

Seed Coating of Lateral buds of Sugarcane stem and Determining the Suitable Combination for Producing Single-bud Sugarcane Seeds

Zahra Ajribzadeh¹, Salim Farzaneh^{2*}, Mahmoud Shomeili³, Hamid Reza Baluchi⁴, Aziz Karmollachaab⁵, Raouf Seyed Sharifi⁶

1. Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: z.ajribzade2013@gmail.com
2. Department of Production and Plant Genetics, Ardabil University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran. Email: s.farzaneh@uma.ac.ir
3. Research and Training Institute for Sugarcane and Ancillary Industries of Khuzestan, Iran. Email: Eshomeli@gmail.com
4. Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran. Email: balouchi@yu.ac.ir
5. Amirkabir Agro-industry Company, Ahvaz, Iran. Email: azizchaab@gmail.com
6. Department. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran. Email: raouf_ssharifi@uma.ac.ir

Received: August 10, 2022

Received in revised form: September 10, 2022

Accepted: November 28, 2022

Published online:

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of four types of binders at different levels: carboxymethylcellulose (40, 60 and 80 g/l), arabic gum (50, 100 and 150 g/l), tragacanth (30, 60 and 90 g/l) and starch (45, 60 and 75 g/l) as the first test and four types of nutrients with different levels: humic acid (6, 9 and 12 g/l), filter cake (5, 10 and 15 g/kg), superabsorbent (10, 30 and 45 g/kg) and microcombi fertilizer (10, 20 and 30 g/kg) as the second experiment with control. This study was performed as a completely randomized design with three replications in 2020, in the greenhouse of the sugarcane research station-Khuzestan. The results showed that the effect of four types of binder on sugarcane plant characteristics such as germination rate, stem length, stem dry weight and plant moisture content was significant and the most positive effect was observed in starch gum (60 g/l). Also, four nutrients had a significant effect on some characteristics such as germination rate, stem length, stem dry weight and plant moisture content. The most positive effect for characteristics was observed in humic acid (12 g/l). Due to the most positive effect of starch gum, in later studies, this glue can be used as a binder, along with other nutrients and fillers for planting lateral buds of sugarcane stems to produce artificial single-seeded sugarcane seeds.

Keywords: Binder, Coating, Humic Acids, Nutrient, Starch.

پوشش‌دهی جوانه‌های جانبی ساقه نیشکر و تعیین ترکیب مناسب جهت تولید بذر تک‌جوانه‌ای نیشکر

زهرا عجریب‌زاده^۱، سلیم فرزانه^{۲*}، محمود شمیلی^۳، حمیدرضا بلوچی^۴، عزیز کرملاجعب^۵، رئوف سید شریفی^۶

۱. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: z.ajribzade2013@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: s.farzaneh@uma.ac.ir

۳. مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، ایران. رایانامه: Eshomeli@gmail.com

۴. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران. رایانامه: balouchi@yu.ac.ir

۵. شرکت کشت و صنعت امیرکبیر، اهواز، ایران. رایانامه: azizchaab@gmail.com

۶. گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: raouf_ssharifi@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷

تاریخ انتشار:

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر چهار نوع چسباننده در سطح‌های مختلف کربوکسی‌متیل سلولز (۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم در لیتر)، صمغ عربی (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم در لیتر)، کتیرا (۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرم در لیتر) و نشاسته (۴۵، ۶۰ و ۷۵ گرم در لیتر) به عنوان آزمایش اول و چهار نوع ترکیب تغذیه‌ای با سطح‌های مختلف هیومیک‌اسید (۶ و ۹ و ۱۲ گرم در لیتر)، فیلتریک (۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در کیلوگرم)، سوپر جاذب (۱۰، ۳۰ و ۴۵ گرم در کیلوگرم) و کود میکروکیمی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم) به عنوان آزمایش دوم به همراه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در شرایط گلخانه‌ای ایستگاه تحقیقاتی نیشکر-خوزستان به اجرا در آمد. نتایج نشان داد اثر چهار نوع چسب بر شاخص‌های گیاه نیشکر همچون سرعت سبز شدن، طول ساقه، وزن خشک ساقه و درصد میزان رطوبت گیاه معنی‌دار بود و بیشترین اثر مثبت در چسب نشاسته (۶۰ گرم در لیتر) مشاهده گردید. همچنین چهار ترکیب تغذیه‌ای بر برخی از شاخص‌ها همچون سرعت سبز شدن، طول ساقه، وزن خشک ساقه و درصد رطوبت گیاه اثر معنی‌داری داشت. بیشترین اثر مثبت برای شاخص‌های مورد مطالعه در هیومیک‌اسید (۱۲ گرم در لیتر) مشاهده گردید. با توجه به اثر مثبت بیشتر چسب نشاسته، می‌توان در بررسی‌های بعدی از این چسب به عنوان چسباننده‌ای، همراه با سایر ترکیبات تغذیه‌ای و مواد پرکننده برای پلت کردن جوانه‌های جانبی ساقه نیشکر جهت تولید بذر مصنوعی تک‌جوانه‌ی نیشکر استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: پوشش‌دار کردن، چسباننده، ترکیبات تغذیه‌ای، نشاسته، هیومیک‌اسید.

۱. مقدمه

بذر همواره به عنوان اندام اصلی تکثیر و بقای گیاهان زراعی مطرح بوده است و مهمترین نهاده تولید محصولات زراعی نیز به حساب می‌آید. بنابراین کارایی بذرهای برای جوانه‌زدن و تولید یک گیاه جدید به شرایط محیطی و ماهیت ژنتیکی آن‌ها بستگی داشته است و زراعت گیاهان با استفاده از بذر وابسته به عملیات و تکنیک‌های زراعی می‌باشد (Bareke, 2018). گیاه نیشکر منبع اصلی تولید شکر بوده و از نظر اقتصادی گیاه با ارزشی است. ساقه تازه نیشکر ۹۰ درصد عصاره دارد که حاوی ۱۲ تا ۱۷ درصد ساکارز است. از هر تن ساقه تازه نیشکر حدود ۸۵ تا ۱۱۰ کیلوگرم قند استخراج می‌شود (Nawaz et al., 2017).

گیاه نیشکر به صورت دستی کشت شده و برای کشت آن حدود ۷-۹ تن قلمه نیاز می‌باشد و علاوه بر مصرف زیاد قلمه، هزینه‌های کشت دستی و نیروی کارگری بالا می‌باشد. همچنین با توجه به سطح زیر کشت وسیع این گیاه، یک بازه زمانی مشخص برای کشت آن وجود ندارد. حال با توجه به اهمیت این گیاه و مسائل موجود در کشت آن، استفاده از روش کشت مناسب که منجر به کاهش هزینه‌ها و انجام کشت در یک بازه زمانی مناسب می‌گردد، به طور عمده بر اقتصاد کشور تأثیر می‌گذارد (Nalawade et al., 2017).

در بهبود جوانه‌زنی بذر در برخی گونه‌ها، از مواد مختلفی به صورت پودرهای خشک استفاده می‌شود و ممکن است به طور وسیع به صورت تیمارهای مختلف در جعبه‌های کارنده ریخته شود، این مواد به خوبی به سطح بذر چسبانده نمی‌شود و در نتیجه منجر به مشکلاتی در استعمال، عدم یکنواختی و ایجاد گرد و غبار می‌گردد و مواد مؤثره ممکن است پراکنده شود یا به صورت معلق باقی بماند. لذا استفاده از چسباننده‌های مناسب، یکنواختی در مواد مؤثره را بهبود می‌دهد و در فایق آمدن بر مشکلات ناشی از مصرف پودرهای خشک در پوشش‌دار کردن بذرهای را بهبود می‌دهد. همچنین در روکش‌دار کردن بذر از چسب‌هایی استفاده می‌شود که به طور کلی به آن‌ها چسباننده‌ها (بایندر^۱) و بندزن‌ها (استیکر^۲) گفته می‌شود که برای نگهداری و حفظ مواد در روی بذر استعمال می‌گردند. چسب‌هایی که برای این منظور استفاده می‌شوند شامل کربوکسی‌متیل سلولز، دکستران، صمغ عربی، روغن‌های گیاهی یا پارافین جامد و پلی‌وینیل‌الکل می‌باشند (Taylor & Harman, 1990).

Tesfay et al. (2017) در تحقیق خود نشان دادند با اعمال چسباننده همچون کربوکسی‌متیل سلولز به عنوان مواد پوشش‌دهنده همراه با عصاره مورینگا برای میوه آووکادو، می‌توان از این مواد به عنوان یک پوشش خوراکی آلی جدید در سطح تجاری استفاده کرد. همچنین بیان نمودند که این نوع مواد پوشش‌دهنده می‌تواند جایگزین سازگار با محیط‌زیست باشد که جهت کاهش انتقال آب، تبادل گاز و اکسیداسیون محصولات تازه می‌تواند کاربرد داشته باشد. در آزمایشی et al. (2019) Farzaneh اثرات مثبتی را با پوشش‌دار کردن بذر چغندر قند گزارش نمودند و نشان دادند که پوشش‌دار کردن بذر چغندر قند می‌تواند بر سبز شدن و رشد گیاهچه‌ی این گیاه مؤثر واقع گردد. Bardin & Huang (2003)، در آزمایشی با اعمال ۱۰ نوع مواد چسباننده برای پوشش‌دار کردن بذر چغندر قند جهت تغذیه و کاهش خسارات وارده به بذر مذکور، گزارشات مثبتی را ارائه نمودند و نشان دادند که چسب پلی‌وینیل‌الکل ۱۰ درصد، متیل سلولز یک درصد، کاراگینان پنج درصد و آلژینات یک درصد بیشترین اثرات مثبت را در پوشش‌دهی بذر و نگهداری مواد به همراه داشته است. Marwanto et al. (2020)، با بررسی

¹ Binders

² Stickers

چسب پلی‌وینیل‌الکل به همراه نشاسته با غلظت‌های متفاوت نشان دادند که از میان غلظت‌های مختلف، پلی‌وینیل‌الکل ۵۰ درصد به همراه نشاسته ۵۰ درصد بیشترین اثر مثبت را بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده برای گیاه ذرت داشته است. Farooq *et al.* (2012) بیان نمودند که تیمار بذر و پوشش‌دهی آن با عناصر کم‌مصرف پتانسیل کارآمدی جهت پاسخ به نیاز محصولات زراعی به عناصر کم مصرف را دارد و باعث بهبود در سرعت سبز شدن، عملکرد و بهبود عناصر معدنی دانه می‌گردد. Scott (2015)، تیمارهای مختلفی را جهت پوشش‌دار کردن بذرهای مختلف گیاهان اجرا کردند و در نتیجه برخی از تیمارهای استفاده شده، اثرات مثبتی را بر جوانه‌زنی و رشد و استقرار گیاهان مورد آزمون داشتند و همچنین نتایج به‌دست آمده بیانگر تأثیر مثبت پوشش‌دار کردن بذر بر شاخص‌های گیاهان مورد آزمون می‌باشد و اثر مثبت مواد پوشش‌دهنده بذر بر شاخص‌های گیاه بیانگر این است که لایه پوشش‌دهنده با ایجاد یک لایه جذب کننده رطوبت، شرایط مناسب‌تری را برای استقرار و رشد گیاه فراهم می‌کند. در واقع مواد پوشش‌دهنده استفاده شده با جذب رطوبت از محیط و نگهداری و انتقال آن به بذر و همچنین با در اختیار قرار دادن عناصر تغذیه‌ای باعث تقویت بذر شده و منجر به اثرات مثبت بر رشد گیاه می‌گردد. حال با توجه به اهمیت موضوع پوشش‌دار کردن و تغذیه‌ی بذر، جهت ارتقاء کیفیت محصولات زراعی و نقش این موضوع در نگهداری مواد تغذیه‌ای متناسب با گیاه هدف، در این پژوهش سعی شده است که با استفاده از انواع چسباننده‌ها و ترکیبات تغذیه‌ای و بررسی تأثیر آنها بر روی رشد گیاه نیشکر، بتوان بهترین تیمار همراه با غلظت مناسب از چسباننده‌ها و ترکیبات تغذیه‌ای را به عنوان آندوسپرم مصنوعی جهت تغذیه‌ی تک جوانه‌ی نیشکر جهت انجام کشت به صورت مکانیزه، انتخاب کرد.

۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور تعیین بهترین چسباننده و ترکیبات تغذیه‌ای با غلظت‌های مناسب بر رشد گیاه نیشکر، در شرایط گلخانه در ایستگاه تحقیقاتی نیشکر- خوزستان- ۴۵ کیلومتری جاده اهواز - آبادان، در سال ۱۳۹۸ در دو آزمایش جداگانه به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار نوع چسب کربوکسی‌متیل سلولز (غلظت ۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم در لیتر)، صمغ عربی (غلظت ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم در لیتر)، کتیرا (غلظت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرم در لیتر) و نشاسته (غلظت ۴۵، ۶۰ و ۷۵ گرم در لیتر) به عنوان آزمایش اول و چهار تیمار ترکیبات تغذیه‌ای هیومیک اسید (غلظت ۶، ۹ و ۱۲ گرم در کیلوگرم) (Farzanhe *et al.*, 2019)، فیلتریک (غلظت ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در کیلوگرم) (Monjezi *et al.*, 2014) سوپر جاذب (غلظت ۱۰، ۳۰ و ۴۵ گرم در کیلوگرم) (Ghorbani *et al.*, 2013) و کود میکروکیمی (غلظت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم) به عنوان آزمایش دوم می‌باشند. لازم به ذکر است که آزمایش اول با تعیین چسباننده مناسب با غلظت مشخص و آزمایش دوم با تعیین غلظت‌های مناسب از ترکیبات تغذیه‌ای به اجرا در آمد. عناصر تشکیل دهنده کود میکروکیمی

Mg=1.28% B=1.62% Cu=0.604% Mn=3.2%
Zn=4.25% Fe=4.25% Mo=0.059% S=2%

در این آزمایش جهت تهیه خاک گلدان‌ها در گلخانه، از خاک یکی از مزارع ایستگاه تحقیقاتی نیشکر- خوزستان استفاده شد به این ترتیب که یک نمونه مرکب خاک در پنج نقطه از مزرعه انتخاب شده، گرفته شد. سپس جهت بدست آوردن

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، این نمونه مرکب به آزمایشگاه ارسال گردید. نتیجه تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

خصوصیات	واحد	مقدار
ماسه	%	۱۸/۵
لای	%	۴۱
رس	%	۴۰/۵
pH	-	۸/۳۵
EC	mS/cm	۲/۶۷
نیتروژن	mg/kg	۰/۰۵
فسفر	mg/kg	۰/۳
پتاسیم	mg/kg	۸/۶۰
درصد آهک	%	۴۷/۷
کربن آلی	%	۰/۵۹

ساقه‌ی نیشکر دارای بندهای مشخصی می‌باشد که هر کدام شامل یک گره و یک میانگره (با طول ۵ الی ۲۵ سانتیمتر) است. هر گره شامل یک جوانه‌ی جانبی که در زاویه بین برگ و ساقه قرار دارد. برای این آزمایش با برش‌دهی جوانه‌های جانبی موجود در گره‌ها به اندازه‌ی سه سانتیمتری با جوانه‌زنی قابل اطمینان که از ایستگاه تحقیقاتی تهیه شده‌اند، استفاده شد. پس از برش‌دهی تک جوانه‌ها، با غلظت‌های مختلف چسباننده‌ها پوشش داده شدند. گلدان‌های مورد استفاده از جنس پلاستیک و با ارتفاع ۵۰ و قطر ۴۰ سانتیمتر، با زهکشی مناسب بوده است. بعد از قرار دادن یک لایه سه سانتی‌متری از ماسه در کف آن‌ها از خاک مزرعه به همراه مقداری ماسه بادی با نسبت ۱ به ۵ پر شدند. تعداد سه تک جوانه سالم نیشکر، در عمق سه سانتی‌متر و با فاصله ۱۰ سانتی‌متری در گلدان‌ها کشت و آبیاری شدند. جهت تهیه مواد پوشش دهنده، چسباننده‌ها و ترکیبات تغذیه‌ای در مقادیر ذکر شده با آب مقطر ترکیب شدند. سپس با غوطه‌ور کردن جوانه جانبی ساقه نیشکر و قرارگیری آن‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در مواد چسباننده و ترکیبات تغذیه‌ای، به طور جداگانه، عمل پوشش‌دهی به‌طور کامل انجام شد. تمام گلدان‌ها در دمای ۳۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ماه تا اتمام مرحله گیاهچه‌ای در گلخانه قرار گرفتند (Prasad, 2007). پس از اتمام این مرحله شاخص‌هایی همچون درصد و سرعت سبز شدن، طول ساقه، وزن خشک ساقه، درصد میزان رطوبت گیاه، تعداد برگ و نیتروژن برگ اندازه‌گیری شدند.

درصد سبز شدن (Eisavand et al., 2011) از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$GP = (Ng/Nt) \times 100$$

درصد سبز شدن: GP

تعداد گیاهچه‌های سبز شده: Ng

تعداد کل گیاهچه‌ها: NT

سرعت سبز شدن و میزان رطوبت گیاه (Maguire, 1962):

سرعت سبز شدن

$$GR = \Sigma (N_{first}/D_{first} + \dots + N_{final}/D_{final})$$

GR: سرعت سبز شدن

N_{first} : تعداد بذر سبز شده در روز اول، D_{first} : روز اول

N_{final} : تعداد بذر سبز شده در روز آخر، D_{final} : روز آخر

میزان رطوبت گیاه (درصد)

$$100 \times (\text{وزن تر گیاه} / \text{وزن خشک گیاه} - \text{وزن تر گیاه})$$

جهت تعیین وزن تر گیاه در هر تیمار آزمایشی، ساقه‌های تک جوانه‌های پوشش‌دار شده را از قسمت طوقه‌ی گیاه جدا کرده و توزین شدند. جهت تعیین وزن خشک گیاه، پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از حصول اطمینان از خشک‌شدن، نمونه‌ها توزین شدند. همچنین بعد از خشک شدن، نمونه‌ها پودر شده و با روش میکرو کجلدال میزان نیتروژن برگ اندازه‌گیری و محاسبه شد (Emami, 1996). در شکل (۱) نمایی از ساقه نیشکر (الف)، تک جوانه‌ی مورد استفاده در آزمایش (ب) و دستگاه برش‌زنی تک جوانه نیشکر (ج) آورده شده است.



شکل (ج)



شکل (ب)



شکل (الف)

شکل ۱. شکل (الف): ساقه نیشکر - شکل (ب): تک جوانه - شکل (ج): دستگاه برش‌زنی تک جوانه (single bud) نیشکر

در نهایت تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای SAS (نسخه ۹/۲) و Excel (۲۰۱۶) انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف چسباننده‌ها بر شاخص‌های درصد سبز شدن، تعداد برگ و درصد نیتروژن برگ معنی‌دار نشده است و برای شاخص‌های سرعت سبز شدن، طول ساقه، وزن خشک ساقه و درصد رطوبت گیاه معنی‌دار بود.

جدول ۲. تجزیه واریانس شاخص‌های سبز شدن نیشکر تحت تأثیر چهار نوع چسباننده: (کربوکسی‌متیل سلولز، کتیرا، صمغ عربی و نشاسته)

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
درصد نیتروژن برگ	تعداد برگ	وزن خشک ساقه	درصد رطوبت گیاه	وزن تر ساقه	طول ساقه	سرعت سبز شدن		
۱۰/۳۱ **	۰/۱۷ ns	۱۶۶/۴ ns	۱۳۱۰ ns	۶۶۹/۷ ns	۲۳/۴۴ ns	۰/۰۱۱ ns	۲	تکرار
۰/۰۱۳ ns	۰/۸۴ ns	۸۱۹/۷ **	۳۱۲۵ **	۳۶۱۱۶/۴ **	۷۳/۱۴ **	۰/۰۲۷ **	۱۲	غلظت‌های مختلف چسباننده
۰/۰۱۳	۰/۱۶	۱۴/۹	۱۶۲۰	۱۷۸۳/۱	۳/۸۷	۰/۰۰۴	۲۴	خطا
۲۲/۳	۸/۳۱	۷/۴	۶/۹	۶/۷	۴/۰۸	۱۱/۳۳	ضریب تغییرات (درصد)	

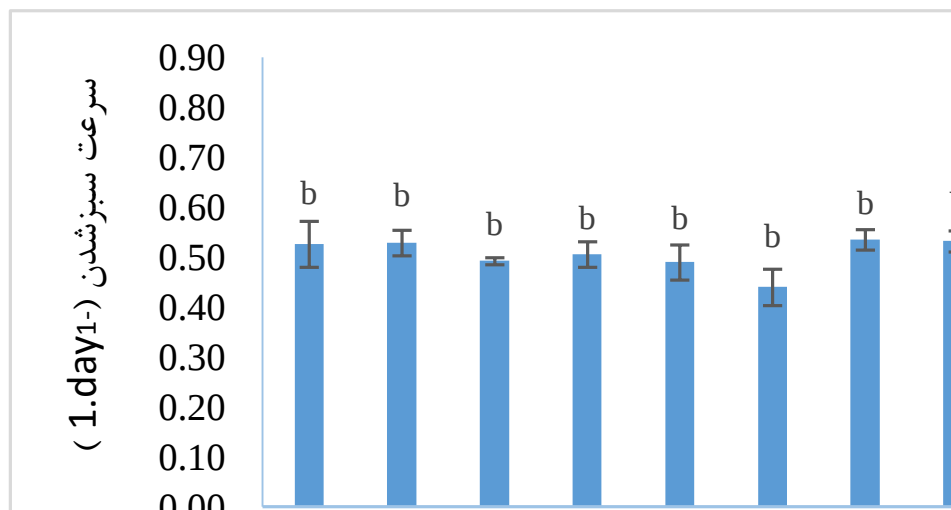
ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

۱.۳. صفات رشد گیاه

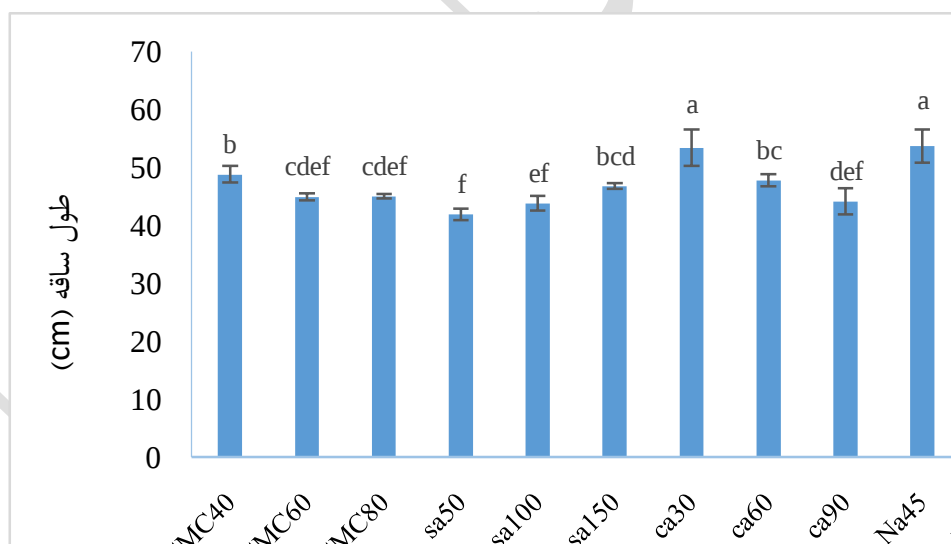
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داده است که اثر چسباننده‌ها در غلظت‌های متفاوت برای شاخص سرعت سبز شدن گیاه نیشکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده است. مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان داده است که غلظت‌های ۴۵، ۶۰ و ۷۵ گرم در لیتر نشاسته نسبت به سایر غلظت‌های چسباننده‌ها، بیشترین اثر مثبت را بر شاخص مذکور داشته است.

با توجه به اهمیت استفاده از نوع چسباننده برای جوانه‌ی جانبی ساقه نیشکر مورد بررسی، می‌توان ذکر کرد که نوع مواد چسباننده بایستی بتواند با تأمین حفاظت و نیاز رشد گیاه در مراحل اولیه، از استحکام کافی جهت چسباندن ترکیبات تغذیه‌ای برخوردار باشد. ما بین چسباننده‌ها، نشاسته با داشتن استحکام کافی و مناسب و همچنین با تأمین رطوبت مطلوب برای تک - جوانه، منجر به افزایش در سرعت رشد و استقرار گیاهچه‌ها شده است. Hamdi Houlaso et al. (2009)، در تحقیق خود دریافتند که چسباننده و پوشش جاذب الرطوبه پلیمری استفاده شده باعث افزایش قدرت جوانه‌زنی و یکنواختی در سبز شدن بذرهای پوشش‌دار در مقایسه با بذرهای بدون پوشش شده است. این مواد با جذب رطوبت از محیط و نگهداری و انتقال آن به بذر، شرایط مناسب‌تری را برای جوانه‌زنی بذر و خروج گیاهچه فراهم می‌کند.

اطلاعات مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد که اثر چسباننده‌ها در غلظت‌های متفاوت برای شاخص طول ساقه‌ی گیاه نیشکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده است. با توجه به شکل مقایسه میانگین (شکل ۳)، اثر چسب‌ها در غلظت - های متفاوت بر روی طول ساقه گیاه نیشکر معنی‌دار می‌باشد و از میان چسباننده‌ها، چسب نشاسته با غلظت ۶۰ گرم در لیتر بیشترین تأثیر مثبت را بر روی صفت طول ساقه نشان داده است که با غلظت ۴۵ و ۷۵ گرم در لیتر چسب نشاسته و ۳۰ گرم در لیتر چسب کتیرا اختلاف معنی‌داری نداشته است.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر چهار نوع چسب در غلظت‌های مختلف بر شاخص سرعت سبز شدن نیشکر
نشاسته = Na - کتیرا = Ca - صمغ عربی = Sa - کربوکسی متیل سلولوز = CMC

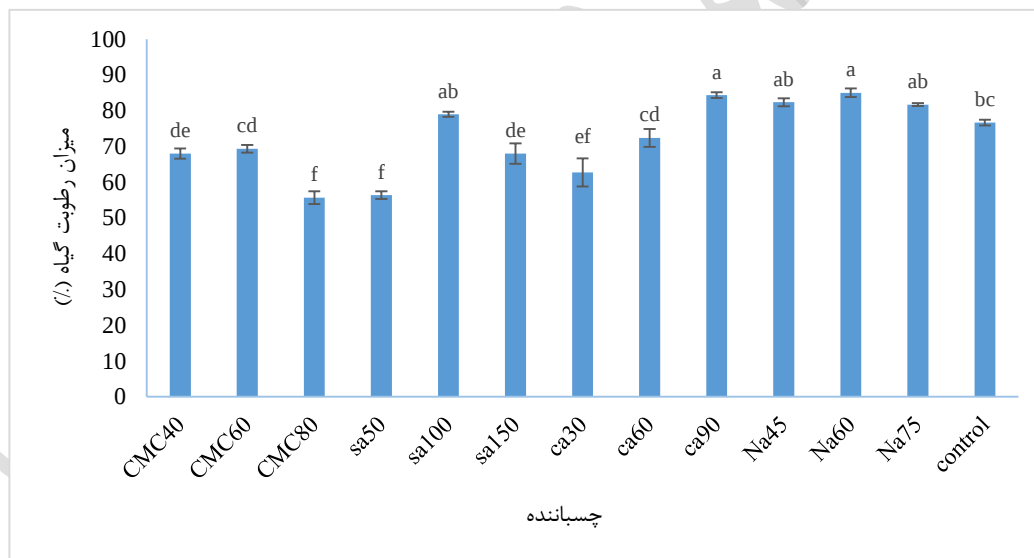


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر چهار نوع چسب در غلظت‌های مختلف بر شاخص طول ساقه نیشکر
نشاسته = Na - کتیرا = Ca - صمغ عربی = Sa - کربوکسی متیل سلولوز = CMC

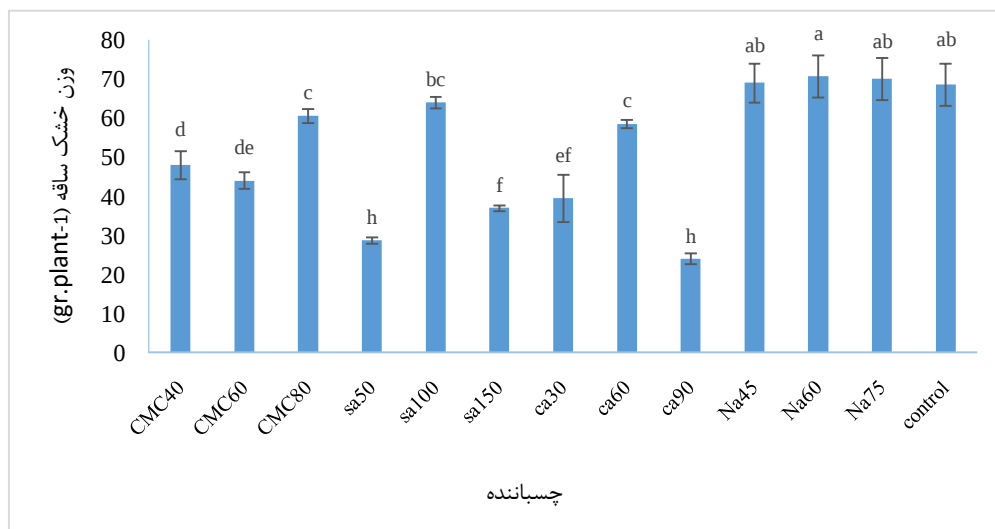
با توجه به جدول (۲) می‌توان بیان نمود که اثر چسباننده‌ها در غلظت‌های متفاوت برای شاخص درصد رطوبت گیاه نیشکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. شکل مقایسه میانگین داده‌ها (۴)، نشان داده است که بیشترین درصد رطوبت گیاه نیشکر در چسب کتیرا با غلظت ۹۰ گرم در لیتر رخ داده است که با غلظت ۶۰ گرم در لیتر چسب نشاسته اختلاف معنی‌داری نداشته بود.

Somrat (2018)، با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف انواع چسباننده‌ها بر روی ویژگی‌های فیزیکی و آنتی‌اکسیدانتی بذرهای پلت شده ذرت شیرین نشان دادند که از میان چسباننده‌ها (صمغ عربی، کاراگینان و آلژنات) صمغ عربی با غلظت یک صدم درصد بیشترین تأثیر مثبت را به همراه داشته است و بیان نمودند که میزان سختی و استحکام چسب با توجه به بذر مورد آزمایش، می‌تواند بر نفوذپذیری و زنده‌مانی آن بعد از پلت مؤثر واقع گردد و با انجام این فرآیند، تنفس و فعالیت آنزیمی در زمان قرارگیری در شرایط محیطی مناسب برای جوانه‌زنی، می‌تواند بر رشد و استقرار گیاهچه تأثیر بگذارد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر چسباننده‌ها در غلظت‌های متفاوت برای شاخص وزن خشک گیاه نیشکر معنی‌دار گردیده است (جدول ۲). شکل مقایسه میانگین (۵)، برای شاخص وزن خشک گیاه نیشکر نشان داد که نشاسته با غلظت ۶۰ گرم در لیتر بیشترین اثر مثبت را دارا بوده است که با شاهد و غلظت ۴۵ و ۷۵ گرم در لیتر چسب نشاسته اختلاف معنی‌داری نداشته است.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر چهار نوع چسب در غلظت‌های مختلف شاخص درصد رطوبت نیشکر
نشاسته = Na - کتیرا = Ca - صمغ عربی = Sa - کربوکسی متیل سلولز = CMC



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر چهار نوع چسب در غلظت‌های مختلف بر شاخص وزن خشک ساقه نیشکر
 نشاسته = Na - کتیرا = Ca - صمغ عربی = Sa - کربوکسی متیل سلولز = CMC

Pathak & Ambrose (2020) با بررسی پوشش بذر براساس نشاسته جهت بهبود رشد اولیه در شرایط کم آبی، نشان دادند که وزن خشک ریشه و ساقه در بذرهای پوشش‌دار شده و بدون پوشش ذرت، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند که این نتیجه را به ماندگاری کم ترکیبات استفاده شده به عنوان پوشش بذر و عدم تأثیرگذاری آن بر مراحل بعدی رشد گیاه، نسبت داده‌اند.

در بعضی از تیمارها که میزان رشد شاخص‌های گرفته شده کمتر شده است، ممکن است به دلیل ساختار و بافت تک جوانه نیشکر و نیاز آن به رطوبت و حفظ این رطوبت جهت رشد می‌باشد و از طرف دیگر چسبندگی و استحکام در بعضی از تیمارهای چسب ممکن است قادر به تأمین رطوبت لازم جهت رشد تک جوانه نیشکر نباشد در نتیجه با اختلال در فرآیند تنفسی و فعالیت آنزیمی، منجر به تأخیر در جوانه‌زنی آن گردد، همچنین با عدم استقرار گیاه در زمان مناسب ممکن است سایر شاخص‌های رشد گیاه تحت تأثیر قرار گیرد. Bardin & Huang (2003) با بررسی که بر روی پوشش‌دار کردن بذر چغندر قند جهت کاهش خسارات وارده به آن، انجام داده‌اند، گزارش کردند که یک چسب خوب، چسبی است که بتواند مواد ارگانیک و لازمه را برای بذر گیاه هدف تأمین کند و منجر به کاهش در خسارات آن گردد و از میان ۱۰ نوع چسباننده بکار برده شده، چسب کربوکسی متیل سلولز یک درصد و پلی وینیل الکل ۱۰ درصد را به عنوان بهترین چسباننده‌ها جهت تغذیه و کنترل خسارات با کاهش در تنفس و حفظ باکتری‌های مفید معرفی نمودند.

در یک پژوهش نشان داده شده است که میوه‌ی آووکادو روکش‌دار شده با چسب کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با میوه بدون پوشش‌دهی، طول دوره نگهداری آن به دلیل میزان تنفس و تولید اتیلن کمتر، بیشتر بوده و از استحکام بیشتری برخوردار بوده است. همچنین اظهار داشتند که با پوشش‌دهی می‌توان میزان شیوع بیماری را کاهش داد که منجر به افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت می‌گردد (Tesfay et al., 2017). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر غلظت-

های مختلف ترکیبات تغذیه‌ای برای شاخص‌های درصد سبز شدن، تعداد برگ و درصد نیتروژن برگ معنی‌دار نبوده و برای شاخص‌های سرعت سبز شدن، طول ساقه، وزن خشک ساقه و درصد رطوبت گیاه معنی‌دار بوده است.

۲.۳. صفات رشد گیاه

جدول تجزیه واریانس (۳) نشان داده است که اثر ترکیبات تغذیه‌ای در غلظت‌های متفاوت برای شاخص سرعت سبز شدن گیاه نیشکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده است. شکل مقایسه میانگین (۶) نشان داده است که غلظت‌های ۶، ۹ و ۱۲ گرم در کیلوگرم هیومیک‌اسید نسبت به سایر غلظت‌های ترکیبات تغذیه‌ای، بیشترین اثر مثبت را بر شاخص سرعت سبز شدن گیاه نیشکر داشته است. هیومیک‌اسید به دلیل ترکیبات هورمونی که دارا می‌باشد اثرات مفیدی را در افزایش و بهبود محصولات کشاورزی دارد. این ترکیب از طریق افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، ورود پتاسیم را تسهیل کرده که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلولی است همچنین با افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید در گیاه هدف می‌گردد (Giasuddin et al., 2007). در این راستا (Canellas & Olivares, 2014)، افزایش تحریک رشد را در پوشش‌دهی بذر با هیومیک‌اسید نشان دادند و آن را نشان از نقش هیومیک‌اسید در مسیرهای اصلی بیوشیمیایی ذکر کردند و بیان نمودند که این امر یکی دیگر از فرصت‌های تکنولوژیکی پوشش بذر می‌باشد. همچنین Khan et al. (2018) اثرات مثبتی را در استفاده از هیومیک‌اسید بر رشد و وضعیت عناصر غذایی گندم گزارش دادند.

Galves et al. (2019) با استفاده از تیمارهای مختلف جهت پوشش‌دار کردن بذر، نتایج مثبتی را برای شاخص‌های ظهور گیاهچه، سرعت و استقرار اولیه آن‌ها گزارش کردند. بیان شده است که ترکیبات پوشش دهنده با جذب رطوبت از محیط و نگهداری و انتقال آن به بذر و همچنین با در اختیار قرار دادن عناصر مغذی باعث تقویت بذر شده و میزان ظهور گیاهچه‌ها را بالا می‌برد. در فناوری پوشش‌دهی بذر بسیاری از مواد دیگر از جمله محرک‌های زیستی، ترکیبات تغذیه‌ای و محافظت کننده گیاهی بکار برده می‌شود که منجر به افزایش عملکرد، بهبود استقرار و آفات اولیه فصل زراعی گیاه هدف برای سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شود (Afzal et al., 2020).

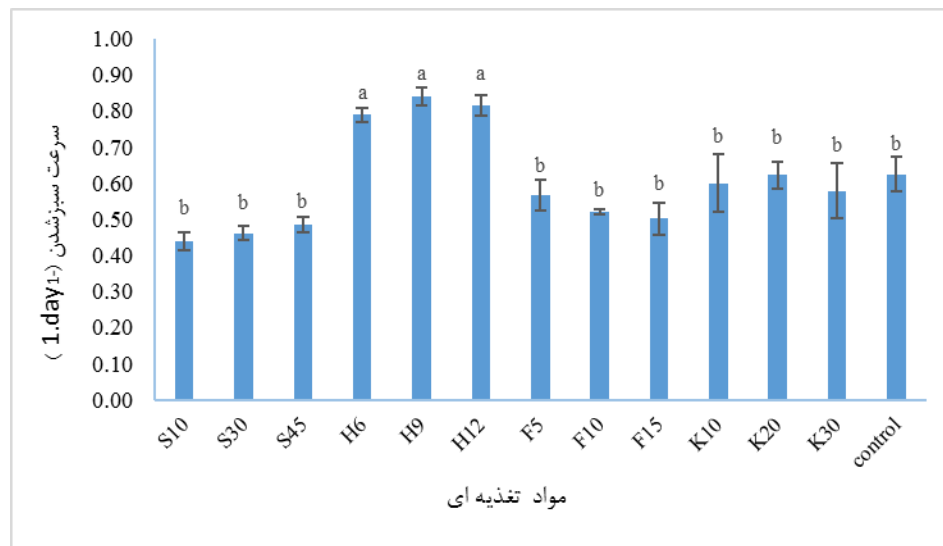
اطلاعات مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر ترکیبات تغذیه‌ای با غلظت‌های متفاوت برای شاخص طول ساقه گیاه معنی‌دار بوده است. با توجه به شکل مقایسه میانگین اثر غلظت‌های متفاوت ترکیبات تغذیه‌ای بر شاخص طول ساقه گیاه نیشکر (شکل ۷)، می‌توان بیان نمود که از میان ترکیبات تغذیه‌ای، کود میکروکیمی ۲۰ گرم در کیلوگرم بیشترین تأثیر مثبت را بر روی شاخص طول ساقه گیاه نشان داده است که این سطح از ترکیب تغذیه‌ای با هیومیک‌اسید ۱۲ گرم در کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشته است.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس داده‌های شاخص‌های سبز شدن نیشکر تحت تأثیر چهار نوع مواد تغذیه‌ای (هیومیک‌اسید، کود میکروکیمی، فیلتریک و سوپر جاذب)

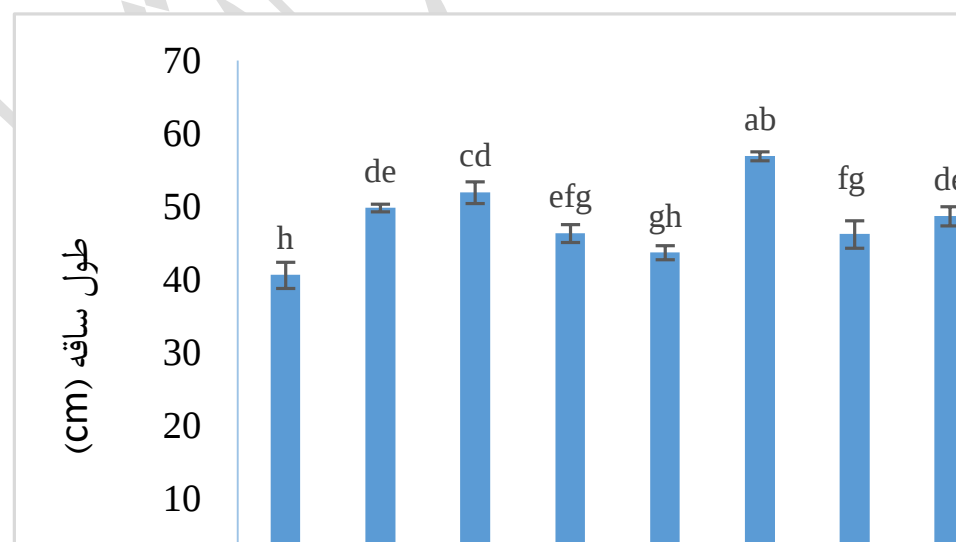
منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت سبز شدن	طول ساقه	وزن خشک ساقه	میانگین مربعات		درصد نیتروژن برگ
					درصد رطوبت گیاه	تعداد برگ	
تکرار	۲	۰/۰۱۷ns	۱/۴۴ns	۹/۹ ns	۱۳۰۷ ns	۰/۱۷ns	۱۲/۷۵**

غلظت مختلف مواد	۱۱	۰/۰۳۲ **	۸۵/۶۶ **	۹۳۶/۳ **	۴۷۲۴ **	۰/۳۸ ns	۰/۰۳۲ ns
تغذیه‌ای							
خطا	۲۴	۰/۰۰۴	۴/۳۷	۱۲۰/۶	۱۰۸۸	۰/۴۹	۰/۰۳۲
ضریب تغییرات (درصد)	۱۱/۹۷	۴/۲۶	۱۹/۰۵	۶/۱۴	۱۲/۹۱	۳۱/۴۲	

n. * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر چهار نوع ترکیب تغذیه‌ای در غلظت‌های مختلف بر شاخص سرعت سبز شدن نیشکر
S = سوپر جاذب - H = هیومیک اسید - F = فیلتر کیک - K = کود میکروکیمی



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر چهار نوع ترکیب تغذیه‌ای در غلظت‌های مختلف بر شاخص طول ساقه نیشکر
S = سوپر جاذب - H = هیومیک اسید - F = فیلتر کیک - K = کود میکروکیمی

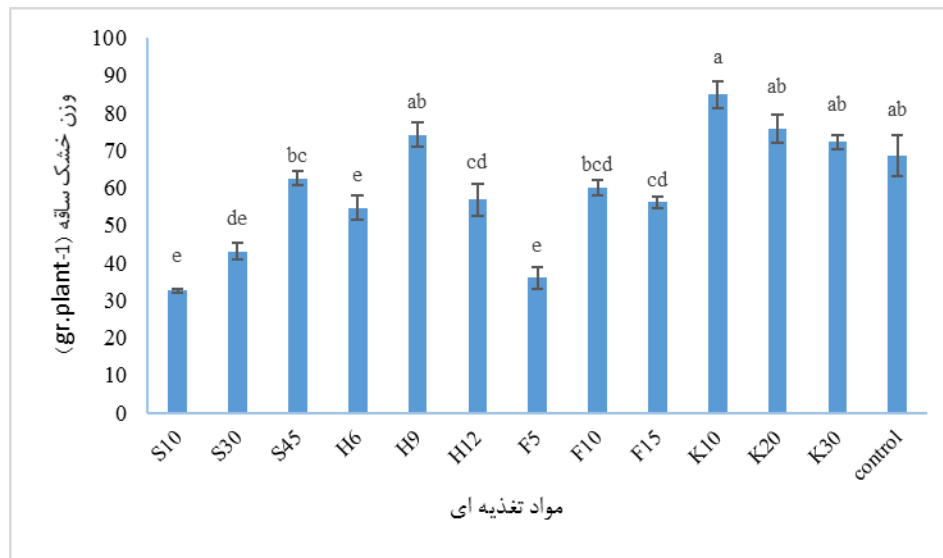
Amirkhani et al. (2019)، با بررسی که بر روی سیستم پوشش‌دار کردن بذر با استفاده از ترکیبات تغذیه‌ای جهت تقویت رشد گیاه انجام دادند، گزارشات مثبتی را از پوشش‌دهی بذر کلم بروکلی ارائه نمودند و بیان نمودند که این اثرگذاری با شاخص‌های بیومتریک گیاه و جذب نیتروژن در هر بوته از بذرهای پوشش‌دار شده، مرتبط بوده است. همچنین بیان نمودند که در استفاده از مواد پوشش‌دهنده، تنفس برای بذر پوشش‌دار شده ممکن بوده است که همراه با فعالیت میکروبی زیاد در ترکیبات تغذیه‌ای استفاده شده، می‌باشد و این فعالیت میکروبی می‌تواند بر تولید مقادیر قابل توجهی از هورمون‌های گیاهی همچون اسید استیل‌استیک، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و اکسین‌ها منجر شود. که این فعالیت‌ها و سایر فعالیت‌های میکروبی باعث افزایش فعالیت آنزیمی در گیاهان همراه می‌شود. همچنین De Brito Primo et al. (2019)، با بررسی پاسخ فیزیولوژیکی بذرهای پوشش‌داده شده کلزا با ترکیبات تغذیه‌ای، نتایج مثبتی را با پوشش‌دهی بذرهای گزارش دادند و بیان نمودند که نوع ترکیب پوشش‌دهنده و غلظت استفاده از این ترکیب و چسباننده‌ها بستگی به گیاه هدف دارد و اینکه بذر گیاه هدف با پوشش‌دهی مناسب بتواند فعالیت‌های حیاتی (تنفس و فعالیت آنزیمی) خود را انجام دهد.

با توجه به شکل (۸)، کود میکروکمی ۱۰ گرم در کیلوگرم بیشترین اثر را بر وزن خشک ساقه داشته است که با غلظت ۹ گرم در کیلوگرم هیومیک‌اسید و غلظت ۲۰ گرم در کیلوگرم کود میکروکمی اختلاف معنی‌داری نداشته است.

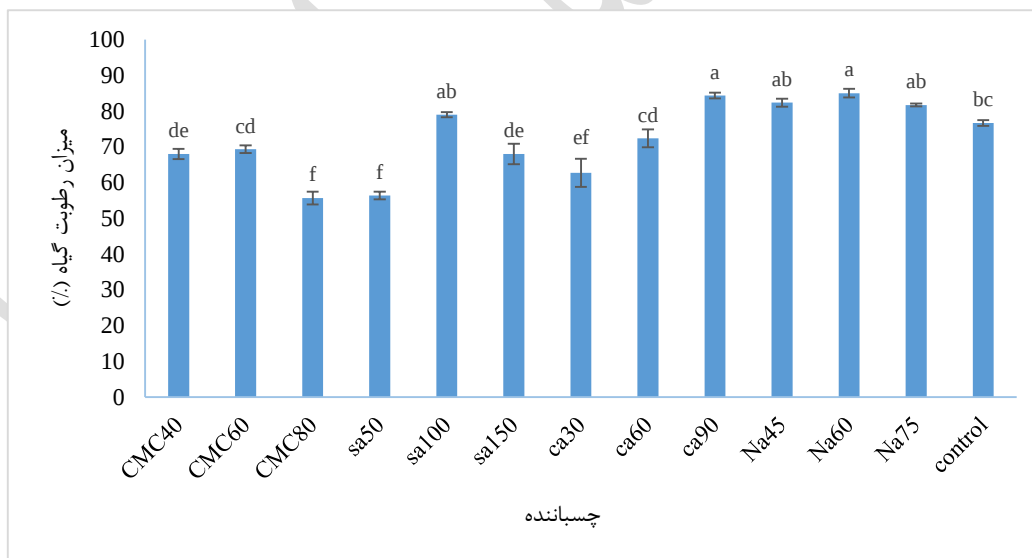
در بررسی نشان داده شده است که پوشش‌دار کردن بذرهای گیاه گندم منجر به تحریک رشد گیاهچه‌ها شده است و رشد ریشه را بهبود داده است و افزایش راندمان تولید را در مزرعه به همراه داشته است. همچنین منجر به کاهش خسارت‌ها و بیماری‌ها شده است (Ren et al., 2019).

با توجه به جدول تجربه واریانس داده‌ها، اثر ترکیبات تغذیه‌ای برای شاخص درصد رطوبت گیاه نیشکر معنی‌دار گردیده است (جدول ۳). شکل مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۹)، نشان داده است که بیشترین درصد رطوبت گیاه در تغذیه با هیومیک‌اسید ۱۲ گرم در لیتر رخ داده است.

Turkmen et al. (2014)، با بررسی اثر هیومیک‌اسید و کلسیم بر روی جوانه‌زنی، رشد و محتوی ترکیبات تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی، اثرات مثبتی را گزارش دادند و بیان نمودند که هیومیک‌اسید نه تنها محتوی عناصر پر مصرف را افزایش داده است بلکه منجر به افزایش محتوی عناصر کم مصرف نیز شده است و منجر به افزایش مقدار کلسیم، نیتروژن و گوگرد در اندام ساقه و نیتروژن و پتاسیم در اندام ریشه شده است.



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر چهار نوع ترکیب تغذیه‌ای در غلظت‌های مختلف بر شاخص وزن خشک ساقه نیشکر
S = سوپر جاذب - H = هیومیک اسید - F = فیلتر کیک - K = کود میکرو کمبی



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر چهار نوع ترکیب تغذیه‌ای در غلظت‌های مختلف بر شاخص درصد رطوبت نیشکر
S = سوپر جاذب - H = هیومیک اسید - F = فیلتر کیک - K = کود میکرو کمبی

۴. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که اثر چسباننده‌ها و ترکیبات تغذیه‌ای بر فرآیندهای سبز شدن و رشد نیشکر متغیر بوده است. در این آزمایش شاخص‌های مورد مطالعه از قبیل سرعت سبز شدن، طول و وزن خشک ساقه و درصد

میزان رطوبت گیاه تحت تأثیر قرار گرفتند. چسباننده‌ها و ترکیبات تغذیه‌ای استفاده شده، با توجه به ساختار و بافت اسفنجی تک جوانه‌ی نیشکر، بایستی دارای مشخصاتی همچون: قابل حل بودن در آب، قابلیت نفوذپذیری و امکان انجام تنفس برای تک جوانه نیشکر باشند. براساس تیمارهای استفاده شده، می‌توان بیان نمود که چسب نشاسته با غلظت ۶۰ گرم در لیتر بیشترین اثر مثبت را بر شاخص‌های رشد نیشکر دارا بوده است که با توجه به، با صرفه بودن این چسباننده از لحاظ اقتصادی، می‌توان آن را به عنوان چسباننده مناسب برای تک جوانه‌ی نیشکر استفاده کرد. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از تأثیر ترکیبات تغذیه‌ای می‌توان بیان نمود که از میان غلظت‌های مختلف، غلظت ۱۲ گرم در کیلوگرم هیومیک‌اسید، ۱۰ گرم در کیلوگرم فیلترکیک و کود میکروکیمی و غلظت ۴۵ گرم در کیلوگرم سوپرچاذب بیشترین اثرات مثبت را دارا بودند که می‌توان از نوع و غلظت مناسب چسباننده و هر کدام از این ترکیبات تغذیه‌ای در بررسی‌های بعدی به عنوان آندوسپرم مصنوعی برای تغذیه تک جوانه نیشکر جهت تولید بذر تک جوانه‌ای استفاده کرد که در نهایت می‌توان از این بذر جهت انجام کشت نیشکر به صورت مکانیزه استفاده کرد.

۵. تشکر و قدردانی

از مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر و صنایع جانبی استان خوزستان به دلیل همکاری صمیمانه در اجرای این پژوهش کمال قدردانی و تشکر را داریم.

۶. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Afzal I., Javed T., Amirkhani M. & Taylor A.G. (2020). Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. *Agriculture*, 10(11), 1-20.
- Amirkhani M., Mayton H.S., Netravali A.N. & Taylor A.G. (2019). A seed coating delivery system for bio-based biostimulants to enhance plant growth. *Sustainability*, 11(19), 1-16.
- Bardin S.D. & Huang H.C. (2003). Efficacy of stickers for seed treatment with organic matter or microbial agents for the control of damping-off of sugar beet. *Plant Pathology Bulletin*, 12(1), 19-26.
- Bareke T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 8(4), 336-46.
- Canellas L.P. & Olivares F.L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1(1), 1-11.
- De Brito Primo D.M., do Nascimento Silva S., da Silva P.B., Lisboa J.F., dos Santos Y.M.G., Santos Moreira dos I., da Silva W.P., Gomes J.P., Almeida F.D.A.C. & de Melo B.A. (2019). Physiological response of colza (*Brassica napus* L.) seeds coated and treated with alternative materials. *African Journal of Agricultural Research*, 14(22), 943-948.
- Eisavand H., R., Azarnia M., Nazarian Firouzabadi F. & Sharafi R. (2011). Effects of priming by gibberellin and abscisic acid on emergence and some physiological characters of chickpea (*Cicer*

- Arietinum* L.) seedling under dry and irrigated conditions. *Iranian Journal of field crop science*, 42(4), 789-797.
- Emami A. (1996). Plant analysis methods. publication of soil and water research institute. technical publication, 982-985. (in persian).
- Farooq M., Wahid A. & Kadambot Siddique H.M. (2012). Micronutrient application through seed treatments a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1), 125-142.
- Farzaneh S., Shamloeian M., Seyed Sharifi R. & Kadihodad S. (2019). Effect of seed coating with organic fertilizers on emergence and seedling growth of sugar beet. *Journal of agricultural crops production*, 21(1), 43-59.
- Galvez A., Lopez-Galindo A. & Pena A. (2019). Effect of different surfactants on germination and root elongation of two horticultural crops: implications for seed coating. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 47(2), 83-98.
- Ghorbani A., Jalilian J. & Amirnia R. (2013). The Effects of seed priming and superabsorbent on some quantity and quality characteristics of kaboli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Research in Field Crops*, 1(1), 43-59.
- Giasuddin A.B.M., Kanel S. & Choi H. (2007). Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Journal Environment Science Technology*. 41(6), 2022-2027.
- Hamdi Houlaso F., Shirazi N.Z., Mahmoudi A. & Fatholah Taleghani D. (2009). Crotonic use of acid in the preparation of vinyl polymers for use in seed treatment plants. MS. Thesis. Islamic Azad University. Karaj branch. Faculty of Science.
- Khan R.U., Khan M.Z., Khan A., Saba S., Hussain F. & Jan I.U. (2018). Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils. *Journal of plant nutrition*, 41(4), 453-460.
- Maguire J. D. (1962). Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Marwanto M., Bustaman H., Handajaningsih M., Supanjani S., Murcitra B.G. & Salamah U. (2020). Delivery of arbuscular mycorrhiza fungus spores via seed coating with biodegradable binders for enhancement of the spores viability and their beneficial properties in maize. *Akta Agrosia*, 23(1), 1-10.
- Monjezi H., Moradi M.R., Telavat A.A., Siadat A., Koochakzadeh M. & Hamdi H. (2014). Effect of application of sugarcane filter muds, chemical and biological fertilizers on canola grain yield and quality and some soil properties. *Journal of Agricultural Crops Production*, 16 (2), 445-457.
- Nalawade S.M., Mehta A.K. & Sharma A.K. (2017). Sugarcane plating techniques: A review. In Contemporary research in India: *National Seminar Recent Trends in Plant Sciences and Agricultural Research*, 23(3), 98-104.
- Nawaz M., Chattha M.U., Chattha M.B., Ahmad R., Munir H., Usman M., Hassan M.U., Khan S. & Kharal M. (2017). Assessment of compost as nutrient supplement for spring planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(1), 283-293.
- Pathak V. & Ambrose R.K. (2020). Starch-based biodegradable hydrogel as seed coating for corn to improve early growth under water shortage. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(14), 48523.
- Prasad R. (2007). Sugarcane bud chips for seed multiplication. *Sugarcane Breeding Institute. Indian Council of Agricultural Research. Coimbatore*- 641 007.

- Ren X.X., Chen C., Ye Z.H., Su X.Y., Xiao J.J., Liao M. & Cao H.Q. (2019). "Development and Application of Seed Coating Agent for the Control of Major Soil-Borne Diseases Infecting Wheat." *Agronomy*, 9(8), 413.
- Scott J.M. (2015). Seed Coatings and Treatments and Their Effects on Plant Establishment. *Department of Agronomy and Soil Science*, 42-83.
- Somrat N., Sawadeemit C., Vearasilp S., Thanapornpoonpong S.N. & Gorinstein S. (2018). Effects of different binder types and concentrations on physical and antioxidant properties of pelleted sweet corn seeds. *European Food Research and Technology*, 244(3), 547-554.
- Tesfay S.Z., Magwaza L.S., Mbili N. & Mditshwa A. (2017). Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 226(19), 201-207.
- Turkmen O., Dursun A., Turan M. & Erdinc C. (2014). Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Soil and Plant Science*, 54 (3), 168-174.