



علوم و تحقیقات بذر ایران

سال ششم / شماره چهارم / ۱۳۹۸ (۵۱۲ - ۵۰۱)

DOI: 10.22124/jms.2020.3928

## مقایسه آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر برای پیش‌بینی سبزشدن گیاهچه عدس در مزرعه

مختار قبادی<sup>۱\*</sup>، ثمین لطفی<sup>۲</sup>، سعید جلالی هنرمند<sup>۳</sup>، محمد اقبال قبادی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۳

### چکیده

آزمون‌های مختلفی برای تعیین قدرت بذر معرفی شده‌اند که در هر گونه گیاهی، یک یا برخی از آن‌ها مناسب هستند. این پژوهش برای مقایسه آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر در تعیین قدرت بذر عدس اجرا گردید. این تحقیق در دو بخش آزمایشگاه و مزرعه در دانشگاه رازی و در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. در مزرعه، هشت توده بذر عدس که از نظر رقم و سن متفاوت بودند کشت شدند. در آزمایشگاه نیز این هشت نمونه بذر در آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که نمونه‌های بذر از نظر صفت‌های درصد و سرعت سبزشدن، میانگین سبزشدن روزانه و متوسط زمان لازم برای سبزشدن دارای اختلاف معنی‌دار بودند. تحقیق آزمایشگاهی مشخص نمود که در آزمون‌های هدایت و هیلتنر، بین نمونه‌های بذر اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما از نظر آزمون آبنوشی، اختلافی بین نمونه‌ها مشاهده نشد. در تجزیه گروهی در آزمون‌های هدایت و هیلتنر، نمونه‌های بذر جدیدتر از قدرت بالاتری برخوردار بودند. بر اساس تجزیه همبستگی، آزمون‌های هدایت و آبنوشی با درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه همبستگی نداشتند اما صفت تعداد گیاهچه طبیعی در آزمون هیلتنر دارای همبستگی مثبت معنی‌دار با درصد سبزشدن ( $r=0.63$ ) و سرعت سبزشدن ( $r=0.498$ ) گیاهچه در مزرعه بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که برای پیش‌بینی سبزشدن گیاهچه در مزرعه، آزمون‌های هدایت و آبنوشی دارای قابلیت نامناسب و آزمون هیلتنر دارای قابلیت مناسب باشند.

**واژه‌های کلیدی:** جوانه‌زنی، درصد سبزشدن، سرعت سبزشدن، قدرت بذر

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

\*نویسنده مسئول: ghobadi.m@razi.ac.ir

## مقدمه

عدس (*Lens culinaris Medic.*) یکی از مهم‌ترین حبوبات است. محتوای پروتئین بالا در دانه آن (۲۸-۲۲ درصد)، این محصول را به‌عنوان یک منبع غذایی خوب برای مردم با درآمد کم تبدیل نموده است (Erskine et al., 2015). در ایران، عدس عمدتاً به‌صورت دیم و در تناوب با گندم و جو کشت می‌گردد (Hosseini et al., 2011). سطح زیر کشت عدس در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ حدود ۱۴۲ هزار هکتار گزارش شده که بیش‌تر از ۹۳ درصد از آن به‌صورت دیم بوده است (Anonymous, 2015).

بذر به‌عنوان اندام تکثیر گیاهان و مهم‌ترین نهاده تولید محصولات زراعی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. کیفیت بذر جنبه‌های مختلفی مثل قوه نامیه، سلامت بذر، خلوص بذر، خصوصیات ژنتیکی، قدرت بذر، قابلیت ماندگاری و ... را شامل می‌شود. به‌طور معمول، کیفیت فیزیولوژیک بذر به‌وسیله آزمون جوانه‌زنی استاندارد<sup>۱</sup> تعیین می‌شود. اما آزمون جوانه‌زنی استاندارد غالباً درصد جوانه‌زنی بذر را بیش‌تر از شرایط مزرعه برآورد می‌نماید (Bayat et al., 2016b). زیرا در آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تولید گیاهچه‌های طبیعی تحت شرایط مطلوب مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. اما در شرایط مزرعه، ظهور و استقرار گیاهچه در شرایط مختلف آب و هوایی رخ می‌دهد که غالباً نامطلوب می‌باشد. به‌همین خاطر، آزمون‌های قدرت بذر توسعه پیدا کرده‌اند تا بتوانند پیش‌بینی مناسبی از سبز شدن و استقرار گیاهچه برای کاشت در شرایط آب و هوایی مختلف ارائه دهند (Noli et al., 2008). انجمن بین‌المللی آزمون بذر<sup>۲</sup>، قدرت بذر<sup>۳</sup> را این‌طور تعریف کرده است: مجموعه خصوصیات از بذر که سطح بالقوه فعالیت و کارایی بذر را در طی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر تعیین می‌کند (ISTA, 2006). آزمون‌های مختلفی برای ارزیابی قدرت بذر ارائه شده است. برای نمونه می‌توان به آزمون سرما<sup>۴</sup>، آزمون پیری تسریع شده<sup>۵</sup>، آزمون فرسودگی کنترل شده<sup>۶</sup>، آزمون

هدایت الکتریکی<sup>۷</sup>، آزمون هیلتنر<sup>۸</sup> و آزمون آبنوشی<sup>۹</sup> اشاره نمود که برای هر گونه گیاهی، یکی یا برخی از این آزمون‌ها مناسب می‌باشد (Hampton and TeKrony, 1995). اولین آزمون قدرت بذر توصیه‌شده در قوانین بین‌المللی آزمون بذر ایستا، آزمون هدایت الکتریکی برای نخود فرنگی (*Pisum Sativum L.*) در سال ۲۰۰۱ بود. اخیراً ایستا، آزمون هدایت الکتریکی را برای نخود فرنگی، لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) و سویا (*Glycine max Merrill*)، آزمون پیری تسریع‌شده را برای سویا و آزمون فرسودگی کنترل‌شده را برای کلزا (*Brassica spp.*) توصیه نموده است (ISTA, 2014).

در آزمون هدایت الکتریکی به‌طور غیر مستقیم غلظت الکترولیت‌های آزادشده از بذر در طی فرایند جذب آب ارزیابی می‌شود (Dias et al., 1997). پایین بودن قدرت بذر با کاهش سلامت غشاء سلول‌ها ارتباط دارد. در طی فرایند جذب آب، مواد محلول سیتوپلاسمی بذرهایی که ساختمان غشای آن‌ها صدمه دیده است به محیط تراوش می‌کند. این محلول دارای خاصیت الکترولیتی است و قدرت انتقال الکتریسیته را دارد. میزان این انتقال را می‌توان با دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری نمود (Copeland and McDonald, 2001; Ghassemi-Golezani et al., 2013). کولاسینسکا و همکاران (Kolasinska et al., 2000) در بررسی رابطه بین آزمون‌های قدرت بذر و خروج از خاک در مزرعه لوبیا مشاهده کردند که آزمون هدایت الکتریکی می‌تواند برای برآورد پتانسیل خروج گیاهچه از خاک مورد استفاده قرار گیرد. وانگ و همکاران (Wang et al., 1996) ده توده بذر یونجه (*Medicago sativa L.*) را مطالعه کردند و گزارش نمودند که آزمون هدایت الکتریکی نسبت به آزمون جوانه‌زنی استاندارد، پیشگویی بهتری برای خروج گیاهچه از خاک دارد.

جذب آب توسط بذر قبل از جوانه‌زنی بذر، یک عمل لازم و حیاتی است. مقدار جذب آب توسط بذر به پوسته بذر، ترکیبات شیمیایی بذر، غشاهای سلولی بذر و مقدار آب قابل دسترس بستگی دارد. از مقدار جذب آب توسط بذر به‌عنوان یک آزمون قدرت بذر و با عنوان آزمون

<sup>1</sup> Standard germination test

<sup>2</sup> International Seed Testing Association (ISTA)

<sup>3</sup> Seed Vigor

<sup>4</sup> Cold test

<sup>5</sup> Accelerated aging test

<sup>6</sup> Controlled deterioration test

<sup>7</sup> Electrical conductivity test

<sup>8</sup> Hiltner test

<sup>9</sup> Imbibition test

آبنوشی استفاده می‌شود (ISTA, 2006). آزمون هیلتنر که به نام آزمون خرده آجر<sup>۱۰</sup> نیز معروف است در ابتدا برای تعیین آلودگی بذر به فوزاریوم در غلات معرفی شد. اما نتایج مطالعات بعدی نشان داد که این آزمون، ضعف بذر ناشی از عوامل غیر قارچی را نیز نشان می‌دهد. در آزمون هیلتنر، بذرها درون خرده آجر مرطوب کشت می‌گردند و سپس در محیط تاریک و دما و زمان معین قرار می‌گیرند تا جوانه بزنند. بذرهایی که در اثر حمله قارچ‌های بیماری‌زا، خسارت‌های مکانیکی یا زوال ناشی از انبارداری، خسارت دیده و ضعیف شده‌اند نمی‌توانند از خلال خرده آجر بیرون آیند. گیاهچه‌هایی که به‌طور طبیعی از خلال خرده‌های آجر خارج شوند قادر به مقاومت در برابر تنش فیزیکی خواهند بود. درصد گیاهچه‌های طبیعی در این آزمون، به‌عنوان شاخصی از قدرت بذر در نظر گرفته می‌شود (Copeland and McDonald, 2009).

همانطوری که در بالا اشاره گردید آزمون‌هایی برای تعیین قدرت بذر معرفی شده‌اند. مناسب بودن هر یک از این آزمون‌ها برای پیش‌بینی سبزشدن و استقرار گیاهچه در هر گونه گیاهی نیاز به بررسی دارد. ممکن است یک آزمون قدرت بذر برای یک گونه گیاهی مناسب، اما برای گونه دیگر نامناسب باشد. همچنین تحقیقی در ارتباط با مناسب بودن آزمون‌های هیلتنر، آبنوشی و هدایت الکتریکی برای پیش‌بینی وضعیت سبزشدن گیاهچه عدس در مزرعه در ایران گزارش نشده است. لذا در این تحقیق، چند توده بذر عدس در شرایط واقعی مزرعه و همچنین در آزمون‌های هیلتنر، آبنوشی و هدایت الکتریکی مورد مقایسه قرار گرفتند تا قابلیت این آزمون‌های آزمایشگاهی برای پیش‌بینی سبزشدن گیاهچه در مزرعه مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### آزمون مزرعه‌ای

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی انجام شد. در طول انجام آزمایش، متوسط دما ۱۲/۳ درجه سلسیوس و میزان بارندگی ۷۱/۵ میلی‌متر

بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. تیمارهای آزمایش، هشت نمونه بذر عدس شامل رقم کیمیا تولید سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳، رقم کرمانشاه تولید سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳، رقم بیله‌سوار تولید سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ و رقم کرمانشاه تولید سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ بودند. شایان ذکر است که ماندگاری قوه نامیه بذر عدس بستگی به شرایط نگهداری به‌خصوص دما و رطوبت دارد. ردن و همکاران (Redden *et al.*, 2007) گزارش نمودند که نگهداری بذر عدس در دمای ۲ درجه سلسیوس ممکن است قوه نامیه را برای حداقل ۳۰ سال حفظ نماید. نمونه‌های بذر کیمیا، کرمانشاه و بیله‌سوار از معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه و نمونه‌های بذر قزوین از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین تهیه شدند. نمونه‌های بذر کیمیا، قزوین و بیله‌سوار رقم هستند، اما نمونه بذر کرمانشاه توده محلی می‌باشد که از بیش‌ترین سطح زیر کشت در غرب کشور برخوردار است. بذرها از زمان تولید در شرایط دمایی ۲۵-۱۵ درجه سلسیوس و کاملاً خشک نگهداری شدند. هر کرت شامل چهار خط کاشت به فواصل ۲۵ سانتی-متر و فاصله بذور ۲/۵ سانتی-متر بود. تراکم ۱۶۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد (Malek *et al.*, 2011). در ۲۸ اسفند سال ۱۳۹۳ بذور هشت توده بذر عدس را با قارچ‌کش مانکوزب ضدعفونی شده و به عمق ۵-۴ سانتی‌متر کشت شدند. اولین بارندگی پس از کاشت (۱۳۹۳/۱۲/۲۹) به‌عنوان تاریخ کشت در نظر گرفته شد. در این آزمایش به بررسی و مطالعه سبزشدن و رشد گیاهچه‌های عدس در مزرعه پرداخته شده است. از این رو بلافاصله پس از مشاهده ظهور اولین گیاهچه‌ها، شمارش گیاهچه‌های سبزشده به‌صورت روزانه در هر واحد آزمایشی آغاز و تا زمانی که تعداد گیاهچه‌های سبزشده ثابت گردیدند شمارش ادامه داشت. معیار سبزشدن، ظهور اولین برگ از سطح خاک در نظر گرفته شد (Maguire, 1962). شاخص‌های مرتبط با سبزشدن گیاهچه اندازه‌گیری شدند. درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه، به‌صورت

<sup>10</sup>Brick grit test

تکان داده شد و سپس هدایت الکتریکی محلول‌ها قرائت شد. پس از آن، میزان هدایت الکتریکی آب مقطر ظرف شاهد نیز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد و از مقدار قرائت‌شده برای هر ظرف کم شد. میزان هدایت الکتریکی به ازای هر گرم وزن بذر مربوط به هر واحد آزمایشی از رابطه زیر محاسبه گردید (Hampton and TeKrony, 1995).

$$EC=ECs/W \quad (\text{رابطه ۳})$$

که در آن EC، هدایت الکتریکی، ECs، عدد قرائت شده از دستگاه هدایت و W، وزن خشک بذر (گرم)

#### آزمون آبنوشی

آزمون آبنوشی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار پیاده شد. تیمارهای آزمایش، شامل هشت نمونه بذر عدس توضیح داده شده در آزمایش مزرعه‌ای بودند. برای اندازه‌گیری مقدار جذب آب در فرآیند هیدراتاسیون، سه تکرار ۵۰ عددی از هر یک از توده‌های بذر عدس را وزن کرده و بین دو لایه کاغذ صافی، کاملاً خیس‌شده در پتری‌دیش به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده تا بذرها رطوبت را جذب کنند. سپس بذرها را از پتری‌دیش درآورده و پس از خشک‌کردن سطحی بذرها توسط کاغذ صافی، آن‌ها را وزن کرده و درصد آب جذب‌شده توسط رابطه زیر محاسبه گردید (Govender et al., 2008).

$$W=[(W_2 - W_1) / W_1] \times 100 \quad (\text{رابطه ۴})$$

در معادله فوق W، درصد آب جذب‌شده، W<sub>1</sub> وزن بذر قبل از جذب آب و W<sub>2</sub> وزن بذر بعد از جذب آب می‌باشد.

#### آزمون هیلتنر

آزمون هیلتنر بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار پیاده شد. تیمارهای آزمایش، همان هشت نمونه بذر عدس در آزمایش مزرعه‌ای بودند. برای اجرای این آزمون، ابتدا مقدار ۱۱۰۰ گرم خرده آجر به ابعاد ۳-۲ میلی‌متر را جدا کرده و در اتوکلاو استریل شدند. برای جداکردن خرده آجر با این ابعاد، از دو عدد الک با قطر منافذ مورد نظر استفاده گردید. جهت مرطوب‌نمودن خرده آجرها، میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه نموده، سپس یک لایه سه سانتی‌متری در کف هر ظرف از خرده آجر ریخته و سه نمونه ۵۰ تایی از بذور هر توده بذر به‌طور تصادفی انتخاب و بر روی لایه خرده آجر کشت شدند سپس بذرها با یک لایه خرده آجر با ضخامت ۴-۳ سانتی‌متر پوشیده

تعداد گیاهچه‌های سبزشده تقسیم بر تعداد بذور کشت‌شده ضرب در عدد ۱۰۰ به‌دست آمد. میانگین سبزشدن روزانه از تقسیم درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه بر طول دوره آزمایش به‌دست آمد (Maguire, 1962). میانگین زمان لازم برای سبزشدن گیاهچه، از معادله زیر به‌دست آمد (Maguire, 1962).

$$MET=\sum(nd)/\sum n \quad (\text{رابطه ۱})$$

MET، میانگین زمان لازم برای سبزشدن، n، تعداد بذرها سبزشده در d روز، d، تعداد روزها و  $\sum n$ ، تعداد کل بذرها سبزشده می‌باشد.

سرعت سبشدن گیاهچه با استفاده از معادله زیر به دست آمد (Maguire, 1962).

$$ER=\sum (n/d) \quad (\text{رابطه ۲})$$

ER، سرعت سبزشدن گیاهچه، n، تعداد بذرها سبزشده در d روز و d، تعداد روزها (که معادل ۱۳ روز بود)

#### آزمون هدایت الکتریکی

آزمون هدایت الکتریکی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار پیاده شد. تیمارهای آزمایش، همان هشت نمونه بذر عدس در آزمایش مزرعه‌ای بودند. قبل از آغاز آزمون، میزان رطوبت هر توده بذر تعیین گردید. رطوبت نمونه‌های بذر در نظر گرفته شده بین ۱۲ تا ۱۴ درصد بود. لازم به ذکر است توده بذری که رطوبت کم‌تر از ۱۰ درصد و بیش‌تر از ۱۴ درصد بر اساس وزن تر را دارا باشد باید میزان رطوبت آن‌ها قبل از خیساندن، به حدود ۱۴-۱۰ درصد برسد. برای انجام آزمون هدایت الکتریکی، میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر را در ظروف ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته و به مدت ۲۴ ساعت جهت به تعادل رسیدن از نظر دما، در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. سه نمونه ۵۰ بذری از هر توده بذر را قبل از ریختن در ظرف، به دقت وزن نموده و در ظرف جای گرفتند. درب کلیه ظروف با درپوش آلومینیومی پوشانده شد و در دمای  $1 \pm 20$  درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، حداقل ۱۵ دقیقه قبل از آزمون، کالیبره شد به نحوی که محلول ۰/۰۱ مولار کلرید سدیم در دمای ۲۰ درجه را عدد ۱/۲۷۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر نشان داد. در پایان ۲۴ ساعت، بذرها خارج شدند و محلول به آرامی حدود ۱۵-۱۰ دقیقه

شدند. ظروف را در دمای  $20 \pm 1$  درجه سلسیوس در انکوباتور به مدت ۱۴ روز قرار داده و در پایان دوره آزمایش، تعداد گیاهچه‌های نرمال و غیرنرمال شمارش گردید (Hampton and TeKrony, 1995).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام شد. ضرایب همبستگی بین نتایج مزرعه با آزمون‌های آزمایشگاهی توسط نرم‌افزار SPSS-14 محاسبه گردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در مزرعه نشان داد که نمونه‌های بذر عدس از نظر صفات درصد سبز شدن گیاهچه، میانگین سبز شدن روزانه، متوسط زمان لازم برای سبز شدن و سرعت سبز شدن گیاهچه (در سطح یک درصد) دارای اختلاف معنی‌دار بودند. در تجزیه گروهی مشخص گردید که بین ارقام قدیم و جدید از نظر صفات فوق‌الذکر اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر صفت درصد سبز شدن گیاهچه، توده‌های قزوین ۹۳، بیله‌سوار ۹۳ و کرمانشاه ۹۳ (به ترتیب با ۹۶/۸۸، ۹۵/۸۳ و ۹۴/۷۹ درصد) دارای بیش‌ترین درصد سبز شدن بودند. کم‌ترین درصد سبز شدن گیاهچه متعلق به توده‌های کرمانشاه ۸۹ و بیله‌سوار ۸۹ (به ترتیب با ۸۵/۴۲ و ۸۷/۹۲ درصد) بود. از نظر صفت میانگین سبز شدن روزانه، توده‌های کرمانشاه ۹۳ و بیله‌سوار ۹۳ (به ترتیب با ۱۲/۸۴ و ۱۰/۹۶ گیاهچه در روز) دارای بیش‌ترین میانگین بودند. کم‌ترین میانگین نیز متعلق به توده‌های کیمیا ۸۹ و قزوین ۸۹ (به ترتیب با ۸/۸۲ و ۷/۴۲ گیاهچه در روز) بود. این روند در تمام صفات مورد بررسی به همین صورت مشاهده شد (جدول ۲). به‌طور کلی، مقایسه میانگین توده‌های بذر قدیم و جدید مشخص نمود که توده‌های بذر جدید از نظر صفت‌های درصد سبز شدن نهایی گیاهچه، میانگین سبز شدن روزانه، متوسط زمان لازم برای سبز شدن و سرعت سبز شدن گیاهچه نسبت به بذرهای قدیمی‌تر برتر بودند (جدول ۳). مشابه نتایج این تحقیق، اثر نامطلوب پیری و زوال بذر روی قدرت سبز شدن گیاهچه در مزرعه گندم (Momeni et al., 2013)، نخود (Bayat et al.,

### نتایج و بحث

بررسی‌های مزرعه‌ای نشان داده است که جوانه‌زنی زود، سریع و یکنواخت توده‌های بذر با طول دوره انبارداری کم‌تر، منجر به تولید گیاهچه‌های قوی و در نهایت رسیدن به تراکم گیاهی مطلوب حتی در شرایط نامساعد محیطی می‌گردد (Hastrup-Pedersen et al., 1993). نظر به این‌که با افزایش فرسودگی بذرها و کاهش بنیه بذر، درصد و سرعت سبز شدن بذرها در مزرعه کاهش می‌یابد، در نتیجه در اثر کاهش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش رقابت رویشی بین بوته‌ها، نورگیری بیش‌تر و از طرفی به-علت پایین بودن قدرت رشد، بوته‌های فرسوده زودتر به گل رفته و زمان رسیدگی کاهش یافته و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد می‌گردد (Gharineh et al., 2004).

در تحقیق حاضر، مقایسه میانگین‌ها نشان داد اغلب توده‌های بذری که سرعت سبز شدن گیاهچه بالاتری در مزرعه داشتند از لحاظ درصد سبز شدن گیاهچه نیز برتر بودند. لذا سرعت سبز شدن بالاتر بذر موجب می‌شود جوانه‌زنی این بذر قبل از سله بستن خاک، که به‌طور معمول پس از آبیاری و یا بارندگی پس از کاشت ایجاد می‌شود، صورت گیرد. سرعت سبز شدن بالا به‌خصوص در شرایطی که کاشت دیر انجام می‌شود از طریق کوتاه کردن فاصله بین جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در مزرعه مفید می‌باشد (Khazaei, 2001). تجزیه واریانس نشان داد که توده‌های بذر عدس در آزمون هدایت الکتریکی دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۴).

در مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که نمونه‌های بذر عدس کرمانشاه ۹۳ و کیمیا ۹۳ (به ترتیب با ۱۵ و ۱۷ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) از کم‌ترین میزان هدایت الکتریکی برخوردار بودند. همچنین نمونه‌های بذر قزوین ۸۹، کرمانشاه ۸۹ و بیله‌سوار ۸۹ (به ترتیب با ۳۴، ۳۴ و ۳۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) بالاترین میزان هدایت الکتریکی را داشتند (جدول ۵). همانطوری که مشخص است برای تمام نمونه‌های بذر، میزان هدایت الکتریکی در نمونه‌های بذر تولید ۱۳۹۳ کم‌تر از نمونه‌های بذر تولید ۱۳۸۹ بود. برای اثبات این موضوع از دیدگاه آماری، تجزیه گروهی نمونه‌های بذر تولید ۱۳۹۳ در مقابل نمونه‌های بذر تولید ۱۳۸۹ انجام گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس و مقایسه گروهی (میانگین مربعات) خصوصیات سبزشدن گیاهچه مربوط به توده‌های بذر عدس در

شرایط مزرعه

**Table 1. Analysis of variance and orthogonal comparison (mean of squares) for seeding emergence characteristics of lentil seed lots in the field condition**

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد سبزشدن گیاهچه Seedling emergence percentage	میانگین سبزشدن روزانه Mean daily emergence	متوسط زمان لازم برای سبزشدن Mean time to emergence	سرعت سبزشدن گیاهچه Seedling emergence rate
تکرار Replication	2	6.106 <sup>ns</sup>	4.713 <sup>ns</sup>	1.354 <sup>ns</sup>	1.021 <sup>ns</sup>
توده بذر Seed Lot	7	52.982**	10.398**	10.759**	23.695**
مقایسه بذرهای جدید و قدیمی New vs old seed lots	1	150.050**	5.248**	2.419*	6.262*
خطا Error	14	3.734	1.336	0.414	1.353
ضریب تغییرات (%) C.V.	-	2.10	11.59	11.37	14.12

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

ns, \* and \*\*: Non-significant, significant at 5 and 1 % level of probability, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین توده‌های مختلف بذر عدس از نظر خصوصیات سبزشدن گیاهچه در شرایط مزرعه.

**Table 2. Mean comparisons of lentil seed lots in terms of seedling emergence characteristics in the field condition**

توده‌های بذر Seed lots	درصد سبزشدن گیاهچه Seedling emergence percentage	میانگین سبزشدن روزانه Mean daily emergence (seedling day <sup>-1</sup> )	متوسط زمان لازم برای سبزشدن Mean time to emergence (day)	سرعت سبزشدن گیاهچه Seedling emergence rate (seedling day <sup>-1</sup> )
کرمانشاه ۸۹ ۲۰۱۱ Kermanshah 2011	85.42 c	11.61 a	4.12 c	9.84 b
کرمانشاه ۹۳ ۲۰۱۵ Kermanshah 2015	94.79 a	12.84 a	3.82 c	10.32 ab
قزوین ۸۹ ۲۰۱۱ Ghazvin 2011	95.42 a	8.82 c	4.58 c	10.33 ab
قزوین ۹۳ ۲۰۱۵ Ghazvin 2015	96.88 a	10.87 ab	3.90 c	12.23 a
بیل‌سوار ۸۹ ۲۰۱۱ Bilesavar 2011	87.92 bc	8.86 bc	6.47 b	6.18 cd
بیل‌سوار ۹۳ ۲۰۱۵ Bilesavar 2015	95.83 a	10.96 a	5.75 b	7.22 c
کیمیا ۸۹ ۲۰۱۱ Kimia 2011	89.79 b	7.42 c	8.73 a	4.71 d
کیمیا ۹۳ ۲۰۱۵ Kimia 2015	91.04 b	8.40 c	7.89 a	5.02 d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

In each column, means with at least one similar letter are no different at 5 % level.

جدول ۳- مقایسه میانگین توده‌های بذر قدیم (تولید ۱۳۸۹) و جدید (تولید ۱۳۹۳) عدس از نظر خصوصیات سبزشدن

گیاهچه در شرایط مزرعه

**Table 3. Mean comparisons of old (production year 2011) vs new (production year 2015) lentil seed lots in terms of seedling emergence characteristics in the field condition**

سال تولید Production year	درصد سبزشدن گیاهچه Seedling emergence percentage	میانگین سبزشدن روزانه Mean daily emergence (seedling day <sup>-1</sup> )	متوسط زمان لازم برای سبزشدن Mean time to emergence (day)	سرعت سبزشدن گیاهچه Seedling emergence rate (seedling day <sup>-1</sup> )
تولید ۱۳۸۹ ۲۰۱۱ Production at 2011	89.63 b	9.17 b	5.97 b	7.76 b
تولید ۱۳۹۳ ۲۰۱۵ Production at 2015	94.72 a	10.76 a	5.34 a	8.69 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

In each column, means with similar letter are no different at 5 % level.

نیز گزارش شده است (Basra et al., 2003; Wang et al., 1990; Goeland Sheoran, 2003). تغییرات ساختمان غشاء سلول باعث از بین رفتن یکپارچگی غشاء می‌شود و در نتیجه قابلیت نفوذپذیری غشاء افزایش یافته و میزان خروج الکترولیت‌ها و دیگر مواد از بذر افزایش

در تجزیه گروهی هم مشخص شد که نمونه‌های بذر جدید از میزان هدایت الکتریکی پایین‌تری نسبت به نمونه‌های بذر قدیمی‌تر برخوردار بودند (جدول‌های ۴ و ۶). مشابه نتایج آزمایش حاضر، افزایش نشت الکترولیت از بذرهای پیرشده طبیعی و یا مصنوعی در مطالعات دیگر

بین آزمون هدایت الکتریکی و سبزشدن گیاهچه‌های نخود در مزرعه مشاهده نمودند. این درحالی‌است که وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1990) اظهار داشتند که آزمون هدایت الکتریکی بهترین برآورد را از بنیه بذر در دو گونه لگوم (ماشک بنفش و یونجه) هم برای رتبه‌بندی کیفیت توده‌های بذر و هم پیشگویی خروج گیاهان از مزرعه فراهم می‌آورد. توکلی کاخکی و همکاران (Tavakkoli *et al.*, 2005) در مقایسه آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، پیری تسریع‌شده، تنش اسمزی و هدایت الکتریکی گزارش نمودند که آزمون هدایت الکتریکی آزمون مناسب‌تری جهت پیش‌بینی استقرار گیاهچه ارقام یونجه بود. خواجه حسینی و رضازاده (Khajeh-Hosseini and Rezazadeh, 2011) نتیجه گرفتند که آزمون هدایت الکتریکی به‌عنوان یک آزمون سریع، قابلیت استفاده برای پیش‌بینی وضعیت سبزشدن گیاهچه‌های نخود در مزرعه را دارد. روزرخ و همکاران (Rozrokh *et al.*, 2002) گزارش نمودند که از میان آزمون‌های قدرت بذر، آزمون هدایت همبستگی مثبت معنی‌دار با عملکرد دانه نخود در مزرعه داشت. در آزمایش‌های دیگر، مناسب بودن آزمون هدایت الکتریکی برای سنجش قدرت بذر سویا (Colet *et al.*, 2004)، ماش (Hosseini *et al.*, 2012) و کلزا (Jamali *et al.*, 2016) گزارش شده است.

می‌یابد. از جمله تغییراتی که در غشاء رخ می‌دهد و باعث افزایش نشت الکترولیت‌ها از بذر می‌شود می‌توان به پراکسیداسیون چربی‌های غشاء سلول اشاره کرد. از دست‌رفتن غشاء و نشت مواد مختلف از سلول یکی از فاکتورهای اصلی مسئول کاهش پتانسیل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه است (Goel and Sheoran, 2003). در تحقیق حاضر، تجزیه همبستگی نشان داد که درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه با هدایت الکتریکی بذر در آزمایشگاه دارای همبستگی معنی‌دار نبود (جدول ۴). بنابراین، آزمون هدایت الکتریکی بذر شاخص مناسبی برای پیش‌بینی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه نبود. مشابه این نتایج، کانت (Kant, 2003) در بررسی رابطه پیری بذر و هدایت الکتریکی بذر خردل مشاهده نمود که هدایت الکتریکی قادر به تعیین اثر پیری در بذر نبود. بروگینک و همکاران (Bruggink *et al.*, 1991) گزارش نمودند که تراوش بذرهای ذرت به‌خصوص در ساعت‌های اولیه آگیری، قابل توجه بود و با کیفیت بذر همبستگی نداشت و به رقم وابسته بود. دشتبان و همکاران (Dashtban *et al.*, 2011) در مقایسه چند آزمون بنیه بذر نتیجه گرفتند که آزمون هدایت الکتریکی از توانایی پایینی برای پیش‌بینی میزان سبزشدن گیاهچه ارقام سورگوم علفه‌ای برخوردار بود. همچنین، کاسیم و همکاران (Qasim *et al.*, 2010) همبستگی معنی‌داری

#### و هیلتنر

Table 4. Analysis of variance and orthogonal comparison (mean of squares) for lentil seed lots in electrical conductivity, imbibition and hiltner tests

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	آبنوشی Imbibition	آزمون هیلتنر Hiltner test	
				درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	درصد گیاهچه غیرعادی Abnormal seedling percentage
توده بذر Seed Lot	7	196.520**	41.278 ns	575.619**	17.429**
مقایسه بذرهای جدید و قدیمی New vs old seed lots	1	504.717**	68.851 ns	2904.00**	54.00**
خطا Error	16	2.820	30.918	50.667	6.00
ضریب تغییرات (%) C.V.		6.47	5.88	12.06	24.54

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد.

ns, \* and \*\*: Non-significant, significant at 5 and 1 % level of probability, respectively.

این آزمون اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند (جدول ۴). در تجزیه همبستگی مشخص گردید آزمون آبنوشی با درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه همبستگی معنی‌دار گیاهچه در مزرعه نبوده است. ناتیل و همکاران (Nautiyal *et al.*, 2010) در مطالعه آبنوشی در بذور

تجزیه واریانس نشان داد که بین نمونه‌های بذر عدس در آزمون آبنوشی اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. در تجزیه گروهی هم نمونه‌های بذر جدید و قدیم عدس، در نداشت (جدول ۷). این مطلب نشان می‌دهد که آزمون آبنوشی قادر به پیش‌بینی درصد و سرعت سبزشدن

آمد به طوری که نمونه‌های کرمانشاه ۹۳ و کیمیا ۹۳ ( با ۲/۶۶ درصد) دارای کم‌ترین و نمونه کرمانشاه ۸۹ (با ۹/۳۳ درصد) دارای بیش‌ترین درصد گیاهچه غیرنرمال بودند (جدول ۵).

همانطوری که مشخص است نمونه‌های بذر تولید ۱۳۹۳، درصد گیاهچه نرمال بالاتر اما درصد گیاهچه غیرنرمال پایین‌تری نسبت به نمونه‌های بذر تولید ۱۳۸۹ داشتند. در تجزیه واریانس و مقایسه اورتوگونال هم مشخص گردید که بین نمونه‌های بذر عدس قدیم و جدید اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشت و نمونه‌های بذر جدید نسبت به قدیم از درصد گیاهچه نرمال بالاتر (۷۰ در مقابل ۴۸ درصد) و از درصد گیاهچه غیرنرمال پایین‌تر (۴ در مقابل ۷ درصد) برخوردار بودند (جدول‌های ۴ و ۶). آزمون هیلتنر مهیا کننده تنش مکانیکی برای بذرهای در حال جوانه‌زنی است.

بادام زمینی برداشت‌شده در مراحل مختلف رسیدگی روی گیاه مادری، گزارش کردند که در شش ساعت اولیه جذب آب، تفاوتی بین مراحل مختلف رسیدگی بذر از نظر میزان آبنوشی نبود اما بتدریج تفاوت‌ها افزایش یافت. الگوی مشابهی برای جذب سریع آب در مراحل اولیه آبنوشی در سایر لگوم‌ها گزارش شده است (Bittencourt *et al.*, 1997).

تجزیه واریانس آزمون هیلتنر نشان داد که نمونه‌های بذر عدس از نظر صفت‌های گیاهچه نرمال و غیرنرمال دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۴). در مقایسه میانگین‌ها، نمونه‌های بذر کرمانشاه ۹۳ و قزوین ۹۳ (به- ترتیب با ۸۰ و ۷۳ درصد) از بالاترین درصد گیاهچه نرمال برخوردار بودند. نمونه‌های بذر بیله‌سوار ۹۳ و کیمیا ۹۳ در رتبه‌بندی قرار گرفتند. پایین‌ترین درصد گیاهچه نرمال متعلق به نمونه‌های کیمیا ۸۹ و بیله‌سوار ۸۹ بود. نتایج گیاهچه‌های غیرنرمال عکس گیاهچه‌های نرمال به‌دست

جدول ۵- مقایسه میانگین توده‌های بذر عدس در آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر

Table 5. Mean comparisons of lentil seed lots in electrical conductivity, imbibition and hiltner tests

توده‌های بذر Seed lots	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ( $\mu\text{Siemens cm}^{-1}$ )	آبنوشی Imbibition (%)	آزمون هیلتنر Hiltner test	
			درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	درصد گیاهچه غیرعادی Abnormal seedling percentage
کرمانشاه ۸۹ 2011 Kermanshah	34.04 a	90.25 a	52.00 de	9.33 a
کرمانشاه ۹۳ 2015 Kermanshah	15.10 e	92.69 a	80.00 a	2.66 c
قزوین ۸۹ 2011 Ghazvin	34.58 a	100.15 a	56.00 cd	8.00 ab
قزوین ۹۳ 2015 Ghazvin	23.13 c	89.58 a	73.33 ab	6.66 abc
بیله‌سوار ۸۹ 2011 Bilesavar	33.84 a	97.86 a	42.66 e	5.33 abc
بیله‌سوار ۹۳ 2015 Bilesavar	30.02 b	95.79 a	66.66 bc	4.00 bc
کیمیا ۸۹ 2011 Kimia	19.74 d	96.54 a	41.33 e	5.33 abc
کیمیا ۹۳ 2015 Kimia	17.26 de	93.18 a	60.00 cd	2.66 c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

In each column, means with at least one similar letter are no different at 5 % level.

جدول ۶- مقایسه میانگین توده‌های بذر قدیم (تولید ۱۳۸۹) و جدید (تولید ۱۳۹۳) عدس در آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر

Table 6. Mean comparisons of old (production year 2011) vs new (production year 2015) lentil seed lots in electrical conductivity, imbibition and hiltner tests

سال تولید Production year	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ( $\mu\text{Siemens cm}^{-1}$ )	آبنوشی Imbibition (%)	آزمون هیلتنر Hiltner test	
			درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	درصد گیاهچه غیرعادی Abnormal seedling percentage
تولید ۱۳۸۹ 2011 Production at	30.55 a	96.20 a	47.99 b	6.99 a
تولید ۱۳۹۳ 2015 Production at	21.37 b	92.81 a	69.99 a	3.99 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

In each column, means with similar letter are no different at 5 % level.



جدول ۷- همبستگی صفات اندازه گیری شده در آزمون‌های هدایت الکتریکی، آبنوشی و هیلتنر با درصد و سرعت سبزشدن

گیاهچه در مزرعه

**Table 7. The correlation coefficients among traits in electrical conductivity, imbibition and hiltner tests with percentage and rate of seedling emergence in the field**

	آزمون هدایت الکتریکی Electrical conductivity test	آزمون آبنوشی Imbibition test	آزمون هیلتنر Hiltner test	
			درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	درصد گیاهچه غیرعادی Abnormal seedling percentage
درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه Seedling emergence percentage in the field	-0.218 ns	0.031 ns	0.630 **	-0.155 ns
سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه Seedling emergence rate in the field	0.167 ns	-0.228 ns	0.498 *	0.379 ns

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

ns, \* and \*\*: Non-significant, significant at 5 and 1 % level of probability, respectively

2015). همبستگی بالای آزمون هیلتنر با نتایج مزرعه برای چغندر قند و خردل نیز گزارش شده است (Hampton and TeKrony, 1995). با این حال، برخی محققین رابطه بین آزمون هیلتنر و ظهور گیاهچه در مزرعه را متغیر گزارش کرده و اظهار نموده‌اند که این آزمون نمی‌تواند در رابطه با قدرت بذر، اطلاعات بیش‌تری نسبت به آزمون جوانه‌زنی در اختیار قرار دهد (Perry, 1978).

به‌طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که آزمون هیلتنر توانایی پیش‌بینی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه‌های عدس را داشت اما آزمون‌های هدایت الکتریکی و آبنوشی فاقد این قابلیت بودند. بنابراین، می‌توان آزمون هیلتنر را برای پیش‌بینی وضعیت سبزشدن گیاهچه‌های عدس در مزرعه پیشنهاد نمود.

#### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی تشکر و قدردانی می‌گردد.

بذرهایی که در اثر حمله قارچ‌های بیماری‌زا، خسارت‌های مکانیکی یا زوال ناشی از انبارداری، خسارت دیده و ضعیف شده‌اند، نمی‌توانند از خلال لایه‌های خرده آجر بیرون آیند. درصد گیاهچه‌های طبیعی خارج شده از خاک، به-عنوان شاخصی از قدرت بذر در نظر گرفته می‌شود (Agarwal and Dadlani, 1990). در تحقیق حاضر، تجزیه همبستگی آزمون هیلتنر با مزرعه نشان داد که درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه با درصد گیاهچه نرمال دارای همبستگی مثبت معنی‌دار ( $r=0.630$ )، اما با درصد گیاهچه غیر نرمال همبستگی نداشت. همچنین سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه با صفت درصد گیاهچه نرمال دارای همبستگی مثبت معنی‌دار ( $r=0.498$ )، اما با درصد گیاهچه غیر نرمال همبستگی نداشت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که صفت درصد گیاهچه نرمال در آزمون هیلتنر، قابلیت پیش‌بینی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه‌های عدس در مزرعه را داشته باشد. همپتون (Hampton, 1992) استفاده از آزمون هیلتنر را برای تعیین قدرت بذر غلات توصیه نمود. برخی محققین گزارش نموده‌اند که آزمون هیلتنر از قابلیت تکرارپذیری قابل ملاحظه‌ای برخوردار می‌باشد (Fuchs, 1987 ; Marcos-Filho, 1987).

#### منابع

- Agarwal, P.K., and Dadlani, M. 1990. Techniques in seed science and technology. South Asian Publishers, New Delhi. **(Book)**
- Anonymous. 2015. Crop production statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. (In Persian)**(Handbook)**
- Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N. and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. Seed Science and Technology, 31: 531-540. **(Journal)**

- Bayat, P., Ghobadi, M., Ghobadi, M.E. and Mohammadi, G. 2016 (a). Calibration of accelerated aging test as a vigor test to predict the seedling emergence of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in field conditions. Iranian Journal of Pulses Research, 7(1): 9-24. (In Persian)(**Journal**)
- Bayat, P., Ghobadi, M., Ghobadi, M.E. and Mohammadi, G. 2016 (b). Evaluation the ability of standard germination test *In Vitro* condition to predict emergence and establishment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings in field. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 27-38. (In Persian)(**Journal**)
- Bittencourt, S.R.M., Vieira, R.D. and Rodrigues, T.J.D. 1997. Criteria for peanut seed preconditioning for the tetrazolium test. Seed Science and Technology, 25: 337-342. (**Journal**)
- Bruggink, H., Kraak, H.L., Dijkema, M.H.G.E. and Bekendam, J. 1991. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. Seed Science Research, 1: 15-20. (**Journal**)
- Colete, J.C.F., Vieira, R.D. and Dutra, A.S. 2004. Electrical conductivity and soybean seedling emergence. Scientia Agricola (Piracicaba, Braz), 61(4): 386-391. (**Journal**)
- Copeland L.O. and McDonald, M.B. 2001. Principles of seed science and technology. Fourth edition. Translated by: Akram-Ghaderi, F., Kamkar, B. and Soltani, A. Mashhad University Press. Mashhad, Iran. Pp. 512. (**Book**)
- Dashtban, A., Latifi, N. and Damavandi, A. 2011. The comparison of seed vigor tests with seedling emergence and yield of four cultivars of forage sorghum. Agronomy Journal (Pazouhesh and Sazandegi), 4: 8-14. (In Persian)(**Journal**)
- Dias, D.C.F.S., Marcos-Filho, J. and Carmello, Q.A.C. 1997. Potassium leakage test for the evaluation of vigor in soybean seeds. Seed Science and Technology, 25: 7-18. (**Journal**)
- Erskine, W., Muehlbeauer, F.J., Sarker, A. and Sharma, B. 2015. The lentil: Botany, production and uses. Translated by: Ahmadi, A., Bairanvandi, M. and Pezeshkpoor, P. TAK publication. Tehran, Iran. Pp. 446. (**Book**)
- Fuchs, H. 1987. Hiltner Test. In: Handbook of Vigor Test Methods. Edited by Fiala, F., ISTA. Zurich, 21-27. (**Handbook**)
- Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A.M. and Ghassemi-Golezani, K. 2004. Effects of viability and vigour of seed on establishment and grain yield of wheat cultivars in field conditions. Seed and Plant Improvement, 20(3): 383-400. (In Persian)(**Journal**)
- Ghassemi-Golezani, K., Dalil, B., Moghaddam, M. and Raei, Y. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indices at laboratory conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(2): 160-163. (**Journal**)
- Ghassemi-Golezani, K., Hosseinzadeh-Mahootchi, A. and Dalil, B. 2013. Seed physiological quality. Tabriz University Press. Tabriz, Iran. Pp. 168. (**Book**)
- Goel, A. and Sheoran, I.S. 2003. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzyme in cotton seeds under natural ageing. Biologia Plantarum, 46: 429-434. (**Journal**)
- Govender, V., Aveling, T.A.S. and Kritzing, Q. 2008. The effect of traditional storage methods on germination and vigor of maize (*Zea mays* L.) from northern KwaZulu.Natal and Southern Mozambique. South African Journal of Botany, 74: 190-196. (**Journal**)
- Hampton, J.G. 1992. Vigor testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. Seed Science and Technology, 20: 199-203. (Supplement, 1)(**Journal**)
- Hampton, J.G. and TeKrony, D.M. 1995. Handbook of Vigor Test Methods, Third Edition. International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland .117p. (**Book**)
- Hastrup-Pedersen, L., Jorgensen, P.E. and Poulsen, I. 1993. Effects of seed vigor and dormancy on field emergence, development and grain yield winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Seed Science and Technology, 21: 159-178. (**Journal**)
- Hosseini, F.S., Nezami, A., Parsa, M. and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2011. Effects of supplementary irrigation on yield and yield components of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in Mashhad climate. Journal of Water and Soil, 25(3): 625-633. (In Persian)(**Journal**)
- Hosseini, S., Ghaderi-Far, F. and Mohammad-Nejad, F. 2012. Seed vigor test for predicting seedling emergence of mung bean (*Vigna radiata*) in farm. Journal of Seed Science and Technology, 2(1): 47-52. (In Persian)(**Journal**)
- International Seed Testing Association (ISTA). 2006. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. Basserdorf, Switzerland. (**Handbook**)

- International Seed Testing Association (ISTA). 2014. Seed Vigor Testing. International Rules for Seed Testing, Zurich, Switzerland. **(Handbook)**
- Jamali, M., Sadeh, Y., Tavakkol Afshari, R. and Asadi, A. 2016. Investigation of relationships between laboratory tests and seedling emergence of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in field condition. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 63-74. (In Persian)**(Journal)**
- Kant, K. 2003. Effect of size grading and ageing on sinapine leakage, electrical conductivity and germination percentage in the seed of mustard (*Brassica juncea* L.). Seed Science and Technology, 31: 505-509. **(Journal)**
- Khazaei, H. 2001. Germination improvement of sugar beet seeds (*Beta vulgaris* L.) after washing. Journal of Agricultural Sciences and Industries, 15(1): 115-120. (In Persian)**(Journal)**
- Khazeh-Hosseini, M. and Rezazadeh, M. 2001. The electrical conductivity of soak-water of chickpea seeds provides a quick test indicative of field emergence. Seed Science and Technology, 39: 692-696. **(Journal)**
- Kolasinska, K., Szymer, J. and Dul, S. 2000. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed. Crop Science, 40: 470-475. **(Journal)**
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177. **(Journal)**
- Malek Maleki, F., Majnoun Hosseini, N. and Alizade, H. 2011. Effect of Plant Density on Seed Yield and Yield Components of Two Lentil Cultivars (*Lens culinaris* Medik.). Iranian Journal of Field Crop Science, 33-40. (In Persian)**(Journal)**
- Marcos-Filho, J. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, 72(4): 363-374. **(Journal)**
- Momeni, J., Shekarpoor, M., Sedghi, M., Entesari, M. and Abasian, A. 2013. The effect of accelerated ageing and drought stress on physiological and morphological characteristics of wheat seed in laboratory conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 2(2): 219-228. (In Persian)**(Journal)**
- Nautiyal, P.C., Misra, J.B. and Zala, P.V. 2010. Influence of seed maturity stages on germinability and seedling vigor in groundnut. Journal of SAT Agricultural Research. (Published by ICRISAT), 8: 1-10. **(Journal)**
- Noli, E., Cassarini, G., Urso, G. and Conti, S. 2008. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indices at laboratory conditions. Seed Science and Technology, 33: 555-568. **(Journal)**
- Perry, D.A. 1978. Report of the Vigor Test Committee 1974-1977. Seed Science and Technology, 6: 159-181. **(Journal)**
- Qasim, G., Malik A.U., Sarfaraz, M., Alias, M.A., Bukhsh, H.A. and Ishaque, M. 2010. Relationship between laboratory seed quality tests, field emergence and yield of chickpea. Crop and Environment, 1: 31-34. **(Journal)**
- Redden, B., Maxted, N., Furman, B. and Coyne, C. 2007. Lens biodiversity. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. Lentil: An ancient crop for modern times. Published by Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp: 11-22. **(Book)**
- Rozrokh, M., Ghasemi, K. and Javanshir, A. 2002. Relation between seed vigor and field performance in chickpea. Journal of Seed and Plant, 18(2): 156-162. (In Persian)**(Journal)**
- Tavakoli Kakhki, H., Beheshti, A. and Nassiri Mahalati, M. 2005. Evaluation of seed vigor tests for determining alfalfa seed quality. Iranian Journal of Field Crops Research, 3(1): 25-34. (In Persian)**(Journal)**
- Wang, J., Fujimoto, K., Miyazawa, T., Endo, Y. and Kitamura, K. 1990. Sensitivities of lipoxygenase-lacking soybean seeds to accelerated aging and their chemiluminescence levels. Phytochemistry, 29: 3739-3742. **(Journal)**
- Wang, Y.R., Yu, L. and Nan, Z.B. 1996. Use of seed vigor tests to predict field emergence of lucerne (*Medicago sativa*). New Zealand Journal of Agricultural Research, 39: 255-262. **(Journal)**



## The comparison of electrical conductivity, imbibition and hiltner tests to predict seedling emergence of lentil in the field

Mokhtar Ghobadi<sup>1\*</sup>, Samin Lotfi<sup>2</sup>, Saied Jalali Honarmand<sup>3</sup>, Mohammad Eghbal Ghobadi<sup>3</sup>

Received: January 20, 2017

Accepted: March 13, 2017

### Abstract

Several tests have been introduced to determine the seed vigor, that one or some of them are suitable for each plant species. This study was conducted to compare electrical conductivity, imbibition and hiltner tests to determine the seed vigor in lentil. The research was done in two sections of laboratory and field at Razi University during 2015-16. In the field, eight lentil seed lots, which were different in terms of cultivar and age, were planted. In the laboratory, this eight lentil seed lots were compared by electrical conductivity, imbibition and hiltner tests. The results of the field experiment showed that the lentil seed lots were significantly different in percentage and rate of seedling emergence, mean daily emergence and mean time to emergence. The laboratory experiment showed that there were significant differences among seed lots in conductivity and hiltner tests, but were not in imbibition test. Orthogonal analysis in the conductivity and hiltner tests demonstrated that the new seed lots had higher vigor. Based on the correlation analysis, the conductivity and imbibition tests had no correlation with the seedling emergence characteristics in the field, but the normal seedling percentage in hiltner test had significant positive correlation with the percentage ( $r=0.630$ ) and rate ( $r=0.498$ ) of seedling emergence in the field. So, it seems that to predict seedling emergence in the field, conductivity and imbibition tests have inappropriate ability, but hiltner test has appropriate ability.

**Key words:** Emergence percentage; Emergence rate; Germination; Seed vigor

### How to cite this article

Ghobadi, M., Lotfi, S., Jalali Honarmand, S. and Gobadi, M. 2020. The comparison of electrical conductivity, imbibition and hiltner tests to predict seedling emergence of lentil in the field. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(4): 501-512. (In Persian)(**Journal**)

DOI: [10.22124/jms.2020.3928](https://doi.org/10.22124/jms.2020.3928)

### COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Razi, Kermanshah, Iran
2. MSc student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Razi, Kermanshah, Iran
3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Razi, Kermanshah, Iran

\*Corresponding author: [ghobadi.m@razi.ac.ir](mailto:ghobadi.m@razi.ac.ir)