مقاله کوتاه

تأثیر نانو ذرات کیتوزان و نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی و برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهچه کینوا (*Chenopodium quinoa*)

علی منصوری [۱]، حشمت امیدی [۲،*]

چکیده مبسوط

مقدمه: کینوا با نام علمی (***Chenopodium quinoa* Willd**) متعلق به خانواده اسفناجیان است. بنیه بذر را می‌توان به کمک انواع روش‌های پرایمینگ بذر بهبود بخشید. در این روش بذرها در آب و یا محلول‌های مختلف اسمزی خیسانده شده و سپس تا رطوبت اولیه خشکانده می‌شوند. بعد از تیمار پرایمینگ، بذر همانند بذرهای تیمار نشده ذخیره و کشت می‌شوند. نیترات پتاسیم پرمصرف‌ترین ماده شیمیایی برای افزایش جوانه‌زنی بذرهاست و توسط انجمن متخصصان رسمی بذر و انجمن بین المللی آزمون‌های بذربرای آزمایش‌های جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها توصیه شده است. در سال‌های اخیر استفاده از مواد نانو ترکیب بسیار مورد توجه پژوهشگران بوده است. کیتین که یکی از فراوان‌ترین پلی‌ساکاریدهای موجود در طبیعت می‌باشد، زنجیره پلیمری از N-استیل گلوکوزامین است و با پروتئین‌ها و ترکیبات آلی دیگر همراه می‌باشد و کاربردهای متعدد صنعتی، دارویی و کشاورزی برای آن گزارش شده است. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر نانو ذرات کیتوزان و نیترات پتاسیم بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، خصوصیات جوانه‌زنی، محتوای کلروفیل و رطوبت نسبی گیاه کینوا انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر پیش تیمار بذر کینوا با نانو ذرات کیتوزان و محلول نیترات پتاسیم در مراحل اولیه جوانه‌زنی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در آزمایشگاه فرآوری بذر دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه شاهد تهران در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پرایمینگ با نانو ذرات کیتوزان در ۴ سطح (بدون پرایم، ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۴ درصد وزنی- حجمی) و نیترات پتاسیم در ۳ سطح (بدون پرایم، ۰/۲ و ۰/۵ درصد وزنی- حجمی) و هیدروپرایم به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بودند. تعداد ۱۰۰ بذر برای هر تکرار از هر تیمار، با استفاده روش‌های استاندارد پرایمینگ توسط مواد ذکر شده تیمار و پس از خشک شدن در داخل پتری، روی کاغذ واتمن شماره ۱، در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند تا عمل جوانه‌زنی انجام شود. پس از آن صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، ضریب جوانه‌زنی، ضریب آلومتری، محتوای نسبی آب، محتوای کلروفیل **a** و **b** توسط روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: تیمار بذر با محلول نیترات پتاسیم ۰/۲درصد باعث افزایش ۹ درصدی جوانه‌زنی و تیمار با کیتوزان ۰/۰۱درصد باعث افزایش ۱۴ درصدی جوانه‌زنی نسبت به تیمار بدون پرایم شد. تیمار پرایمینگ با محلول ۰/۵درصد نیترات پتاسیم و ۰/۰۱درصد کیتوزان نسبت به تیمار بدون پرایم ۳۶درصد افزایش را نشان می‌دهد. نیترات پتاسیم باعث افزایش ۲۵درصد طول ریشه‌چه و ۱۰درصد طول ساقه‌چه شد. همچنین کیتوزان ۰/۰۱درصد باعث افزایش ۶ درصدی طول ریشه‌چه شد و پرایم بذور با کیتوزان ۰/۰۲درصد و نیترات پتاسیم ۰/۲درصد باعث افزایش ۳۲ درصدی طول ریشه‌چه شد. بیشترین سطح کلروفیل ***a*** در تیمار ۰/۰۲ درصد کیتوزان و ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم بدست آمد. این ترکیب تیماری باعث افزایش ۳۳ درصدی سطح کلروفیل ***a*** شد. بیشترین مقدار کلروفیل ***b*** در نتیجه اعمال تیمار ۰/۰۱ درصد کیتوزان و ۰/۵ درصد نیترات پتاسیم بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تیمار ۰/۰۱ درصد وزنی- حجمی کیتوزان به همراه ۰/۵ درصد وزنی- حجمی نیترات پتاسیم باعث به دست آمدن بالاترین درصد جوانه‌زنی، محتوای کلروفیل ***a*** و ***b***، محتوای نسبی آب، طول ساقه‌چه شد. تیمار ۰/۰۲ درصد کیتوزان به همراه ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم باعث به دست آمدن بالاترین میزان ضریب آلومتری و طول ریشه‌چه شد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، ضریب آلومتری، طول ریشه‌چه، کلروفیل، محتوای نسبی

جنبه‌های نوآوری:

۱- نانو ماده کیتوزان و نیترات پتاسیم میزان جوانه زنی کینوا را افزایش می‌دهد.

۲- نانو ماده کیتوزان و نیترات پتاسیم میزان محتوای کلروفیل *a* و *b* را افزایش می‌دهد.

[۱] دانشجوی دکتری زراعت دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران
[۲] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد تهران
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲)

DOI: 10.29252/yujs.5.1.147

CrossMark

مقدمه

کینوا[1] با نام علمی (*Chenopodium quinoa* Willd) یک گیاه دولپه‌ای، متعلق به خانواده اسفناجیان[2] است. این گیاه بومی منطقه آند، بولیوی، شیلی و پرو است و بیش از ۵۰۰۰ سال قدمت دارد (فاو[3]، ۲۰۱۱). کینوا دارای مسیر فتوسنتزی ۳ کربنه است (گانگوپادیای[4] و همکاران، ۲۰۰۲). کینوا دارای سیستم ریشه‌ایی توسعه یافته و منشعب است که تا عمق ۱/۵ متری خاک فرو می‌رود و این مسئله موجب می‌شود به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی مقاومت نشان دهد (گودو و گوپتا[5]، ۱۹۹۹). پروتئین بذر این گیاه بین ۱۳/۸۱ تا ۲۱/۹ درصد است. این گیاه تنها گیاهی است که کل آمینواسیدهای ضروری بدن را تأمین می‌کند (بارگاوا[6] و همکاران، ۲۰۰۶).

کینوا غنی از لیزین و اسیدهای آمینه سولفوردار است درحالی‌که پروتئین غلات از لحاظ این آمینواسیدها کمبود دارد. بذر کینوا دارای حدود ۱۶ تا ۲۲ درصد پروتئین است. پروتئین کینوا بیشتر از نوع آلبومین و گلوبولین است. تعادل مناسب آمینواسیدها مشابه با آمینواسیدهای ضروری موجود در شیر است. برگ‌های کینوا نیز دارای میزان بالایی از پروتئین باکیفیت ویتامین‌ها، کلسیم، فسفر و آهن است و همچنین دارای آمینواسیدهایی است که در گندم موجود نیست مانند پرولین، آسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید، سیستئین، سرین و تیروزین (بارگاوا و همکاران، ۲۰۰۶).

کینوا با شرایط اقلیمی متعددی سازگار است. این گیاه به شرایط بیابانی و گرم و اقلیم خشک سازگار است و در مناطقی با رطوبت ۴۲ تا ۱۱ درصد می‌تواند رشد کند و دمای ۴- تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند. این گیاه کارایی بالایی در استفاده از آب دارد و به تنش خشکی متحمل است و عملکرد قابل قبولی در مناطقی با بارندگی ۱۲۲ تا ۲۲۲ میلی‌متر تولید می‌کند. کینوا در شرایط بسیار شور می‌تواند رشد کند و در گروه گیاهان متحمل به تنش شوری می‌تواند دسته‌بندی شود. شیب خط کاهش بعد از آستانه ۱/۱ درصد و آستانه تحمل به شوری آن ۴ دسی زیمنس بر متر است (جانکوروا[7]، ۲۰۰۹).

بنیه بذر را می‌توان به کمک انواع روش‌های پرایمینگ بذر[8] که باعث افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی می‌شوند، بهبود بخشید (هیدکر و کولبیر[9]، ۱۹۷۸). در این روش بذرها در آب و یا محلول‌های مختلف اسمزی خیسانده شده و سپس تا رطوبت اولیه خشکانده می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر بذرها تا مرحله دوم آبنوشی پیش می‌روند؛ ولی وارد مرحله سوم جوانه‌زنی نمی‌شوند. بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (مک‌دونالد[10]، ۲۰۰۰).

نیترات پتاسیم[11] پرمصرف‌ترین ماده شیمیایی برای افزایش جوانه‌زنی بذرهاست و استفاده از محلول آن در آزمایش‌های معمولی جوانه‌زنی عمومیت دارد و توسط انجمن متخصصان رسمی بذر[12] و انجمن بین‌المللی آزمون‌های بذر[13] برای آزمایش‌های جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها توصیه شده است (کوپلند و مک‌دونالد[14]، ۱۹۹۵).

در سال‌های اخیر استفاده از مواد نانو ترکیب بسیار مورد توجه پژوهشگران رشته‌های مختلف از جمله کشاورزی بوده است (حقیقی[15] و همکاران، ۲۰۱۲). کیتین که یکی از فراوان‌ترین پلی‌ساکاریدهای موجود در طبیعت است، زنجیره پلیمری از N-استیل گلوکوزامین است و با پروتئین‌ها و ترکیبات آلی دیگر همراه است و کاربردهای متعدد صنعتی، دارویی و کشاورزی برای آن گزارش شده است (بابل و کورنیاوان[16]، ۲۰۰۳؛ اوبارا[17] و

[1] Quinoa
[2] Chenopodiaceae
[3] FAO
[4] Gangopadhyay
[5] Gudu and Gupta
[6] Bhargava
[7] Jancurva
[8] Seed Priming
[9] Heydecker and Coolbear
[10] McDonald
[11] KNo_3
[12] AOSA
[13] ISTA
[14] Copland and McDonald
[15] Haghighi
[16] Babel and Kurniawan
[17] Obara

همکاران، ۲۰۰۳؛ وانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۳). کیتوزان یکی از مشتقات کیتین است. در کشاورزی از کیتوزان برای پوشش دادن بذر، برگ و میوه (دولیگر[2] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۴) استفاده می‌شود. همچنین به‌عنوان کود و در کنترل آزادسازی ترکیبات شیمیایی سموم (سوکواتاناسینیت[3] و همکاران، ۲۰۰۱)، برای افزایش تولید گیاه، تحریک ایمنی گیاه (هریش[4] و همکاران، ۲۰۰۷)، محافظت گیاهان در مقابل میکروارگانیسم‌ها (پزپیسنی[5] و همکاران، ۱۹۹۱) و تحریک جوانه‌زنی و رشد گیاه به کار می‌رود. اثر مثبت کیتوزان بر جوانه‌زنی و رشد جوانه‌های گیاهان زیادی از جمله گندم (وی[6] و همکاران، ۲۰۰۷)، رشد ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌های گیاهان مختلف از جمله ژربرا[7] (ونیچپونگپان[8] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۱) و همچنین رشد گیاهان مختلف از جمله سویا (لی[9] و همکاران، ۲۰۰۵) مشخص شده است. است.

کینوا گیاهی متحمل به شرایط محیطی نامساعد است و می‌توان آن را در مناطق با شرایط نامساعد کشور مثل مناطق با خاک‌های شور و خشک کشت کرد. این گیاه در اهواز، مشهد و کرج کشت شده و عملکرد مناسبی داشته است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر نانو ذرات کیتوزان و نیترات پتاسیم بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، خصوصیات جوانه‌زنی، محتوای کلروفیل و رطوبت نسبی گیاه ارزشمند کینوا انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار بذر کینوا با نانو ذرات کیتوزان و محلول نیترات پتاسیم در مراحل اولیه جوانه‌زنی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در آزمایشگاه فرآوری بذر دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه شاهد تهران در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پرایمینگ با نانو ذرات کیتوزان در ۴ سطح (بدون پرایم، ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۴ درصد وزنی- حجمی) و نیترات پتاسیم در ۳ سطح (بدون پرایم، ۰/۲ و ۰/۵ درصد وزنی- حجمی) و هیدروپرایم به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بودند (گوآن[10] و همکاران، ۲۰۰۹). به‌منظور تهیه محلول کیتوزان، مقدار کافی از پودر نانو ذره کیتوزان توسط ترازوی دقیق وزن شده سپس در محلول اسید استیک ۱درصد حل شد (مهدوی[11]، ۲۰۱۳). جهت تهیه محلول نیترات پتاسیم نیز، بر اساس غلظت‌های موردنیاز، پودر نیترات پتاسیم با دقت توزین شده و در آب مقطر حل شد. سپس به تعداد ۱۰۰ بذر برای هر تکرار از هر تیمار، در محلول‌های تیماری قرار داده شد و پس از گذشت ۱۲ ساعت بذرها از محلول‌ها خارج شده و توسط آب مقطر شست‌وشو داده شدند. پس از آن بذرها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خشک شد (پرمون[12] و همکاران، ۲۰۱۳) و سپس تعداد ۱۰۰ عدد بذر در داخل پتری‌های شسته شده با هیپوکلریت سدیم به ابعاد (۱۰ × ۱/۵ سانتی‌متر) و روی کاغذ واتمن شماره ۱ قرار داده شده و به هر پتری ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. به‌منظور کاهش تبخیر آب دور پتری‌ها با پارافیلم بسته شد و سپس پتری‌ها به درون ژرمیناتور با دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد (ایستا[13]، ۲۰۱۳)، رطوبت نسبی ۷۰درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال پیدا کردند (زنگ[14] و همکاران، ۲۰۱۳). شمارش بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه تا ثابت شدن جوانه‌زنی به مدت ۴ روز در زمان معین انجام شد و بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شد که ریشه‌چه آن‌ها به طول ۲ میلی‌متر از پوسته خارج شده بودند (ایستا، ۲۰۱۳). بعد از ۴ روز اندازه‌گیری طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه با خط کش و برحسب سانتی‌متر و اندازه‌گیری وزن‌تر توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم و برحسب میلی‌گرم انجام شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه‌ها، پس از خشک کردن

[1] Wang
[2] Devlieghere
[3] Sukwattanasinitt
[4] Harish
[5] Pospieszny
[6] Wei
[7] *Gerbera jamesonii*
[8] Wanichpongpan
[9] Lee
[10] Guan
[11] Mahdavi
[12] Parmoon
[13] ISTA
[14] Zeng

گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در درون آون، از ترازوی دقیق استفاده شد.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه ۱ استفاده شد (ایوب[1] و همکاران، ۲۰۱۳):

رابطه ۱:

= درصد جوانه‌زنی

۱۰۰× (جوانه‌زده بذرهای تعداد)/(بذرها کل تعداد)

ضریب آلومتری با محاسبه نسبت وزنی ساقه‌چه به ریشه‌چه (باقری[2] و همکاران، ۲۰۱۱) و ضریب جوانه‌زنی طبق رابطه ۲ محاسبه شد (فتحی امیرخیز[3] و همکاران، ۲۰۱۵). در رابطه زیر میانگین مدت زمان جوانه زنی(*MGT*) است.

رابطه ۲: $\text{ضریب جوانه‌زنی} = \frac{1}{MGT} \times 100$

چهار روز پس از کاشت، جهت محاسبه محتوای نسبی آب پس از توزین وزن‌تر گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یک ظرف سربسته در داخل آب مقطر شناور شده و سپس دوباره توزین شدند (وزن اشباع). بعدازآن نمونه‌ها به داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شده و سپس وزن خشک آن‌ها توزین شد. درصد محتوای نسبی آب توسط رابطه ۳ (قاسم[4] و همکاران، ۲۰۰۳) محاسبه شد. در این رابطه FW وزن‌تر، DW وزن خشک و TW وزن در تورگر کامل است.

رابطه ۳:

$$\text{درصد محتوای نسبی آب} = \left(\frac{FW - DW}{TW - DW}\right) \times 100$$

برای تعیین مقادیر کلروفیل a، b در مرحله ۲ برگی برحسب میکروگرم بر میلی‌لیتر، میزان ۰/۵ گرم بافت تازه گیاهچه به همراه ۵ میلی لیتر استون ۸۰درصد خوب سابیده شده و سپس در سانتریفیوژ در ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. سپس جذب عصاره حاصل در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و در رابطه ۴ و ۵ جهت اندازه‌گیری پارامترها وارد شد. (آرنون[5]، ۱۹۴۹).

رابطه ۴: $Chl_a = 12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645})$

Chl_a: محتوای کلروفیل *a*

رابطه ۵: $Chl_b = 22.9\ (A_{645}) - 2.69\ (A_{663})$

Chl_b: محتوای کلروفیل *b*

تجزیه داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، کیتوزان، نیترات پتاسیم و اثر متقابل این دو بر میزان درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشتند. در تحقیقی که ژو[6] و همکاران (۲۰۰۲) روی اثر کیتوزان بر جوانه‌زنی بادام‌زمینی انجام دادند، نتایج مشابهی گزارش شد. همچنین در تحقیقی دیگر اثرات مثبت سطوح رقیق کیتوزان بر جوانه‌زنی سویا گزارش شد (منصوری[7]، ۲۰۱۵). کیتوزان می‌تواند فرآیندهای گیاهی را در هر سطح از سازمان بیولوژیکی گیاه تحریک کند که حاصل تغییرات در سطح مولکولی و حتی تغییر بیان ژن‌هاست (لیمپاناویچ[8] و همکاران، ۲۰۰۸).

دمیرکارا[9] و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی خود روی آفتاب‌گردان، گزارش کردند که پیش تیمار بذر نیترات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی شد. همچنین عباس نژاد[10] و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهش خود روی نخود نتایج مشابهی گزارش کردند. یکی از دلایل اثر مثبت محرک‌های شیمیایی مانند نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر احتمالاً به دلیل به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش مواد

[1] Ayub
[2] Bagheri
[3] Fathi Amirkhiz
[4] Qasim
[5] Arnon
[6] Zhou
[7] Mansouri
[8] Limpanavech
[9] Demir Kara
[10] Abbasnezhad

بازدارنده رشد مانند آبسیزیک‌اسید[1] است (قاسمی پیربلوطی[2] و همکاران، ۲۰۰۷).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر نیترات پتاسیم و کیتوزان و اثر متقابل آن‌ها بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). استفاده از محلول کیتوزان برای پرایمینگ بذر کینوا اثر مثبتی بر افزایش طول ریشه‌چه داشت به‌طوری‌که پرایم بذر با کیتوزان ۰/۰۲درصد و نیترات پتاسیم ۰/۲درصد باعث افزایش ۳۲ درصدی طول ریشه‌چه شد. اثر متقابل نیترات پتاسیم و کیتوزان بر رشد ساقه‌چه نشان داد که با کاربرد ۰/۰۱درصد کیتوزان و ۰/۵ درصد نیترات پتاسیم بیشترین طول ساقه‌چه بدست آمد (جدول ۲). نیترات پتاسیم نقش مهمی در تشکیل پروتوپلاسم و سلول‌های جدید ایفا می‌کند و افزایش طول گیاه را تحریک می‌کند. همچنین پتاسیم عنصر ضروری برای مکانیسم فیزیولوژیک رشد گیاهی است (آیشه[3] و همکاران، ۲۰۰۷). به‌هرحال مکانیسم عمل کیتوزان روی رشد ناشناخته باقی‌مانده است. احتمالاً کیتوزان ممکن است سیگنالی را برای سنتز هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین القاء کند و رشد و نمو گیاه را توسط بعضی مسیرهای سیگنالینگ مربوط به بیوسنتز اکسین، از طریق مسیر وابسته به تریپتوفان، افزایش دهد (اوتایراتاناکیج[4] و همکاران، ۲۰۰۷).

ضریب جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد تغییرات ضریب جوانه‌زنی تحت اثر نیترات پتاسیم و کیتوزان در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل نیترات پتاسیم و کیتوزان نیز در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. بهترین ضریب جوانه‌زنی در تیمار توأم کیتوزان ۰/۰۲ درصد و نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد وزنی حجمی بدست آمد (جدول ۲). این تیمار باعث افزایش ۱۴ درصدی ضریب جوانه‌زنی نسبت به تیمار بدون پرایم شد. بیان‌شده پرایمینگ باعث افزایش میزان سنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین و تحرک هرچه بیشتر مواد ذخیره‌ایی در بذر می‌شود که به همین دلیل درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه افزایش می‌یابد (بردفورد[5]، ۱۹۹۵).

ضریب آلومتری

در این پژوهش اثر کیتوزان، نیترات پتاسیم بر ضریب آلومتری معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر متقابل کیتوزان و نیترات پتاسیم بر ضریب آلومتری اثر معنی‌داری داشت. بهترین ترکیب تیماری برای بدست آمدن بالاترین ضریب آلومتری ترکیب تیمارهای ۰/۰۲ درصد کیتوزان و ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم بود. این تیمار توانست ضریب آلومتری را نسبت به تیمار بدون پرایم حدود ۳۶ درصد افزایش دهد (جدول ۲). گرچه نسبت بین اندام هوایی و زمین تحت کنترل ژنتیک است ولی شرایط محیطی به اندازه زیادی بر آن اثر دارد. در برخی از منابع از این صفت به‌عنوان نمایانگر میزان قدرت و مقاومت بذر نسبت به شرایط نامساعد محیطی یادشده است (حسینی[6] و همکاران، ۲۰۰۸).

[1] ABA
[2] Qasemi Pirbalooti
[3] Aisha
[4] Uthairatanakij
[5] Bradford
[6] Hoseyni

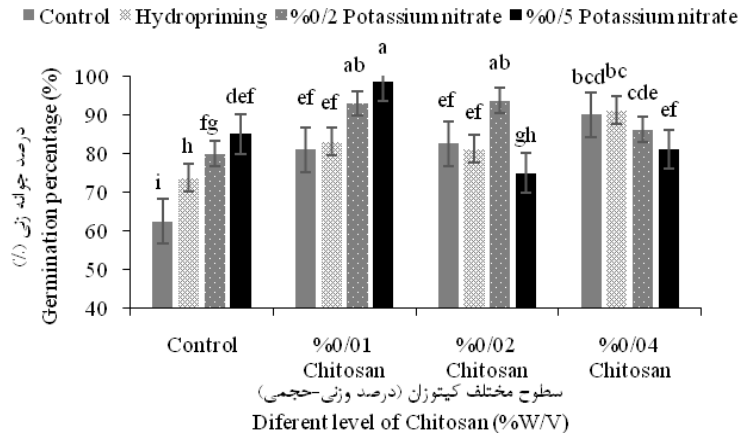
جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات سطوح مختلف نانوذره کیتوزان و نیترات پتاسیم بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه کینوا.

Table 1. Analysis of variance for effects of different levels of chitosan nanoparticle and potassium nitrate on some morpho-physiological properties of quinoa plant.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares								
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ساقه‌چه Shoot length	طول ریشه‌چه Root length	ضریب جوانه‌زنی Germination factor	ضریب آلومتریک Allometric factor	محتوای نسبی آب Relative water content	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b
کیتوزان Chitosan (C)	3	251.04**	1.18**	4.19**	0.018**	0.155**	8.887**	442.34**	33.24**
نیترات پتاسیم Potassium nitrate (K)	3	613.54**	0.44**	4.35**	0.017**	0.234**	6.387**	92.99**	10.41**
C×K	9	240.97**	0.58**	0.9008**	0.015**	0.165**	2.625**	28.91**	10.31**
خطا Error	48	17.9	0.09	0.1	0.002	0.01	0.8	1.3	0.2
درصد ضریب تغییرات C.V. (%)		5.06	8.3	9.7	5.06	7.5	7.1	2.6	9.1

**: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

**: non-significant difference, significant difference at the level of 5 and 1 percent probability, respectively



شکل ۱- اثر متقابل کیتوزان و نیترات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی کینوا. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤ ۰/۰۵).

Figure 1. Interaction between chitosan and potassium nitrate on germination percentage of quinoa. Columns with similar letters have no significant difference (P≤0.05) based on Duncan's multi-range test.

محتوای نسبی آب

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) کیتوزان و نیترات پتاسیم و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱درصد بر محتوای نسبی آب اثر معنی‌داری داشت. بهترین سطح محتوای نسبی آب در تیمار کیتوزان ۰/۰۱ درصد و نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد بدست آمد که با تیمار بدون پرایم اختلاف مثبت ۲۲ درصدی داشت (شکل ۲). در پژوهشی با موضوع اثر پرایمینگ بر صفات فیزیولوژیک گل‌گاوزبان در شرایط تنش خشکی این نتیجه به دست آمد که پرایمینگ با نیترات پتاسیم بر محتوای نسبی آب برگ اثر معنی‌داری داشت که با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد (دستبرهان و قاسمی گلعذانی[1]، ۲۰۱۵). محتوای نسبی آب یکی از ویژگی‌های مؤثر در تداوم رشد تحت شرایط تنش بوده و مقدار بالاتر آن می‌تواند عامل استمرار رشد در شرایط تنش باشد (کومار و سینک[2]، ۱۹۹۸) چنانچه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (رائو و مندهام[3]، ۱۹۹۱). محتوای نسبی آب برگ شاخص مناسبی برای بیان وضعیت آب در گیاهان بوده و وضعیت فراگیرتری از تعادل بین میزان عرضه آب نسبی برگ و میزان تعرق را نشان می‌دهد (یاسن و ماماری[4]، ۱۹۹۵).

کلروفیل *a* و *b*

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثرات نیترات پتاسیم، کیتوزان و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کلروفیل *a* و *b* در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. بیشترین مقدار کلروفیل *a* و *b* در نتیجه اعمال تیمار ۰/۰۱ درصد کیتوزان و ۰/۵ درصد نیترات پتاسیم بدست آمد. افزایش میزان کلروفیل *a* و *b* در این تیمار نسبت به تیمار بدون پرایم ۳۳ درصد بود. استفاده از هر دو محلول نیترات پتاسیم و کیتوزان نسبت به استفاده هر کدام به تنهایی، اثرات بهتری بر میزان کلروفیل *a* و *b* داشت (شکل ۳ و ۴).

نورسته‌نیا و فرجادی[5] (۲۰۱۵) در پژوهشی مشاهده مشاهده کردند که پیش‌تیمار بذر توتون با سطوح مختلف نیترات پتاسیم می‌تواند سطح کلروفیل‌های *a* و *b* را افزایش دهد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. تأثیر نیترات پتاسیم می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم در سنتز پیش ماده رنگیزه‌های کلروفیلی باشد (لئو[6] و همکاران، ۲۰۱۴).

[1] Dastborhan and Ghassemi-Golezani
[2] Kumar and Singh
[3] Rao and Mendham
[4] Yassen and Mamari
[5] Norasteh Nia and Farjadi
[6] Liu

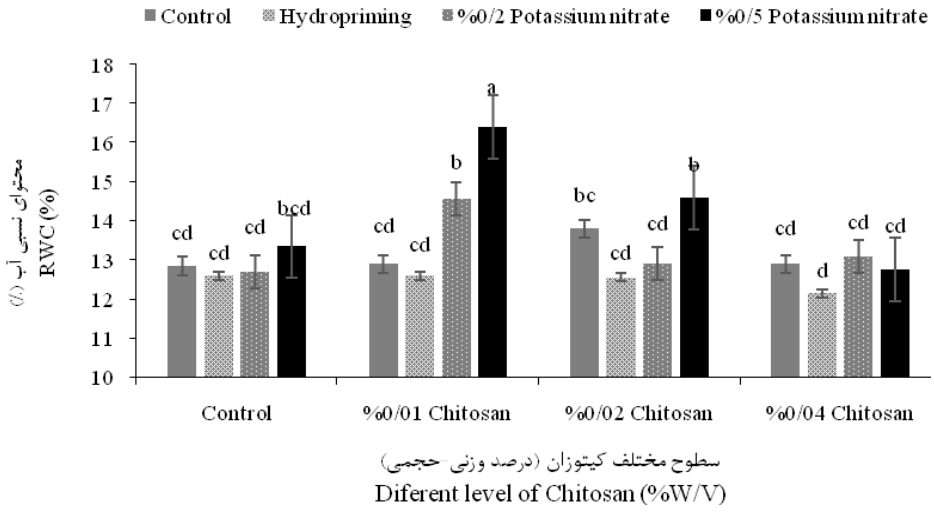
جدول ۲- مقایسه اثر متقابل سطوح مختلف کیتوزان و نیترات پتاسیم برای میانگین خصوصیات جوانه‌زنی کینوا

Table 2. Comparison of the interaction between different levels of chitosan and potassium nitrate for the average quinoa germination properties

کیتوزان (درصد وزنی-حجمی) Chitosan (%W/V)	نیترات پتاسیم (درصد وزنی-حجمی) Potassium nitrate (%W/V)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	ضریب جوانه‌زنی Germination factor	ضریب آلومتری Allometric factor
0	0	4.28 ^{ab}	4.22 ^{df}	1.13 ^{cb}	1.35 ^{f}
	Hydroprime	3.83 ^{cd}	3.24 ^{h}	1.02 ^{cf}	1.57 ^{e}
	0.2	3.85 ^{bd}	5.03 ^{ab}	1.03 ^{df}	1.61 ^{de}
	0.5	3.74 ^{ed}	4.68 ^{bd}	1.11 ^{cd}	1.57 ^{e}
0.01	0	3.2 ^{f}	4.38 ^{de}	1.12 ^{cd}	1.91 ^{bc}
	Hydroprime	3.34 ^{ef}	4.26 ^{ed}	1.06 ^{cf}	1.94 ^{ab}
	0.2	3.47 ^{df}	4.75 ^{bd}	1.01 ^{ef}	1.66 ^{de}
	0.5	4.69 ^{a}	4.88 ^{ac}	1 ^{f}	1.23 ^{f}
0.02	0	3.53 ^{df}	3.61 ^{gh}	1.09 ^{cd}	1.76 ^{cd}
	Hydroprime	3.46 ^{df}	3.65 ^{fg}	1.08 ^{ce}	1.74 ^{ce}
	0.2	3.45 ^{df}	5.35 ^{a}	1.11 ^{cd}	2.1 ^{a}
	0.5	4.2 ^{bc}	3.98 ^{eg}	1.29 ^{a}	1.67 ^{de}
0.04	0	3.51 ^{df}	3.13 ^{h}	0.99 ^{f}	1.7 ^{de}
	Hydroprime	3.14 ^{f}	3.41 ^{gh}	0.99 ^{f}	1.66 ^{de}
	0.2	3.75 ^{de}	3.55 ^{gh}	1.08 ^{ce}	1.58 ^{de}
	0.5	3.7 ^{de}	4.52 ^{be}	1.19 ^{b}	1.64 ^{de}

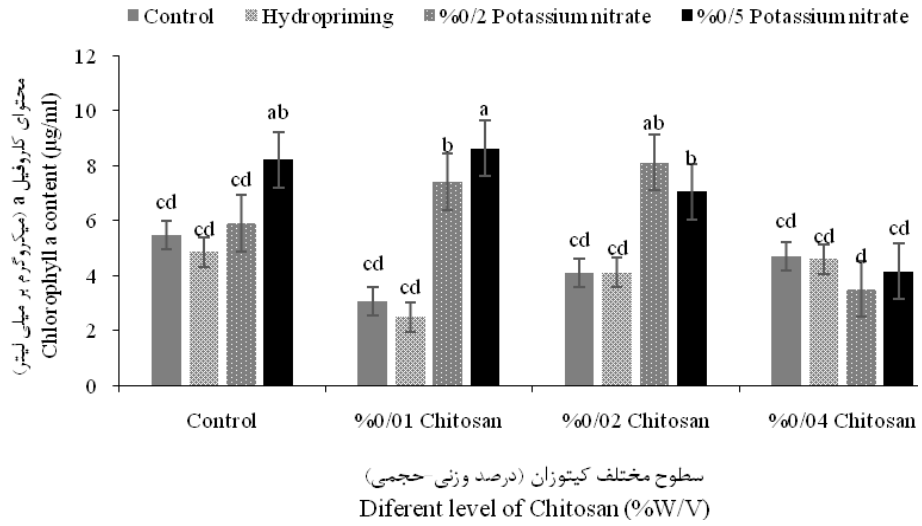
در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵درصد آزمون دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, means with similar superscript letters are not significantly different at P<0.05 of Duncan's multi-range test.



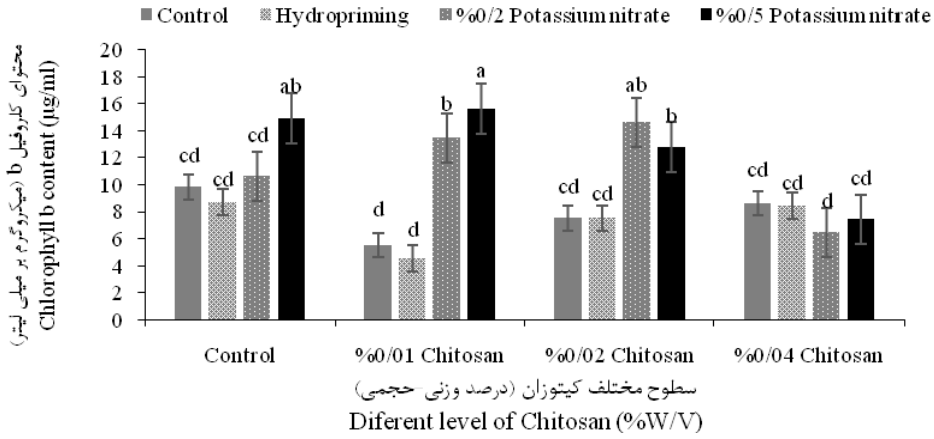
شکل ۲- اثر متقابل کیتوزان و نیترات پتاسیم بر محتوای نسبی آب اندام هوایی گیاهچه کینوا. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤ ۰/۰۵).

Figure 2. The interaction between chitosan and potassium nitrate on the relative water content in the quinoa plant. Columns with similar letters have no significant difference (P≤0.05) based on Duncan's multi-range test.



شکل ۳- اثر متقابل کیتوزان و نیترات پتاسیم بر محتوای کلروفیل a گیاهچه کینوا. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤ ۰/۰۵).

Figure 3. Interaction between chitosan and potassium nitrate on the content of chlorophyll a and quinoa seedlings. Columns with similar letters have no significant difference (P≤0.05) based on Duncan's multi-range test.



شکل ۴- اثر متقابل کیتوزان و نیترات پتاسیم بر محتوای کلروفیل b گیاهچه کینوا. ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند (P≤ ۰/۰۵).

Figure 4. Interaction between chitosan and potassium nitrate on the content of chlorophyll b and quinoa seedlings. Columns with similar letters test have no significant difference (P≤0.05) based on Duncan's multi-range test.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار ۰/۰۱ درصد وزنی- حجمی کیتوزان به همراه ۰/۵ درصد وزنی- حجمی نیترات پتاسیم باعث به دست آمدن بالاترین درصد جوانه‌زنی شد. علاوه بر این تیمار فوق‌الذکر باعث بروز بالاترین میزان محتوای کلروفیل a و b نیز شد. همچنین بالاترین محتوای نسبی آب و بالاترین میزان طول ساقه‌چه نیز با این تیمار به دست آمد. تیمار ۰/۰۲ درصد کیتوزان به همراه ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم باعث به دست آمدن بالاترین میزان ضریب آلومتری و طول ریشه‌چه شد. این نتایج نشان داد که این تیمار می‌تواند تأثیر به نسبت قابل قبولی در مقابله با اثرات تنش

خشکی و شوری داشته باشد. از این‌رو می‌توان این تیمار را برای پژوهش‌های آینده توصیه کرد.

منابع

Abbas Nezhad, A., Hosseini, N., Tavakol Afshari, N. and Sharif Zadeh, F. 2009. Evaluation of the possibility of changing the sowing date using seed priming method on grain yield and its parts in chickpea cultivars. Iranian Journal of Field Crop Science, 40(1): 26-39. [In Persian with English Summary].

Aisha, A.H., Rizk, F.A., Shaheen, A.M. and Abdel-Mouty, M.M. 2007. Onion plant growth, bulb yield and its physical and chemical properties as affected by organic and natural fertilization. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(5): 380-388.

Fathi Amirkhiz, K., Omidi, H., Heshmati, S. and Jafarzadeh, L. 2012. Study of black cumin (*Nigella sativa* L.) germination attributes and seed vigur under salinity stress by osmopriming accelerators pretreatment. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 299-310. [In Persian with English Summary].

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24(1): 1-15. https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1

Ayub, M., Ibrahim, M., Noorka, I.R., Tahir, M., Tanveer, A. and Ullah, A. 2013. Effect of seed priming on seed germination and seedling growth of garden cress (*Lepidium sativum* L.). International Journal of Agriculture and Applied Sciences, 5(2): 1-5.

Babel, S. and Kurniawan, T.A. 2003. Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: A review. Journal of Hazardous Materials, 97: 219-243. https://doi.org/10.1016/S0304-3894(02)00263-7

Bagheri, M., Zare, A. and Yari, R. 2011. Effect of drought stress on germination behavior and morphological characteristics of artemisia (*Artemisia sieberi* Besser) seedling. Pajouhesh and Sazandgi, 24(3): 65-71. [In Persian with English Summary].

Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. Chenopodium quinoa an Indian perspective. Industrial crops and products, 23(1): 73-87. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.04.002

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In "Seed Development and Germination " (J. Kigel and G. Galili, Eds.). Marcel dekkerinc. New York. 351-396 p.

Copland, L.O. and McDonald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technoloy. Thired edition. Champan and Hall. 393.

Dastborhan, S. and Ghassemi-Golezani, K. 2015. Influence of seed priming and water stress on selected physiological traits of borage. Polish Society for Horticultural Science, 2(27): 151-159. https://doi.org/10.1515/fhort-2015-0025

Demir Kaya, M., Games, O., Atak, M., Cikili, Y. and Kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24: 291-295. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.08.001

Devlieghere, F., Vermeulen, A. and Debevere, J. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiology, 21(6): 703-714. https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.02.008

FAO. 2011. Quinoa; an acient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean, 63 p.

Gangopadhyay, G., Das, S. and Mukherjee, K.K. 2002. Speciation in chenopodium in West Bengal, India. Genetic Resources and Crop Evolution, 49: 503-510. https://doi.org/10.1023/A:1020909128003

Guan, Y.J., Hu, J., Wang, X.J. and Shao, C.X. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Zhejiang University-Science, 10: 427-433. https://doi.org/10.1631/jzus.B0820373

Gudu, S. and Gupta, V.K. 1999. Male-sterility in the grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* ex-Nepal) variety Jumia. Euphytica, 37: 23-26. https://doi.org/10.1007/BF00037218

Haghighi, M., Afifipour, Z. and Mozafarian, M. 2012. The effect of N-Si on tomato seed germination under levels. Journal of Biological and Environmental Sciences, 6(16): 87-90. [In Persian with English Summary].

Harish Prashanth, K.V., Dharmesh, S.M., Jagannatha Rao, K.S. and Tharana than, R.N. 2007. Free radical-induced chitosan depolymerized products protect calf thymus DNA from oxidative damage. Carbohydrate Research, 342: 190-195. https://doi.org/10.1016/j.carres.2006.11.010

Heydecker, W. and Coolbear, P. 1978. Seed treatment for improved performance: Survey and attempted prognosis. Seed Science and Technology, 5: 353-425.

Hosseini, F., Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A.A., Fathi, Q.A. and Shirin, M. 2008. Seed effects on germination and other growth parameters of seedlings of five canola cultivars under laboratory conditions. Summary of articles of the first national conference on seeds science and technology of Iran. Gorgan University, Golestan, Iran. [In Persian with English Summary].

Jancurva, M. 2009. A Quinoa- areview. Czech science, 27(2): 71-79. https://doi.org/10.17221/32/2008-CJFS

Kumar, A. and Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed Brassica species. Annuals of Botany, 81: 413-420. https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0573

Lee, Y.S., Kim, Y.H. and Kim, S.B. 2005. Changes in the respiration, growth and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. Hort Science, 40: 1333-1335.

Limpanavech P., Chaiyasuta S., Vongpromek R., Pichyangkura R., Khunwasi C., Chadchawan S., Lotrakul P., Bunjongrat R., Chaidee A. and Bangyeekhun T. 2008. Chitosan effects on floral production, gene expression, and anatomical changes in the Dendrobium orchid. Hort Science, 116(1): 65-72. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.10.034

Liu, J., Li, J., Su, X. and Xia, Z. 2014. Grafting improves drought tolerance by regulating antioxidant enzyme activities and stress-responsive gene expression in tobacco. Environmental and Experimental Botany, 107: 173-179. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.012

Mahdavi, B. 2013. Seed germination and growth responses of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk) to chitosan and salinity. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(10):1084-1088.

Mansouri, G.V, Omidi, H., and Rezaei, M.K. 2015. Investigation of chitosan application on soybean germination (*Glycine max* L.) under salinity stress conditions. Iranian Journal of Seed Research, 2(3): 171-178. [In Persian with English Summary].

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. (eds. M. Black and J. D. Bewley). Sheffield Academic press, 287-325.

Norasteh Nia, A. and Farjadi, M. 2015. Interaction between drought stress and potassium nitrate on some physiological responses of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of New Findings in Biological Sciences, 4(2): 260-271. [In Persian with English Summary].

Obara, K., Ishihara, M., Ishizuka, T., Fujita, M., Ozeki, Y., Maehara, T., Saito, Y., Yura, H., Matsui, T. and Hattori, H. 2003. Photocrosslinkable chitosan hydrogel containing fibroblast growth factor-2 stimulates wound healing in healing oxidative enzymes and osmoregulation

among three different genotypes of Radix Astragali at seeding stage. Colloids and Surface Science Botany, 49: 60-65.

Parmoon, Gh., Ebadi, A., Ghaviazm, A., and Miri, M. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth of Chamomile under salinity. Iranian Sosiaty Agronomy and Plant Breeding Sciences, 6: 145-164. [In Persian with English Summary].

Pospieszny, H., Chirkov, S. and Atabekov, J. 1991. Induction of antiviral resistance in plants by chitosan. Plant Science, 79: 63-68. https://doi.org/10.1016/0168-9452(91)90070-O

Qasemi Pirbalooti, A., Golparvar, M., Dehkordi, V. and Navid, V. 2007. The effect of different treatments on sleep defeat and germination stimulation of five species of medicinal plants in Chaharmahal-o-Bakhtiyari. Pajouhesh and Sazandgi, 76: 176-191. [In Persian with English Summary].

Qasim, M., Ashraf, M.M., Jamil, A.M., Rehman, Y.S.U. and Rha, E.S. 2003. Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annual Application of Biology, 142(3): 307-316. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2003.tb00255.x

Ramazan, A., Hafiz, I.A., Ahmad, T. and Abbasi, N.A. 2010. Effect of priming whit potassium nitrate and dehusking on seed germination of gladiolus (*Gladiolus alatus*). Pakistan Journal of Botany, 42(1): 247-258.

Rao, M.S.S. and Mendham, N.J. 1991. Soil-plant-water relations of oilseed rape (*Brassica napus* and *B.campestris*). The Journal of Agricultural Science, 117: 197-205. https://doi.org/10.1017/S002185960006528X

Sukwattanasinitt, M., Klaikherd, A., Skulnee, K. and Aiba, S. 2001. Chitosan as a releasing device for 2,4-D herbicide, in: Uragami, T., Kurita, K., Fukamizo T. (Eds.), Chitin and Chitosan in Life Science, Yamaguchi, Japan, 142-143

Uthairatanakij, A., Teixeira da Silva J. A. and Obsuwan K. 2007. Chitosan for improving orchid production and quality. Orchid Science and Biotechnology, 1(1): 1-5.

Wang, X.H., Li, D.P., Wang, W.J., Feng, Q.L., Cui, F.Z., Xu, Y.X., Song, X.H. and vander Werf, M. 2003. Crosslinked collagen/chitosan matrix for artificial livers. Biomaterials, 24: 3213-3220. https://doi.org/10.1016/S0142-9612(03)00170-4

Wanichpongpan, P., Suriyachan K. and Chandrkrachang, S. 2001. Effect of chitosan on the growth of Gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*). Chitin and chitosan: Chitin and Chitosan in Life Science, Yamaguchi, Japan, 198-201.

Wei, S., Zang, X.M., Xue, J.P. and Xiang G. 2007. Effect of chitosan on seeds germination and seedling physiological property of wheat. Periodicals. Journal of Biology, 24 (2): 51-53.

Yassen, B.T. and Mamari, A.L. 1995. Further evaluation of the resistance of black barley to water stress. Agronomy Journal, 174: 19-24.

Zeng, J., Chen, A., Li, D., Yi, B. and Wu, W. 2013. Effects of salt stress on the growth, physiological responses, and glycoside contents of Stevia rebaudiana Bertoni. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(24): 5720-5726. https://doi.org/10.1021/jf401237x

Zhou, Y.G., Yang, Y.D., Qi, Y.G., Zhang, Z.M., Wang, X.J., and Hu, X.J. 2002. Effects of chitosan on some physiological activity in germinating seed of peanut. Journal of Peanut Science, 31: 22-25.

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 5(1), 2018

Yasouj University

Short communication

Effect of Chitosan Nano Particle and Potassium Nitrate on Germination and Some Morpho-physiological Characteristics of Seedlings of Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd)

Ali Mansouri [1], Heshmat Omidi [2, *]

Extended abstract

Introduction: Quinoa, with the scientific name (*Chenopodium quinoa* Willd), belongs to the Spencer family. Seeds vigor can be improved with a variety of seed priming methods. In this method, the seeds are soaked in water or various osmotic solutions and then dried to the original moisture. After priming treatment, seeds are stored and cultivated as untreated seeds. Potassium nitrate is the most frequently used chemical for the purpose of increasing seed germination and is recommended by the Society of Official Seed Specialists and the International Association of Seed Testing for germination experiments of many species. In recent years, the use of nanoscale materials has been of great interest to researchers. Chitin, one of the most abundant polysaccharides in nature, is a polymer chain of N-acetyl glucosamine and is associated with other proteins and other organic compounds, and numerous industrial, pharmaceutical and agricultural applications have been reported for it. The present study was carried out to investigate the effects of chitosan nanoparticles and potassium nitrate on some morphological characteristics, germination characteristics, chlorophyll content and relative humidity of quinoa plant.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of pretreatment of quinoa seeds with chitosan nanoparticles and potassium nitrate solution on the early stages of germination, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in Seed Processing Laboratory, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Shahed University, Tehran, Iran. Experimental treatments consisted of priming with chitosan nanoparticles in 4 levels (no primers, 0.01, 0.20 and 0.04% w / v) and potassium nitrate in 3 levels (no primers, 0.2 and 0.5% Weight percent) and hydroperime for 2 hours at 25° C. For each replicate of every treatment 100 seeds, using standard priming methods, were treated with the materials mentioned above and were dried in a petri dish on Watman paper No. 1 at 20 ± 1 ° C and relative humidity of 70% and 16 hours of daylight and 8 hours of darkness to make germination work. After that, germination percentage, root length, shoot length, germination coefficient, Allometric coefficient, relative water content, chlorophyll content a and b were measured, using standard methods.

Results: Seed treatment with 0.2% potassium nitrate solution increased germination by 9% and treatment with chitosan 0.01% increased germination by 14%, compared with the non-primer treatment. The priming treatment with a 0.5% solution of potassium nitrate and 0.01% chitosan increased germination by 36%, compared to the non-primer treatment. Potassium nitrate increased root length by 25% and shoot length by 10%. In addition, chitosan 0.01% increased the root length by 6%, and seeds with chitosan 0.02% and potassium nitrate 0.2% increased the root length by 32%. The effects of potassium nitrate, chitosan and their interaction on chlorophyll a and b were significant at 1% probability level. The highest levels of chlorophyll *a* were obtained in 0.02% chitosan and 0.2% potassium nitrate. This formulation increased the chlorophyll *a* content by 33%. The highest amount of chlorophyll b was obtained by applying 0.01% chitosan and 0.5% potassium nitrate.

Conclusion: The results of this study showed that treatment with 0.01% w/v chitosan and 0.5% w/v potassium nitrate resulted in the highest germination percentage, chlorophyll content a and b, relative water content, and stem length. Treatment with 0.02% chitosan and 0.2% potassium nitrate resulted in the highest allometric coefficient and root length.

Keywords: Allometric coefficient, Chlorophyll, Relative water content, Root length, Germination percentage

Highlights:

1- Chitosan nano particle and potassium nitrate increase quinoa germination.
2- Chitosan nano particle and potassium nitrate increase the content of chlorophyll a and b.

[1] Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy, Shahed University Tehran, Tehran, Iran
[2] Assistant Professor, Agricultural College and Medicinal Plant Research Center, Shahed University Tehran, Tehran, Iran

[*]Corresponding author, E-mail address: omidi@shahed.ac.ir
(Received: 02.02.2018; Accepted: 23.06.2018)

DOI: 10.29252/yujs.5.1.147

CrossMark