفت (جدول۲). با گذشت زمان روند شکست سختی بذر در هر دو مکان افزایش یافت که از شهریور (ماه دوم) تا آبان ماه این تغییرات شدیدتر شد (شکل۲). به طور کلی در هر ماه درصد شکست دانه سختی در ایستگاه سرارود بیشتر از ایستگاه ماهیدشت بود. این پدیده را می‌توان به وقوع بارندگی‌های فصلی و دامنه وسیعتر تغییرات دمای محیط در در سرارود نسبت داد (جدول۱). نتایج مشابهی توسط Shabani et al. (2004) گزارش شده است. نتایج تحقیق Brahim & Smith (1993) نیز نشان داد که کمتر از ۵ درصد از بذرهای یونجه یکساله در طول تابستان قادر به جوانه‌زنی بوده و به تدریج و با شروع بارندگی‌های پاییزی از سختی بذر آنها کاسته می‌شود.

سختی بذر تولیدی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱)

تحت تأثیر سطوح مختلف نظام کودی قرار گرفت (جدول۲). در شرایط دیم بیشترین میانگین ماهیانه شکست سختی بذر در تیمار شاهد (T۱) مشاهده شد در حالی که کمترین میانگین ماهیانه شکست سختی بذر در شرایط کاربرد تیمار باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + قارچ میکوریزا (T۸) بدست آمد که با تیمار کاربرد باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (T۶) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف تغذیه‌ای که در زمان تشکیل و تکوین بذر روی پایه مادری اعمال شده‌اند می‌توانند تغییرات روند شکست سختی بذر را تحت تأثیر قرار دهند.

روند شکست سختی بذر در شرایط آبی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که تأثیر مکان بر شکست سختی بذر در شرایط آبی معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود. بیشترین شکست درصد سختی بذر ماهیانه در شرایط آبی به میزان حدود ۱۰/۲ درصد در ایستگاه سرارود بدست آمد (شکل۳).

نتایج نشان داد که اثر گذشت زمان بر درصد شکست سختی بذور در شرایط آبی معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود (جدول۲) و با گذشت هشت‌ماه از زمان رسیدگی فیزیولوژیک بذرها در هر دو ایستگاه،

جدول ۲- میانگین مربعات داده‌های مربوط به درصد شکست سختی بذر یونجه یکساله تحت تأثیر نظام‌های مختلف کودی خاک و گذشت زمان در دو ایستگاه سرارود و ماهیدشت

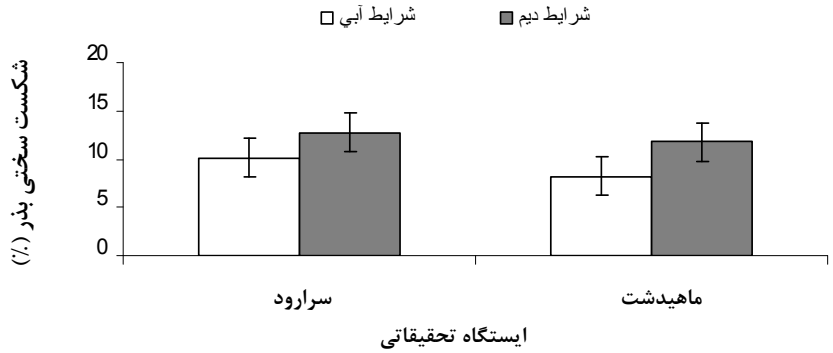
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		شکست سختی بذر در شرایط دیم (٪)	شکست سختی بذر در شرایط آبی (٪)
مکان	۱	۸۸/۹***	۳۹۶/۶***
خطا A	۴	۲۱/۵	۴۶/۵
زمان	۷	۱۲۵۳/۸***	۹۳۸/۲***
زمان× مکان	۷	۸/۷*	۵۱/۶*
نظام کودی	۸	۹/۱*	۱۱/۲*
نظام کودی × مکان	۸	۰/۴ns	۷/۵ns
نظام کودی × زمان	۵۶	۵/۷ns	۴/۴ns
نظام کودی × زمان× مکان	۵۶	۳/۹ns	۴/۴ns
خطا B	۴	۲۱/۵	۴۶/۵

*، ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۰/۱ درصد؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

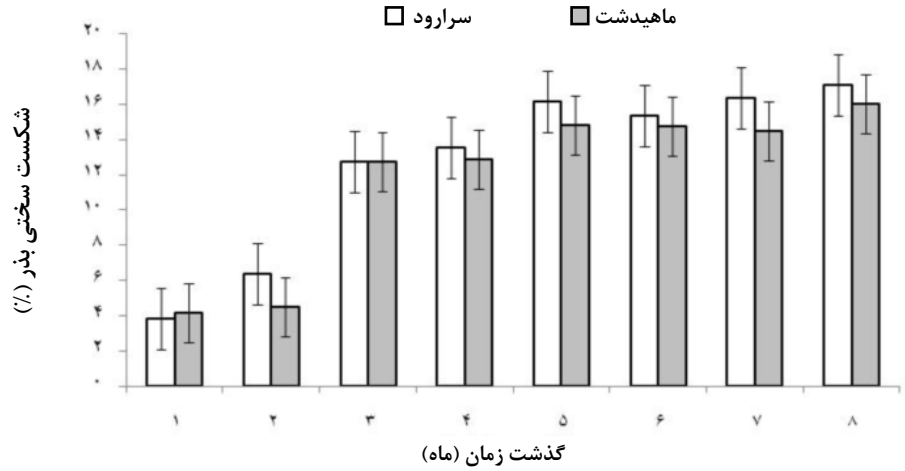
جدول۳- مقایسه میانگین میزان درصد شکست سختی بذر یونجه یکساله تحت تأثیر نظام‌های مختلف کودی در شرایط کشت آبی و دیم در یک دوره هشت ماهه

	نظام کودی	شکست سختی بذر در شرایط دیم (٪)	شکست سختی بذر در شرایط آبی (٪)
T_1	شاهد (بدون کود)	۱۲/۸۱a	۸/۴۱b
T_2	کود شیمیایی اوره + کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل	۱۲/۶۴ab	۹/۳۳ab
T_3	کود شیمیایی اوره + باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر	۱۲/۲۵abc	۹/۷۵a
T_4	کود شیمیایی اوره + قارچ میکوریزا	۱۱/۸۳abc	۹/۱۰ab
T_5	کود شیمیایی اوره + مخلوط قارچ میکوریزا و باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر	۱۱/۶۲c	۹/۳۵ab
T_6	باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل	۱۲/۲۲abc	۹/۰۸ab
T_7	باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر	۱۲/۷۷ab	۹/۷۰a
T_8	باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + قارچ میکوریزا	۱۲/۲۹abc	۹/۶۸a
T_9	باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن+ مخلوط قارچ میکوریزا و باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر	۱۱/۷۹bc	۸/۵۶b

در هر ستون برای هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- اثر مکان و شرایط آبی و دیم بر میانگین ماهیانه درصد شکست سختی بذر یونجه یکساله گونه اسکوتلاتا

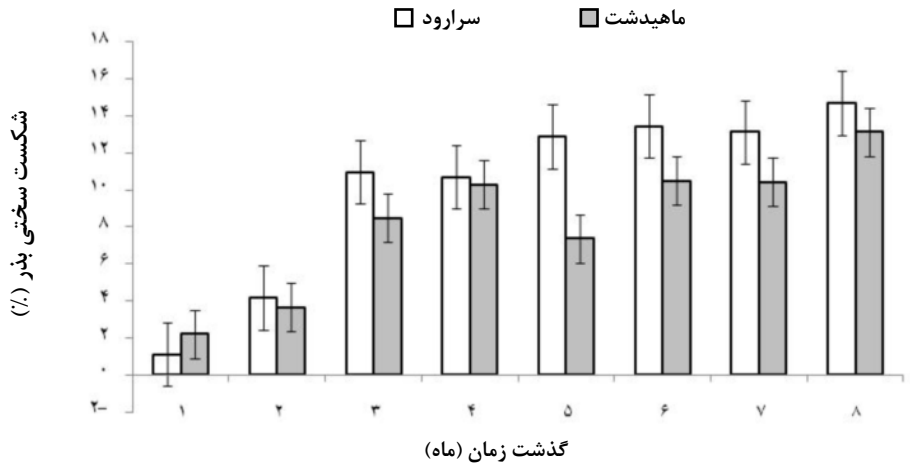


شکل ۲- برهمکنش اثر گذشت زمان و مکان بر روند شکست سختی بذر یونجه یکساله گونه اسکوتلاتا در شرایط دیم

ماهیانه حدود ۹/۸۳ درصد از سختی بذور کاسته شد. همچنین نتایج نشان داد که شکست قابل توجه سختی بذر از ماه سوم شروع شد به گونه‌ای که مقدار شکست سختی بذرهای تولیدی در هر دو شرایط آبی و دیم نسبت به ماه دوم به ترتیب حدود ۱۲/۶ و ۱۴/۵ درصد افزایش یافت (شکل‌های ۲ و ۴).

شکست سختی بذرها به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۰۰۱$) تحت تأثیر بر همکنش گذشت زمان × مکان قرار گرفت (جدول۲). همانگونه که پیش از این نیز اشاره شد، شرایط مناسب رطوبتی در ایستگاه ماهیدشت (جدول۱) منجر به ایجاد شرایط مساعدتر تولید بذر در هر دو شرایط آبی و دیم شد و بنابراین درصد سختی بذور در پایان دوره رشد فیزولوژیک آنها در این ایستگاه بیشتر بود. اما با توجه به دامنه وسیع تر تغییرات درجه حرارت روز و شب و ماهیانه در سرارود و پائین بودن رطوبت نسبی هوا در این منطقه نسبت به ماهیدشت، در تمام ماههای اجرای پروژه (تیر تا اسفندماه)، میانگین درصد شکست دانه سختی در این ایستگاه بیشتر از ماهیدشت بود (شکل ۳).

شکست سختی بذرهای تولیدی تحت تأثیر سطوح مختلف نظام کودی خاک قرار گرفت (جدول ۲). میانگین ماهیانه جوانه‌زنی بذرهای تولیدی در نظام‌های مختلف کودی حدود ۱۱/۱ درصد بود. کمترین میانگین ماهیانه درصد شکست دانه سختی در شرایط کشت آبی در تیمار کودی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن + مخلوط قارچ میکوریزا و باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T_9) مشاهده شد که با شاهد بدون کود تفاوت معنی‌داری نداشت. این در حالی است که در همین شرایط کشت تیمارهای کود شیمیایی اوره + باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T_3) و باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن +



شکل ۳- برهمکنش اثر گذشت زمان و مکان بر روند شکست سختی بذر یونجه یکساله گونه اسکوتلاتا در شرایط آبی

باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر (T_7) بیشترین درصد ماهیانه شکست سختی بذر را داشتند (جدول ۳). همانگونه که قبلا اشاره شد شرایط مناسب اقلیمی در زمان تشکیل و تکوین بذر بر روی پایه مادری و همچنین افزایش حاصلخیزی خاک موجب افزایش درصد سختی بذر در گونه‌های مختلف یونجه یکساله می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک تلفیقی نقش مهمی در تولید بذر بیشتر و افزایش در صد دانه سختی در شرایط کشت دیم ایفا نمودند (Agha Ahmadi & Chaichi, 2007).

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش مبین این مطلب است که در هر دو شرایط دیم و آبی با گذشت هشت ماه از زمان رسیدگی فیزیولوژیک بذرها، در هر دو ایستگاه به ترتیب ماهیانه حدود ۱۲ درصد در سرارود و ۱۰ درصد در ماهیدشت از درصد سختی بذر شکسته کاسته شد. همچنین میانگین ماهیانه شکست سختی بذر در شرایط آب هوایی سرارود همواره بیشتر از شرایط آب و هوایی ماهیدشت است (شکل ۱). همچنین Joorabi et al. (2009) گزارش کردند که بذرهایی که در شرایط آبی و عدم کمبود عناصر غذایی تولید می‌گردند، زمان بیشتری برای فتوسنتز و ماده‌سازی داشته و میزان سختی بذر در آنها افزایش می‌یابد. در واقع ارتباط مستقیمی بین طول دوره رشد دانه و سختی بذر وجود دارد. بنابراین روند شکست سختی بذر در شرایط آبی با شرایط دیم یکسان نبوده و تحت تأثیر شرایط تولید بذر قرار می‌گیرد به طوری که در شرایط مساوی، درصد شکست دانه سختی در بذرهای حاصل از کشت آبی کندتر از بذور تولید شده در شرایط دیم است. نظر به اینکه تولید بذر یونجه یکساله و دوام ذخیره بذر آن در خاک در تداوم نظام کشت غله-مرتع از اهمیت خاصی بر خوردار است، بنابراین شایسته است مطالعه اثر سایر عوامل اگروتکنیکی در مرحله تولید بذر آنها بر روند شکست سختی بذر یونجه یکساله در دستور کار محققان زراعت قرار گیرد.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، به خاطر تأمین هزینه این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Agha Ahmadi, A. H. & Chaichi, M. R. (2007). Nitrogen fertilizing systems and harvest frequency effects on percent hardseedness and hardseed breakdown trend in Annual medic (*Medicago scutellata* cv.Robinson). *World Journal of Agricultural Sciences*, 3 (5), 597-601.
2. Azizi, KH. (2003). *Influence of agro technical factor on seed bank in soil, establishment and natural self-regeneration of annual medics and reserve of soil moisture*. Ph. D. thesis. Tarbiat Modaress University, Iran.125page. (In Farsi)

3. Bahrani, J. (1991). Adaptation of ley farming systems in dry lands-A review. *Iran J Sci Agric*, 14, 1-17. (In Farsi)
4. Brahim, K. & Smith, S. (1993). Annual medic establishment, potential and persistence in southern Arizona. *J Range Management*, 42, 21-25.
5. Hidari-sharifabad, H. & Tourknejad, A. (2000). *Annual medics*. Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR). (In Farsi)
6. Joorabi, S., Chaichi, M. R., Shabani, GH. & Kahrizi, D. (2009).The effects of seed production and storage conditions on hard seed breakdown trend in annual medic (*Medicago scutellata* var Robinson). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 84, 2-5. (In Farsi)
7. Lioyd, D. L., Taylor, G. B., Johansson, B. & Teasdale, K. C. (1998). Patterns of seed softening and seedling emergence of nineteen annual medics during three years after a single seed crop in southern Queensland. *Aust J Exp Agr*, 37(7), 767-778.
8. SAS Institute. (2009). *JMP Statistical Discovery*, ver. 8.0.1. Sas Inst., Cary, NC.
9. Sarfrazi, S., Zareh, J., Modares-Sanavi, A. & Jalilian, J. (2002). Effects of KNO3 Treatment on seed germination in annual medics. In: Proceedings of the *7th Iranian Crop Science Congress*. 735p. (In Farsi)
10. Shabani, Gh., Chaichi, M. R., Tourknejad, A., Hidari-sharifabad, H. & Eshghizadeh, H. (2004). Effects of time and environment condition on the percentage of hard-seed breakdown in annual medic (*Medicago scutellata* cv. Robinson). *J Pajouhesh & Sazandegi*, 63, 91-95. (In Farsi)
11. Quinlivan, B. J. (1971). Seed coat impermeability in legumes. *J Res*, 44, 317-31.
12. Taylor, G. B. & Ewing, M. A. (1988). Effect of depth of burial on the longevity of hard seeds of subterranean clover and annual medics. *Aus J EXP Agr*, 28(1), 77-81.
13. Taylor, G. B. (1996). Effect of the environment in which seeds are grown and softened on the incidence of autumn seed softening in two species of annual medics. *Aus Journal of Agri Res*, 47(1), 141-159.