

بررسی تأثیر غلظت و نوع ماده هیومیکی بعنوان پیش تیمار بر جوانه زنی و خصوصیات

دانه‌رست‌های دو رقم تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.)

حمید رضا خزاعی^۱، احمد نظامی^۱، احسان عیسی رضایی^{۲*}، امیرحسین سعید نژاد^۲ و فرزین پور امیر^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

مواد هیومیکی بعنوان بخش فعال مواد آلی موجود در خاک باعث بهبود جوانه‌زنی، استقرار دانه‌رست و رشد گیاه می‌شوند. به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار اسید هیومیک و اسید فلوویک در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست دو رقم تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.) مطالعه‌ای در آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل (۲×۲×۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل غلظت کاربرد پیش تیمار در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، دو نوع پیش تیمار (اسید هیومیک و اسید فلوویک) و دو رقم تریتیکاله (ET 79-17 و ET 89-15) بودند. بذور در تمام تیمارها به صد درصد جوانه‌زنی رسیدند. بر اساس نتایج حاصله بیشترین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌اولیه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌اولیه و وزن خشک دانه‌رست در تیمارهای با غلظت متوسط پیش تیمار (۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، پیش تیمار اسید فلوویک و رقم ET 89-15 بدست آمد. بطور کلی، پیش تیمار با اسید هیومیک نیز باعث بهبود معنی‌دار در خصوصیات جوانه‌زنی و دانه‌رست‌های ارقام مختلف تریتیکاله نسبت به شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: اسید فلوویک، اسید هیومیک، بهبود خاک، سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

کیفیت خاک کشاورزی به کیفیت، کمیت و پویایی مواد آلی موجود در آن خاک مرتبط است و امروزه، استفاده از مواد آلی و کودهای بیولوژیکی جهت کاهش اثرات منفی کودهای معدنی در محیط زیست در حال افزایش است (Lal, 2000). افزودن مواد آلی از طریق منابع مختلف به خاک یکی از مرسوم‌ترین عملیات احیاء برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک است، زیرا خصوصیات فیزیکی بطور قابل توجهی تحت تأثیر کودهای آلی قرار می‌گیرند. افزودن مواد آلی به خاک‌ها خصوصیتی مانند تشکیل خاکدانه‌ها، ظرفیت نگهداری رطوبت، هدایت هیدرولیکی، وزن مخصوص ظاهری، درجه تراکم، حاصلخیزی خاک و مقاومت در برابر فرسایش آبی و بادی را بهبود می‌بخشد. مواد آلی درون خاک عمدتاً نقش تامین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، تامین انرژی بخشی از موجودات زنده خاک (باکتری‌ها، کرم‌های خاکی و قارچ‌ها) را ایفا می‌کنند (Gliessman, 1999).

مواد هیومیکی شامل مخلوطی از مواد آلی هستند که در اثر تجزیه بقایای گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند (Maccarthy, 2001). تأثیر اسید هیومیک بر رشد گیاه ممکن است به صورت مستقیم (افزایش کل وزن خشک گیاه) و یا به صورت غیرمستقیم

تریتیکاله (*Triticosecale hexaploide* Lart.) به وسیله انسان و از تلاقی مستقیم گندم و چاودار به وجود آمده است که با داشتن ظرفیت بالای تولید، می‌تواند نقش مهمی در تأمین بخش عمده‌ای از نیازهای غذایی انسان و دام ایفاء کند. هر چند هدف اولیه از تولید تریتیکاله تغذیه انسان بوده، ولی اکنون به عنوان یک گیاه علوفه‌ای کشت می‌شود (Lack et al., 2005). تریتیکاله به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگاری دارد و همین امر یکی از خصوصیات شاخص این گیاه بین غلات است (Lack et al., 2005). از آنجا که تریتیکاله ارزش غذایی بالاتری نسبت به چاودار دارد می‌تواند جایگزین مناسبی برای چاودار مخصوصاً در نقاطی که کشت گندم امکان‌پذیر نیست یا عملکرد مناسبی از آن حاصل نمی‌باشد، که این یک امتیاز اقتصادی مهم برای این گیاه محسوب می‌گردد (Lukaszewski & Gustafson, 1983).

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

*- نویسنده مسئول: (E-mail: eh_ey145@stu-mail.um.ac.ir)

دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل (۲×۲×۴ فاکتور) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول، غلظت کاربرد پیش تیمار در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر)، فاکتور دوم، دو نوع پیش تیمار (اسید هیومیک و اسید فلوویک) و فاکتور سوم، دو ژنوتیپ ترتیکاله (ET 79-17 و ET 89-15) بودند. بذور مورد استفاده یک روز قبل از آزمایش در داخل محلول‌هایی با غلظت‌های مشخص پیش تیمار ماده آلی قرار داده شدند. بذور مربوط به تیمار شاهد نیز در داخل آب مقطر قرار داده شد. تمامی آزمایش در دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی انجام و بررسی جوانه‌زنی در پتری‌دیش‌های پلاستیکی نه سانتی‌متر حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک صورت گرفت. قبل از شروع آزمایش پتری‌ها با استفاده از الکل ضدعفونی شده و در داخل هر پتری دیش ۲۵ بذر قرار داده شد. شمارش بذور جوانه زده، به دلیل سرعت جوانه‌زنی بالای این گونه بصورت هر ۱۲ ساعت یک بار به مدت هفت روز صورت گرفت. معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه اولیه و قابل رویت بودن آن (حداقل به طول یک میلی‌متر) در نظر گرفته می‌شد. پارامترهای مورد ارزیابی طول ریشه اولیه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه و وزن خشک دانه‌رست‌ها بودند که با استفاده خط‌کش و ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. محاسبه سرعت جوانه‌زنی بذور با استفاده از معادله (۱) انجام گرفت (Piccolo et al., 1993):

$$RS = \sum_{i=1}^n Si/Di \quad (1) \text{ معادله}$$

که در این معادله، RS: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه زده در واحد زمان)، Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش و Di: واحد زمان تا شمارش n ام می‌باشد.

برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش و رسم نمودارها به ترتیب از نرم افزارهای SAS 9.1 و MS Excel استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (سطح احتمال پنج درصد) انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی ترتیکاله در سطح بسیار بالایی قرار داشت و تمامی بذور در طی مدت آزمایش به ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی دست یافتند. ترتیکاله یک گیاه اصلاح شده و مدرن است. بنابراین، در شرایط مطلوب از لحاظ درصد جوانه‌زنی مشکل چندانی ندارد. براساس نتایج مطالعه‌ای که روی خصوصیات جوانه‌زنی شش رقم ترتیکاله در شرایط بروز تنش‌های مختلف محیطی (شوری و خشکی) انجام شده بود، درصد جوانه‌زنی تمام ارقام مورد مطالعه در تیمار شاهد برابر ۱۰۰ درصد بود (Khazaei et al., 2012).

(افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشردگی خاک) باشد. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ کیلو دالتون سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌گردد. اسید فولویک نیز با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ کیلو دالتون سبب تشکیل کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌شود (Samavat & Malakoti, 2005). اسید هیومیک در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و یا افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه می‌شود. همچنین افزودن این ماده آلی به خاک افزایش میزان کلروفیل برگ، افزایش ریشه‌های جانبی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو را به دنبال دارد (Nardi et al., 2002). نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که کاربرد اسید هیومیک باعث تحریک رشد، جذب بهتر عناصر بخصوص عناصر کم مصرف می‌شود (Bohme & Thi, 1997).

مواد هیومیکی به عنوان محرک جوانه زنی بذور گونه‌های مختلف گیاهان عمل می‌کنند (Piccolo et al., 1993). بررسی دیگری نشان از تأثیر مثبت مواد هیومیکی بر وزن خشک دانه‌رست ذرت (Zea mays L.) و یولاف (Avena sativa L.) داشت (Lee & Bartlett, 1976). منحنی رشد گیاه با افزایش غلظت اسید هیومیک روند مستقیمی دارد، ولی با افزایش این غلظت از حد مطلوب رشد گیاه همگام با افزایش غلظت مواد هیومیکی کاهش می‌یابد (Chen & Aviad, 1990). در مطالعه دیگری مواد هیومیکی سبب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌اولیه و رشد دانه‌رست‌های گوجه فرنگی (Lycopersicon esculentum L.) در حد آستانه متوسط غلظت اسید هیومیک شد (Turkman et al., 2005). کاربرد مواد هیومیکی با غلظت‌های متوسط باعث افزایش درصد جوانه زنی، وزن تر و خشک دانه‌رست ری‌گراس (Lolium multiflorum L.) شد، دلیل این افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد عنوان شد (Asenjo et al., 2000). مکانسیم عمل مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی گیاهان مختلف بطور دقیق مشخص نیست، ولی در برخی منابع بر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی بخصوص اسید جیبرلیک) و غیرمستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) آن بر جوانه‌زنی و رشد گیاه اشاره شده است (Muscolo et al., 1999). برخی دیگر از منابع بر بهبود نفوذپذیری غشاء در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأکید دارند (Chen & Aviad, 1990).

هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر غلظت‌های مختلف مواد مختلف هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فلوویک) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه ارقام مختلف ترتیکاله بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی

سرعت جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف پیش تیمار، رقم و اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم، غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار، رقم و نوع پیش تیمار و اثرات متقابل سه‌گانه بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۱). بررسی اثرات اصلی نشان داد که بالاترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و صفر میلی‌لیتر بر لیتر تیمار با میانگین‌های ۱۵/۵۷ و ۱۳/۴۵ بذر در هر ۱۲ ساعت بدست آمد (جدول ۲). در بین دو رقم مورد استفاده نیز رقم ET 89-15 (۱۵ بذر در هر ۱۲ ساعت) سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم ET 79-17 (۱۳/۶۲ بذر در هر ۱۲ ساعت) نشان داد، ولی بین نوع پیش تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

بررسی اثر متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم مورد استفاده نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار در رقم ET 89-15 و غلظت ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار در رقم ET 79-17 به ترتیب با میانگین‌های ۱۶/۱۶ و ۱۲/۵ بذر جوانه‌زده در ۱۲ ساعت بدست آمد (شکل ۱). همچنین بررسی اثر متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک و تیمار شاهد با میانگین‌های ۱۵/۹ و ۱۳/۴۳ بذر جوانه‌زده در ۱۲ ساعت بدست آمد (شکل ۲). مطالعه اثر متقابل بین رقم مورد استفاده و نوع پیش تیمار حاکی از بالاتر بودن سرعت جوانه‌زنی در رقم ET 89-15 و پیش تیمار اسید هیومیک بود، ولی بین پیش تیمار اسید هیومیک و اسید فلوویک در رقم ET 89-15 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده است که غلظت‌های بین ۴۰ تا ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر مواد هیومیکی بهتر از غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر عمل می‌کند، احتمال دارد که دلیل این امر بهبود و تسریع آزاد شدن آنزیم‌های لازم جهت رشد دانه‌رست در غلظت‌های میانی باشد، زیرا مکانسیم عمل بسیاری از اسیدهای آلی بصورت دندان‌اره‌ای^۱ می‌باشد. بدین معنی که در غلظت‌های مشخصی باعث بهترین واکنش از سوی گیاه می‌شوند و در غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر اثر کمتری را دارا هستند. به نظر می‌رسد که اسید فلوویک با توجه به وزن مولکولی کمتر جذب سریع‌تری نسبت به اسید هیومیک داشته و سریع‌تر جذب بذر می‌شود. به نظر می‌رسد که مواد هیومیکی توانایی تحریک جوانه‌زنی را دارا باشند (Piccolo et al., 1993). همچنین مواد هیومیکی توانایی افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی را در گونه‌های گندم و یولاف دارد (Lee & Bartlett, 1976).

طول ساقچه و ریشه اولیه

نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف پیش تیمار، ارقام مختلف تربیتکاله، نوع ماده پیش تیمار همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بین آنها بر طول ساقچه و ریشه اولیه تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین طول ریشه اولیه و ساقچه در بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار، به ترتیب در غلظت‌های ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر و شاهد به ترتیب با میانگین‌های ۱۱۷ و ۱۲۷/۲۵ میلی‌متر و ۱۵ و ۳۶/۶۵ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۲). در بین ارقام مختلف نیز بیشترین طول ریشه اولیه و ساقچه با میانگین‌های ۹۱ و ۱۰۴/۳۷ میلی‌متر متعلق به رقم ET 89-15 بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پیش تیمار اسید فلوویک باعث افزایش معنی‌دار در صفات طول ریشه اولیه و ساقچه نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک شد (جدول ۲).

مطالعه اثرات متقابل بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و رقم-های مختلف تربیتکاله نشان داد که بیشترین و کمترین طول ساقچه و ریشه اولیه به ترتیب در تیمارهای غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار و رقم ET 89-15 با میانگین‌های ۱۴۷/۳۳ و ۱۳۲/۵ میلی‌متر و شاهد (غلظت صفر) و رقم ET 79-17 با میانگین‌های ۲۹ و ۱۵ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و نوع پیش تیمار نشان داد که بالاترین طول ریشه اولیه و ساقچه در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک و کمترین طول ریشه اولیه و ساقچه در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). بررسی میانگین‌های اثرات متقابل ارقام مختلف تربیتکاله و نوع پیش تیمار نشان داد که بیشترین طول ساقچه و ریشه اولیه در رقم ET 89-15 و پیش تیمار اسید هیومیک (به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۵ و ۹۲ میلی‌متر) بدست آمد، ولی پیش تیمار اسید فلوویک (به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۳ و ۹۱ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری با پیش تیمار اسید هیومیک در رقم ET 89-15 نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که یکی از مهمترین اثرات مواد هیومیکی روی رشد یک گیاه اثر بر تولید هورمون‌های گیاهی بخصوص جیبرلیک اسید باشد، همچنین این هورمون نقش بسیار حیاتی در جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست دارد، بنابراین، احتمال می‌رود که کاربرد مواد هیومیکی در غلظت‌های متوسط باعث تحریک تولید هورمون جیبرلیک در دانه‌رست‌های جوانه‌زده شده و باعث ایجاد تغییرات در غلظت‌های مختلف کاربرد پیش تیمار شده باشد. سرعت جوانه‌زنی بیشتر در تیمارهای با غلظت متوسط زمانی بیشتری را در اختیار دانه‌رست جهت استفاده بیشتر از منابع موجود در بذر جهت افزایش توسعه ریشه اولیه و ساقچه قرار داده است. همبستگی بالایی بین طول ساقچه و ریشه اولیه با سرعت جوانه‌زنی وجود دارد، با افزایش سرعت جوانه‌زنی، روند افزایشی طول ریشه اولیه و ساقچه مشاهده شد (شکل‌های ۴ و ۵).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه زنی و دانه رست های تریکاله

Table 1- Analysis of variance (mean of square) of germination and seedling properties of triticale

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	سرعت جوانه زنی Germination rate	طول ریشه اولیه Radicle length	طول ساقچه Plumule length	وزن خشک ریشه اولیه Radicle dry weight	وزن خشک ساقچه Plumule dry weight	وزن خشک دانه رست Seedling dry weight
غلظت پیش تیمار (A) Pretreatment concentration (A)	3	11.49***	2730.00***	2200.00***	118.00 ^{ns}	58.00***	129.00 ^{ns}
رقم (B) Cultivar (B)	1	23.24***	1646.00***	2058.00***	1.00 ^{ns}	261.00***	128.00 ^{ns}
نوع پیش تیمار (C) Type of pretreatment (C)	1	0.02 ^{ns}	1764.00***	408.00***	563.00*	70.00***	159.00 ^{ns}
A×B	3	1.10***	2717.00***	1274.00***	217.00*	41.00***	258.00 ^{ns}
A×C	3	0.64**	693.00***	127.00***	115.00 ^{ns}	33.80**	115.00 ^{ns}
B×C	1	0.96**	2255.00***	721.00***	465.00*	10.00 ^{ns}	59.00 ^{ns}
A×B×C	3	0.60**	550.00***	220.00***	187.00 ^{ns}	2.08 ^{ns}	245.00 ^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	32	0.09	29.14	7.70	71.64	3.70	100.68
کل Total	47	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	2.12	7.35	3.31	97.00	20.44	30.41

^{ns}, **, * و *** به ترتیب نشان دهنده غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال پنج، یک و ۰/۱ درصد می باشد.

ns, *, ** and *** are non-significant and significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

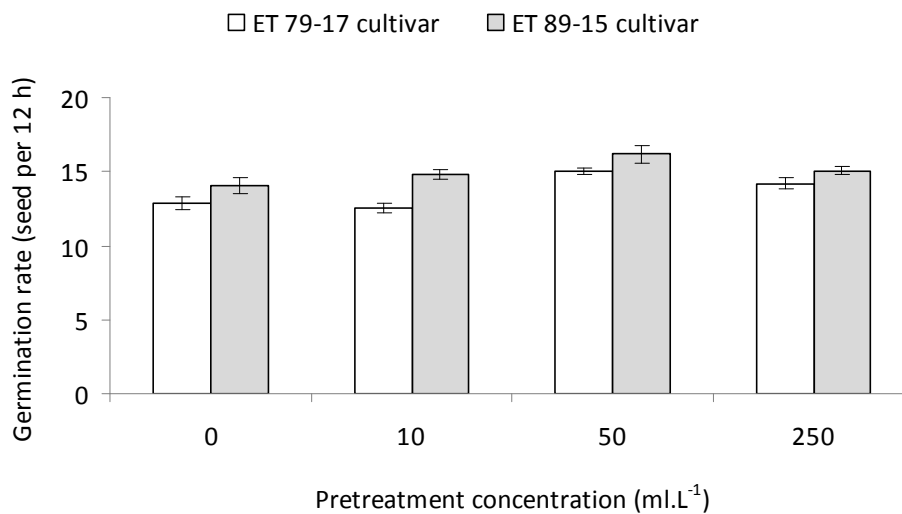
جدول ۲- مقایسات میانگین اثرات اصلی صفات گیاهچه ای و جوانه زنی ارقام مختلف تریکاله تحت غلظت های مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک

Table 2- Mean comparison of germination and seedling properties of two triticale cultivars based on different concentrations of Humic acid and Fulvic acid

غلظت (میلی لیتر بر لیتر) Concentration (ml.lit ⁻¹)	سرعت جوانه زنی (بذر در ۱۲ ساعت) Germination rate (seed per 12 h)	طول ریشه اولیه (میلی متر) Radicle length (mm)	طول ساقچه (میلی متر) Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه اولیه (میلی گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقچه (میلی گرم) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک دانه رست (میلی گرم) Seedling dry weight (mg)
0	13.4c*	15.1d	35.6d	11.3a	7.3b	37.7a
10	13.6c	54.5c	60.5c	6.4a	7.8b	31.1a
50	15.5a	117.9a	127.2a	11.4a	12.7a	34.2a
250	14.6b	106.4b	111.2b	6.5a	10.5a	29.7a
رقم ET 79-17 ET 79-17 cultivar	13.6b	54.1b	63.1b	8.8a	7.0b	34.6a
رقم ET 89-15 ET 89-15 cultivar	15.3a	91.4a	104.3a	8.4a	11.7a	31.3a
اسید هیومیک Humic acid	14.3a	67.3b	80.7b	5.2b	8.2b	34.8a
اسید فلوویک Fulvic acid	14.3a	79.5a	86.5a	12a	10.6a	31.3a

*میانگین های دارای حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور، فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD هستند.

*Similar letters in each column show non-significant differences according to LSD Test at 5% level of probability.

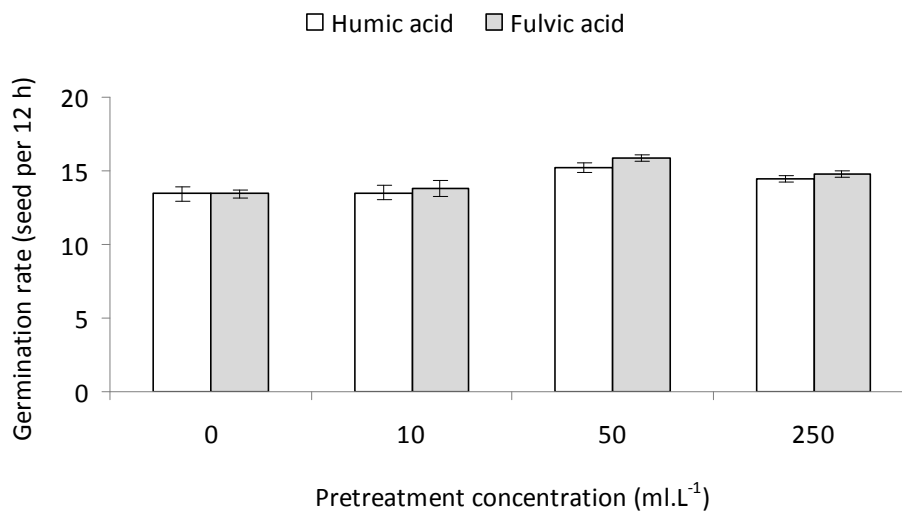


شکل ۱- میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی مربوط به اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم تریتیکاله

Fig. 1- Means of interactions between pretreatment concentration and triticale cultivars for germination rate

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ۲- میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی مربوط به اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع پیش تیمار

Fig. 2- Means of interactions between pretreatment concentration and pretreatment type for germination rate

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

هیومیکی باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه گوجه-فرنگی شد (Turkman et al., 2005).

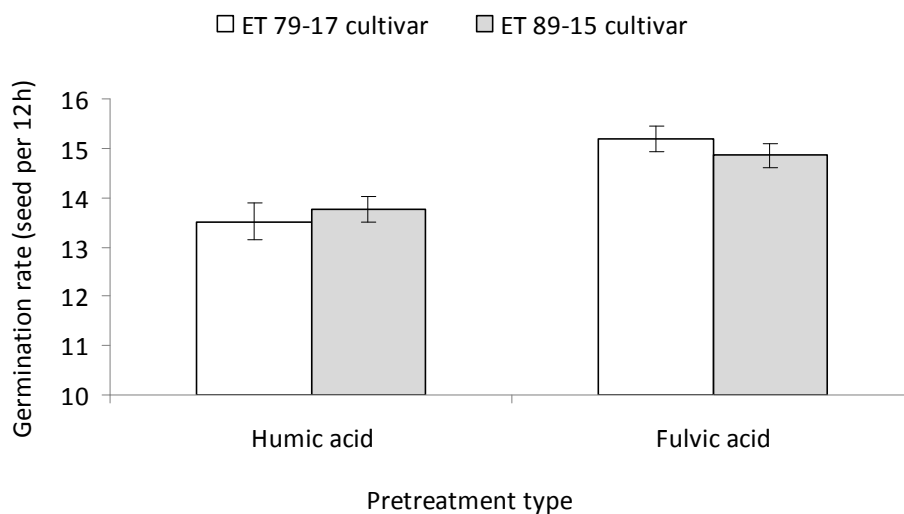
وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان از تأثیر معنی‌دار ($p \leq 0.001$) غلظت‌های مختلف پیش تیمار، ارقام مختلف تریتیکاله و نوع پیش تیمار بر وزن خشک ساقه‌چه داشت، ولی تنها تیمار دارای تأثیر

مکانسیم عمل مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی گیاهان مختلف بطور دقیق مشخص نیست، ولی در برخی منابع بر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی بخصوص جیبرلیک اسید) و غیر مستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) اسید هیومیک بر جوانه‌زنی و رشد گیاه اشاره شده است (Muscolo et al., 1999). برخی دیگر از منابع بر بهبود نفوذپذیری غشاء در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأکید دارند (Chen & Aviad, 1990). همچنین پیش تیمار با مواد

ولی بر وزن خشک ریشه اولیه معنی دار بود ($p \leq 0.05$)، اثرات متقابل سه گانه تأثیر معنی داری بر وزن خشک ریشه اولیه و ساقه چه نشان نداد (جدول ۱). بالاترین و کمترین میانگین وزن خشک ساقه چه در غلظت ۵۰ میلی لیتر بر لیتر پیش تیمار با میانگین ۱۲ میلی گرم و شاهد با میانگین ۷/۳ بدست آمد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ساقه چه در بین ارقام مختلف تریتیکاله در رقم ET 89-15 با میانگین ۱۱/۷ میلی گرم مشاهده شد (جدول ۲). بالاترین و کمترین وزن خشک ریشه اولیه و ساقه در پیش تیمار اسید فلوویک با میانگین های ۱۲ و ۱۰/۶ میلی گرم بدست آمد (جدول ۲).

معنی دار ($p \leq 0.05$) بر وزن خشک ریشه اولیه، نوع ماده پیش تیمار بود (جدول ۱). بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای اعمال شده نشان داد که اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و رقم مورد استفاده بر وزن خشک ساقه چه ($p \leq 0.001$) و ریشه اولیه ($p \leq 0.05$) معنی دار بود. اثرات متقابل بین غلظت پیش تیمار و نوع ماده پیش تیمار بر وزن خشک ریشه اولیه تأثیر معنی داری نداشت، ولی بر وزن خشک ساقه چه معنی دار بود ($p \leq 0.01$) (جدول ۱). همچنین مطالعه نتایج اثرات متقابل بین ارقام مختلف تریتیکاله و نوع ماده پیش تیمار نشان داد که این تیمارها بر وزن خشک ساقه چه تأثیر معنی داری نداشت،

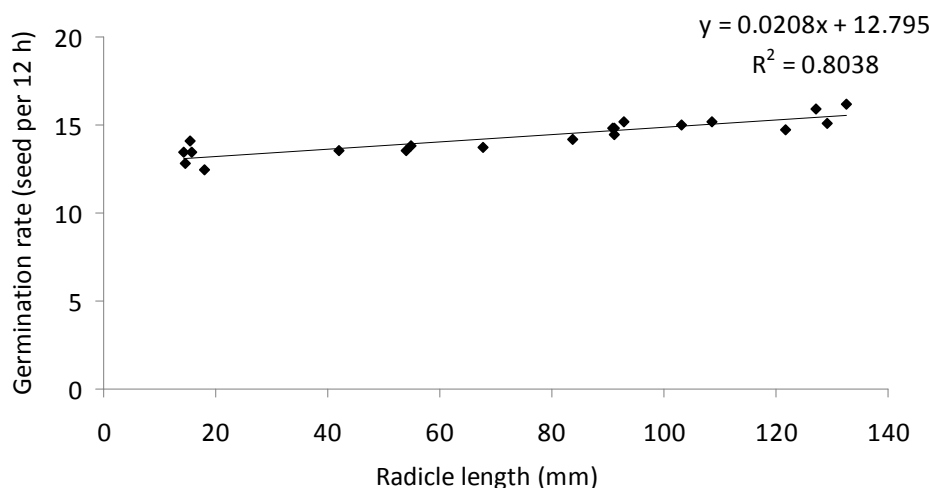


شکل ۳- میانگین های سرعت جوانه زنی مربوط به اثرات متقابل بین رقم تریتیکاله و نوع پیش تیمار

Fig. 3- Means of interactions between triticale cultivars and pretreatment type for germination rate

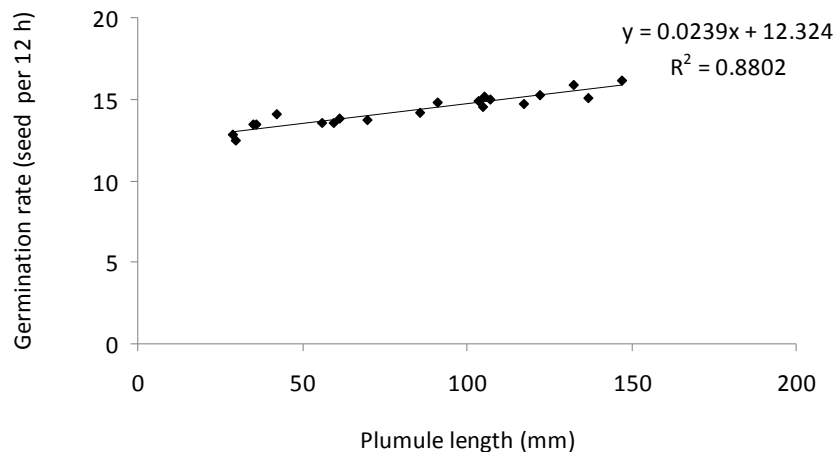
میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل ۴- رابطه بین سرعت جوانه زنی و طول ریشه اولیه

Fig. 4- Relationship between germination rate and radicle length

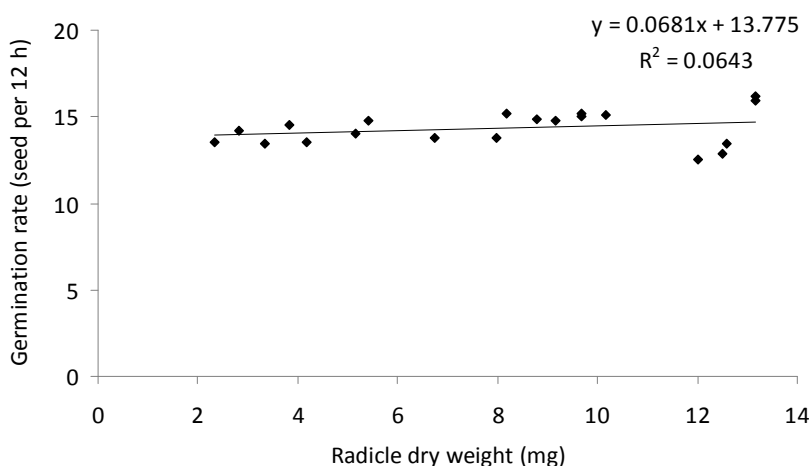


شکل ۵- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه

Fig. 5- Relationship between germination rate and plumule length

وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که افزایش وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید فلوویک در رقم ET 89-15 نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده، بدلیل بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه اولیه و ساقه‌چه باشد که باعث استفاده بهتر دانه‌رست از منابع موجود در بذر در این تیمار جهت استفاده از این منابع جهت افزایش وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه شده است و همبستگی بالای بین وزن خشک ساقه‌چه با سرعت جوانه‌زنی نیز تأیید کننده این نکته است (شکل ۶). کاربرد مواد هیومیکی با غلظت‌های متوسط باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک دانه‌رست ری‌گراس (*Lolium perenne L.*) شد، دلیل این افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد عنوان شد (Asenjo et al., 2000).

بررسی میانگین‌های اثرات متقابل بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و ارقام مختلف تریتیکاله نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین‌های وزن خشک ریشه اولیه و ساقه‌چه به ترتیب مربوط به غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر رقم ET 89-15 با میانگین‌های ۱۳/۱۶ و ۱۵/۶۶ میلی‌گرم و غلظت ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر رقم ET 79-17 با میانگین‌های ۴ و ۶/۵ میلی‌گرم است (جدول ۳). مطالعه میانگین‌های اثرات متقابل بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار و نوع پیش تیمار بر وزن خشک ساقه‌چه و ریشه اولیه، نشان از برتری تیمار ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار اسید فلوویک بر سایر تیمارهای اعمال شده به ترتیب با میانگین‌های ۱۳/۱۶ و ۱۵/۵ میلی‌گرم داشت (جدول ۳). همچنین بررسی تأثیر اثرات متقابل بین ارقام تریتیکاله و نوع ماده پیش تیمار حاکی از برتری، پیش تیمار اسید فلوویک و رقم ET 89-15 نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک و رقم ET 79-17 در صفات



شکل ۶- رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک ساقه‌چه

Fig. 6- Relationship between germination rate and plumule dry weight

وزن خشک دانه‌رست

همچنین احتمال دارد که تفاوت‌های مختصری نیز که در بین میانگین‌های وزن خشک دانه‌رست‌ها در تیمارهای مختلف وجود دارد تحت تأثیر تنفس بذر جهت تولید انرژی برای رشد ریشه اولیه و ساقه‌چه باشد (جدول ۲).

اثرات ساده تیمارها و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر وزن خشک کل دانه‌رست معنی‌دار نبود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که مهمترین دلیل این امر این است که این آزمایش در تاریکی صورت گرفته و دانه‌رست‌ها فتوسنتزی جهت افزایش وزن خود نداشتند،

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل دوگانه بین غلظت پیش تیمار، رقم تریکاله و نوع ماده هیومیکی مربوط به ریشه‌اولیه و ساقه‌چه تریکاله

Table 3- Mean comparison of interactions between pretreatment concentration, triticale cultivars, and pretreatment type for radicle and plumule parameters.

سطح تیمار Treatment level	طول ریشه‌اولیه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌اولیه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)
A ₁ B ₁	14.67d*	28.98g	12.50a	7.33bc
A ₁ B ₂	15.50d	42.33f	5.17ab	7.35bc
A ₂ B ₁	18.00dd	29.83g	5.50ab	6.60c
A ₂ B ₂	90.83c	91.17d	5.42ab	9.50b
A ₃ B ₁	103.17b	107.17c	9.67ab	8.33bc
A ₃ B ₂	132.50a	147.33a	13.17ab	15.67a
A ₄ B ₁	83.83c	85.83e	2.83b	6.50bc
A ₄ B ₂	129.00a	136.67b	10.17ab	14.50a
A ₁ C ₁	15.83e	36.15f	3.33b	6.67c
A ₁ C ₂	14.33e	35.17f	12.58a	8.00c
A ₂ C ₁	54.00d	59.67e	4.17b	8.33c
A ₂ C ₂	54.83d	61.33e	6.75ab	7.33c
A ₃ C ₁	108.50b	122.17b	9.67ab	8.50bc
A ₃ C ₂	127.17a	132.33a	13.17ab	15.50a
A ₄ C ₁	91.17c	105.00d	3.83b	9.33bc
A ₄ C ₂	121.67a	117.50c	9.17ab	11.67b
B ₁ C ₁	42.00c	56.16c	2.33a	5.42c
B ₁ C ₂	67.83b	69.75b	7.99a	8.75b
B ₂ C ₁	92.75b	105.33a	8.17a	11ab
B ₂ C ₂	91.17a	103.42a	8.79a	12.5a

A₁, A₂, A₃ و A₄: به ترتیب غلظت‌های صفر، ۱۰، ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار، B₁ و B₂: به ترتیب رقم‌های ET 79-17 و ET 89-15 و C₁ و C₂: به ترتیب نوع پیش تیمار اسید هیومیک و اسید فولوویک هستند.

A₁, A₂, A₃ and A₄: are pretreatment concentration of 0, 10, 50 and 250 ml.l⁻¹, B₁ and B₂: are ET 79-17 and ET 89-15 and C₁ and C₂: are Humic acid and Fulvic acid, respectively.

* میانگین‌های در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد آزمون LSD هستند.

* Similar letters in each column show non-significant differences according to LSD Test at 5% level of probability.

پذیری بهتری نسبت به رقم ET 79-17 از پیش تیمار با مواد هیومیکی نشان داد. در بین غلظت‌های مختلف پیش تیمار نیز غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر پیش تیمار تأثیر بهتری نسبت به سایر غلظت‌ها بر سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات دانه‌رست داشت.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که پیش تیمار بذر با مواد هیومیکی تأثیر بسیار مناسبی بر خصوصیات جوانه‌زنی و دانه‌رست‌های تریکاله دارد. پیش تیمار اسید فولوویک نسبت به پیش تیمار اسید هیومیک تأثیر مناسب‌تری داشت، همچنین رقم ET 89-15 تأثیر

منابع

1- Asenjo, M.C.G., Gonzalez, J.L., and Maldonado, J.M. 2000. Influence of Humic extracts on germination and

- growth of ryegrass. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31: 101-114.
- 2- Bohme, M., and Thi Lua, H. 1997. Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulture* 450: 161-168.
 - 3- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of Humic substances on plant growth. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-186.
 - 4- Gliessman, S.R. 1999. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. USA: Lewis Publishers (CRC Press) 220 pp.
 - 5- Khazaei, H.R., Nezami, A., Eshghizadeh, H.R., Reyahe Neya, S., and Shojaei, K. 2012. Germination and growth characteristics of *Triticale* under drought and salt stresses. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(1): 33-42. (In Persian with English Summary)
 - 6- Khoochehi, A., and Azizi, G. 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*. *Iranian Journal of Field Crops Research* 1(3): 81-88. (In Persian with English Summary)
 - 7- Lack, S.H., Golabi, M., Mojaddam, M., Siadat, S.A., and NourMohamadi, G. 2005. Study on the effects of plant density and cutting height on forage and grain yield of triticale under Ahwaz conditions. *Iranian Journal of Agronomy* 1(7): 29-43. (In Persian with English Summary)
 - 8- Lal, R. 2000. World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Advance Agronomy* 71: 145-191.
 - 9- Lee, Y.S., and Bartlett, R.J. 1976. Stimulation of plant growth by Humic substances. *Soil Science* 40: 876-879.
 - 10- Lukaszewski, A.J., and Gustafson, J.P. 1983. Translocations and modifications of chromosomes in triticale×wheat hybrids. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 64: 239-248.
 - 11- Maccarthy, P. 2001. The principles of Humic substances. *Soil Science* 166: 738-751.
 - 12- Muscolo, A., Bavolo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, S. 1999. Earthworm Humic matter produced auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1303-1311.
 - 13- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of Humic substances on higher plants. *Soil Biological Biochemistry* 34: 1527-1536.
 - 14- Piccolo, A., Celano, G., and Pietramellara, G. 1993. Effects of fractions of coal-derived Humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). *Biology and Fertility of Soils* 16: 11-15.
 - 15- Samavat, S. and Malakoti, M. 2005. Necessity of produce and utilization of organic acids for increase of quality and quantity of agricultural products. Sana Publisher. Tehran, Iran 52 pp. (In Persian)
 - 16- Turkman, o., Demir, S., Sensoy, S. and, Dursun, A. 2005. Effect of Arbuscular Mycorrhizal fungus and Humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *Biological Sciences* 5: 565-574.